

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Teknologi produksi dan penyimpanan energi memegang peranan penting dalam kehidupan masyarakat modern. Hampir semua kegiatan manusia membutuhkan energi. Hal ini mendorong pengembangan serta pemanfaatan energi ramah lingkungan yang ketersediaannya melimpah di alam, seperti energi matahari, biomassa, panas bumi, angin dan pasang surut air laut (Agung, 2013).

Pada pemanfaatannya, tidak semua sumber-sumber energi ini ideal salah satu alasannya adalah ketersediaannya yang tidak kontinu atau menentu. Matahari tidak terbit pada malam hari dan angin tidak selalu bertiup. Mobilitas pengguna seringkali terbentur oleh ketiadaan tempat untuk mengisi daya pada piranti portabel. Sehingga perangkat penyimpanan energi yang dapat menyimpan energi sebanyak-banyaknya dalam waktu singkat sangat diperlukan. Penyimpanan energi secara elektrokimia seperti pada baterai, sel bahan bakar, kapasitor, dan superkapasitor telah diakui merupakan bagian terpenting dari berbagai teknologi penyimpanan energi saat ini (Yu dkk, 2015).

Kerapatan energi akan mempengaruhi banyaknya muatan yang disimpan dalam perangkat, sedangkan kerapatan daya mempengaruhi kecepatan pengisian dan pengosongan serta siklus hidup perangkat penyimpanan energi (Kularatna, 2015). Kapasitor memiliki kerapatan daya yang relatif tinggi, namun kerapatan energinya relatif rendah daripada baterai dan sel bahan bakar. Baterai dapat menghantarkan total energi lebih besar dibandingkan kapasitor, namun kerapatan daya baterai relatif rendah sehingga pengisian (*charge*) daya baterai relatif lama

(Halper and Ellenbogen, 2006). Dalam hal energi spesifik dan daya spesifik, superkapasitor berada diantara baterai dan kapasitor. Superkapasitor memiliki kerapatan energi spesifik (sekitar  $5 \text{ Wh kg}^{-1}$ ) lebih rendah dari baterai, namun kerapatan dayanya jauh lebih besar (sekitar  $10 \text{ kW kg}^{-1}$ ) (Simon and Gogotsi, 2008), sehingga dapat menghantarkan energi bertegangan tinggi sekitar 10 kali lebih besar dibandingkan baterai dan kapasitor dalam waktu yang singkat (Al-Sheikh and Moubayed, 2012).

Superkapasitor merupakan penyimpan energi dengan mekanisme dan kemampuan pengisian bergantung pada jenis elektroda dan elektrolit yang digunakan. Saat ini, karbon lebih banyak (sekitar hampir 95 %) digunakan sebagai bahan dasar elektroda superkapasitor (Xian Jian dkk, 2016) dibandingkan elektroda jenis lain seperti logam pengoksida dan polimer dikarenakan keunggulannya, seperti konduktivitas listrik yang tinggi, luas permukaan besar ( $\sim 1-2000 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ ), ketahanan korosi yang baik, stabilitas suhu tinggi, struktur pori baik dan harganya relatif murah (Pandolfo and Hollenkamp, 2006).

Biomassa telah banyak dikembangkan sebagai bahan dasar karbon aktif elektroda superkapasitor. Selain lebih murah dan mudah didapatkan, penggunaan biomassa juga dapat mengurangi limbah hasil produksi sehingga dapat mengurangi sampah dan pencemaran lingkungan. Penelitian sebelumnya telah dilakukan dari berbagai bahan biomassa dengan masing-masing nilai kapasitansi spesifiknya seperti kayu karet  $81,823 \text{ Fg}^{-1}$  dan  $115,30 \text{ Fg}^{-1}$  (Arif dkk, 2015; Muchammadsam dkk, 2015), sekam padi  $147 \text{ Fg}^{-1}$  (Teo dkk, 2016), ampas sagu  $74,85 \text{ Fg}^{-1}$  (Afrianda dkk, 2017), cangkang durian  $88,39 \text{ Fg}^{-1}$  (Taer dkk, 2018), kapas  $240 \text{ Fg}^{-1}$  (Sun

dkk, 2019), daun jati 2,3 Fg<sup>-1</sup> (Taer dkk, 2019) dan daun angkana 202 Fg<sup>-1</sup> (Taslim dkk, 2020) membuktikan bahwa bahan biomassa cukup baik diaplikasikan sebagai elektroda superkapasitor.

Saat ini kulit buah kakao menjadi salah satu bahan dasar pembuatan karbon aktif yang sangat menjanjikan (Yetri dkk, 2020). Hal ini dikarenakan kulit buah kakao memiliki kandungan hemiselulosa 21,06%, selulosa 20,15%, lignin 51,98%, dan kadar karbon 55,11 % sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan superkapasitor (Wijaya and Wiharto, 2017). Yetri. dkk (2021) menjelaskan bahwa penggunaan kulit buah kakao sebagai bahan dasar pembuatan karbon aktif elektroda superkapasitor telah dibuktikan dari hasil karakterisasi fisik maupun kimia dimana kandungan unsur karbon pada sampel elektroda didapat sebesar 87,87% dengan nilai kapasitansi spesifik sebesar 90,2 F/g serta densitas mencapai 0,850 g/cm<sup>3</sup>. Selain itu, Budianto dkk (2017) juga melaporkan bahwa kakao memiliki luas permukaan spesifik yang cukup besar mencapai 210,919 m<sup>2</sup>/g.

Elektrolit memegang peranan penting dalam meningkatkan nilai kapasitansi elektroda superkapasitor, dimana kapasitansi elektroda akan mengalami peningkatan seiring meningkatnya konduktivitas elektrolit (Torchała dkk, 2012). Secara umum, elektrolit dikelompokkan menjadi tiga yaitu elektrolit asam, basa, dan garam. Asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), kalium hidroksida (KOH) dan natrium sulfat (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) merupakan jenis elektrolit yang biasa digunakan. Pemakaian elektrolit dengan memvariasikan konsentrasinya dirasa perlu untuk melihat performa masing-masing elektroda superkapasitor pada tiap konsentrasi elektrolit yang digunakan. Menurut Zhong dkk (2015) elektrolit akan memberikan reaksi dan nilai

kapasitansi yang berbeda dikarenakan efek dari perbedaan ion-ion terhadap performa superkapasitor. Pada penelitian ini, akan digunakan elektrolit asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) dengan variasi konsentrasi yaitu 1 M, 2 M, dan 3 M.

## 1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi elektrolit  $H_2SO_4$  terhadap nilai kapasitansi dan konduktivitas serta pengaruh luas pori yang dihasilkan elektroda superkapasitor kulit kakao.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan kajian awal serta memperluas penggunaan biomassa yaitu kulit buah kakao untuk pembuatan karbon aktif yang dapat digunakan sebagai elektroda superkapasitor sebagai media penyimpan energi.

## 1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Elektroda superkapasitor dibuat dari bahan karbon aktif kulit buah kakao.
2. Kulit buah kakao dikarbonisasi dengan suhu  $250^{\circ}C$  selama 2,5 jam.
3. Aktivasi kimia dilakukan menggunakan aktivator  $ZnCl_2$  0,4 M.
4. Ukuran partikel karbon aktif yang digunakan adalah  $< 75 \mu m$ .
5. Variasi elektrolit  $H_2SO_4$  1 M, 2 M, dan 3 M.