

## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Peningkatan populasi manusia menyebabkan kebutuhan energi semakin meningkat. Konsumsi dan produksi energi berbasis fosil mempengaruhi ekonomi dan ekologi manusia karena sumber yang terbatas, tidak dapat diperbarui dan menyebabkan kerusakan lingkungan<sup>1</sup>. Untuk terus dapat memenuhi kebutuhan energi dibutuhkan teknologi penyimpan energi berbasis nonfosil dan ramah lingkungan. Diantara berbagai teknologi penyimpan energi alternatif, superkapasitor adalah salah satu perangkat penyimpan energi yang paling menjanjikan<sup>2</sup>.

Superkapasitor atau Kapasitor Lapis Rangkap Listrik (EDLC) dikenal sebagai penyimpan energi alternatif karena memiliki rapat daya yang tinggi, waktu pemakaian yang lama, siklus *charge-discharge* yang cepat dan penggunaan dapat bertahan lama dibandingkan baterai dan kapasitor biasa<sup>3-5</sup>. Secara teknis, superkapasitor memiliki jumlah siklus yang relatif banyak (>100000 siklus) dibandingkan dengan baterai, baterai digunakan karena dirasa lebih praktis dan hanya sekali pakai, namun ini juga menjadi kelemahan karena tidak dapat bertahan lama dalam penggunaan, menghasilkan limbah yang berbahaya bagi lingkungan, dan daya penyimpanan yang relatif kecil<sup>6</sup>.

Bahan elektroda superkapasitor adalah karbon aktif yang berasal dari berbagai jenis bahan karbon, seperti karbon *nanofiber*, karbon *nanotube*, dan grafit. Nilai luas permukaan yang tinggi, fleksibilitas tinggi, konduktivitas listrik dan termal yang baik dan biaya produksi yang rendah menjadikan karbon aktif cocok untuk bahan elektroda superkapasitor<sup>7</sup>. Pada penelitian sebelumnya, sumber biomassa karbon diperoleh dari limbah kulit pisang<sup>8</sup>, sekam padi<sup>9</sup>, tempurung kemiri<sup>10</sup> dan tempurung kelapa<sup>11</sup> serta proses aktivasi dengan menggunakan aktivator yang berbeda telah digunakan sebagai bahan elektroda pada superkapasitor. Pada penelitian ini dirancang suatu bahan elektroda yang berasal dari campuran karbon aktif kulit kacang tanah dan karbon dari limbah baterai sebagai bahan elektroda superkapasitor dengan elektrolit  $H_3PO_4$  dan  $KOH$ . Pemilihan elektrolit yang tepat merupakan salah satu hal penting dalam pembuatan superkapasitor. Larutan elektrolit dengan jumlah muatan dan ukuran ion yang berbeda akan memberikan nilai kapasitansi yang berbeda<sup>1</sup>.

Kacang tanah (*Arachis hypogaea*) merupakan salah satu makanan yang sering dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Kacang tanah sering dikonsumsi baik secara langsung maupun tidak langsung dengan diolah menjadi bahan makanan atau minuman yang memiliki nilai ekonomis lebih tinggi karena kacang tanah merupakan salah satu tumbuhan yang dapat tumbuh subur di Indonesia, mudah ditemui, dan berharga ekonomis. Manfaat dan kelebihan dari kacang tanah yang banyak berbanding terbalik dengan pemanfaatan dari kulit kacang tanah pada saat ini. Kulit kacang tanah mengandung selulosa (65,7%), karbohidrat (21,2%), protein (7,3%), mineral (4,5%), dan lemak (1,2%)<sup>12</sup>. Kandungan selulosa yang tinggi pada kacang tanah menjadi indikator dalam pembuatan arang atau karbon aktif. Pada penelitian sebelumnya oleh Patrio Yudhiarta (2014) superkapasitor dengan karbon aktif dari kulit kacang tanah menggunakan aktivator  $ZnCl_2$  didapatkan nilai luas permukaan  $569,468 \text{ m}^2/\text{g}$  dengan nilai kapasitansi  $30,5323 \text{ mF}^{13}$ . Jiang, X *et al* (2020) melaporkan bahwa elektroda superkapasitor dari kulit kacang tanah dengan aktivator  $NH_4OH$  didapatkan luas permukaan  $2014,6 \text{ m}^2/\text{g}$  dengan nilai kapasitansi spesifik  $310,59 \text{ F/g}^{14}$ . Wu, FM *et al* (2020) melaporkan nilai kapasitansi spesifik untuk superkapasitor berbahan dasar kulit kacang tanah dengan aktivasi  $KOH$  adalah  $289,4 \text{ F/g}^{15}$ . Proses aktivasi dapat meningkatkan porositas karbon aktif sehingga kemampuan karbon aktif untuk menyimpan muatan semakin besar. Pemilihan jenis aktivator akan berpengaruh terhadap kualitas karbon aktif. Menurut Esterlita, Marina O *et al* (2015), penggunaan aktivator  $ZnCl_2$  dapat menghasilkan karbon aktif dengan mikropori yang lebih banyak dibandingkan dengan aktivator  $H_3PO_4$  dan  $KOH$ <sup>16</sup>. Oleh karena itu  $ZnCl_2$  dipilih sebagai aktivator pada penelitian ini karena menghasilkan karbon aktif dengan luas permukaan yang besar.

Limbah baterai merupakan salah satu limbah yang berbahaya bagi lingkungan karena mengandung berbagai macam logam berat seperti timbal, nikel dan litium. Pengelolaan ataupun daur ulang limbah baterai yang tidak tepat dapat menimbulkan dampak berbahaya bukan hanya pada lingkungan, tetapi juga pada tanaman, hewan dan manusia. Hal inilah yang mendasari pemanfaatan karbon limbah baterai sebagai elektroda superkapasitor. Pemanfaatan karbon limbah baterai sebagai elektroda superkapasitor telah pernah dilakukan oleh Khakim, Ahmad (2014) yang memberikan nilai kapasitansi  $179,4 \text{ F/g}^{17}$ . Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Pratama, Ananda Rizki (2018) penambahan karbon limbah baterai terhadap karbon aktif cangkang kelapa sawit dapat meningkatkan nilai kapasitansi 341,6 kali lebih besar dengan aktivator  $KOH$

dan 243,9 kali lebih besar dengan aktivator NaOH dibandingkan dengan nilai kapasitansi tanpa penambahan karbon limbah baterai<sup>18</sup>. Pencampuran karbon aktif dari kulit kacang tanah dan karbon limbah baterai bertujuan untuk menambah variasi terhadap struktur mikropori dan mesopori sehingga diharapkan dapat meningkatkan nilai kapasitansi dari superkapasitor. Variasi struktur mikropori dan mesopori dapat meningkatkan kemampuan elektroda superkapasitor dalam menyimpan muatan, sehingga nilai kapasitansi yang dihasilkan semakin besar. Oleh sebab itu pada penelitian ini diteliti pencampuran karbon aktif kulit kacang tanah dengan karbon limbah baterai sebagai bahan elektroda superkapasitor.

### 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah pengaruh campuran karbon aktif kulit kacang tanah dan karbon limbah baterai terhadap kinerja superkapasitor elektrokimia ?
2. Bagaimanakah pengaruh elektrolit terhadap kinerja elektroda superkapasitor berbahan dasar campuran karbon aktif dari kulit kacang tanah dan karbon limbah baterai ?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Mempelajari pengaruh campuran karbon aktif kulit kacang tanah dan karbon limbah baterai terhadap kinerja superkapasitor dengan mengukur nilai kapasitansi dan sifat-sifat listriknya.
2. Mempelajari pengaruh elektrolit terhadap kinerja elektroda superkapasitor berbahan dasar campuran karbon aktif dari kulit kacang tanah dan karbon limbah baterai.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah meningkatkan nilai ekonomis limbah kulit kacang tanah dan limbah baterai sebagai upaya mengatasi permasalahan lingkungan dan memanfaatkan karbon aktif dari kulit kacang tanah dan karbon limbah baterai menjadi bahan elektroda superkapasitor sebagai alternatif dalam pemenuhan energi terbarukan.