

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi penyimpanan energi seperti baterai isi ulang dan superkapasitor memainkan peran yang sangat penting dalam eksploitasi dan pemanfaatan biomasa yang ramah lingkungan. Permintaan yang tinggi akan perangkat penyimpan energi bisa dilihat dari penggunaannya pada kendaraan listrik dan hibrid, power bank dan UPS (*Uninterruptible Power Supply*) yang semakin meningkat¹.

Baterai digunakan karena lebih praktis dan hanya sekali pakai, namun ini juga menjadi kelemahan karena tidak dapat bertahan lama dalam penggunaannya, tidak mempunyai nilai ekonomis, menghasilkan limbah yang berbahaya bagi lingkungan, dan daya simpan juga cenderung kecil sehingga belakangan ini orang mulai beralih ke superkapasitor. Superkapasitor memiliki keunggulan dibandingkan dengan energi penyimpanan lainnya seperti biaya produksi yang rendah, keamanan yang tinggi, massa pakai yang lama, dan waktu pengisian/pengosongan yang relatif cepat. Superkapasitor atau yang dikenal sebagai kapasitor elektrokimia EDLC (*Elektrochemically double-layer Capacitors*) adalah lapisan rangkap listrik berupa elektroda yang dipisahkan oleh *separator*. Prinsip kerja dari superkapasitor ini adalah memanfaatkan bahan-bahan yang memiliki luas permukaan yang besar sebagai elektroda sehingga dapat meningkatkan kinerjanya¹. Biasanya bahan dasar yang digunakan adalah karbon aerogel, nanokomposit, nanotube, logam oksida, dan membran keramik, tetapi pada saat ini bahan-bahan tersebut sangat sulit dalam preparasinya dan mahal sehingga menjadi suatu kendala dalam pembuatan rangkaiannya. Oleh sebab itu perlu terobosan baru dalam pembuatan superkapasitor dengan bahan yang murah dan performa yang sama, salah satunya adalah penggunaan karbon aktif sebagai elektroda².

Pemakaian karbon sebagai elektroda superkapasitor telah banyak dimodifikasi untuk meningkatkan nilai kapasitansinya, diantara bahan yang digunakan sebagai precursor adalah biomassa seperti limbah cangkang kelapa sawit (2016)⁶ biji karet (2015)¹⁵, ampas kopi (2018)⁷ dan ampas teh (2021). Bahan dasar karbon aktif berpori ini lebih banyak digunakan secara luas karena konduktivitas listriknya yang tinggi, relatif murah,

performance yang stabil, polarisasi yang baik, mudah didapatkan dan preparasi yang tidak sulit³.

Green Petroleum Coke atau *Green Petroleum Coke* merupakan produk sampingan yang paling melimpah dalam pengolahan minyak bumi berupa karbon berbentuk padat dan berwarna hitam dimana lebih dari 100 juta ton produksi dilaporkan pada tahun 2018. Saat ini pemanfaatannya pada pembuatan baja sebagai penyangga material besi, reduktor, dan sebagai bahan bakar². Pengolahan minyak mentah yang menghasilkan kokas hanya dua di dunia dan salah satunya di Indonesia, Namun aplikasi untuk *Green Petroleum Coke* ini sedikit terutama pada biomassa sebagai karbon aktif karena kandungan sulfur yang tinggi (~ 6 wt%) dan luas permukaan yang rendah (<5 m²/g). Oleh karena itu perlu konversi *Green Petroleum Coke* ke karbon aktif agar potensi dari *Green Petroleum Coke* dapat lebih dimanfaatkan dengan meningkatkan luas permukaannya. Pemanfaatan campuran karbon aktif *Green Petroleum Coke* dan tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan elektroda superkapasitor sebelumnya sudah pernah dilakukan oleh Taer dkk pada tahun 2016 dengan perbandingan masa campuran 1 : 3, dan asam sulfat (H₂SO₄) sebagai larutan elektrolit yang menghasilkan nilai kapasitansi 1,1936 F/g. Nilai kapasitansi yang kecil kemungkinan karena larutan asam sulfat sebagai larutan elektrolit yang tidak dapat menutup semua pori-pori pada elektroda-elektroda karbon baik mikropori maupun mesopori.

Pemanfaatan *Green Petroleum Coke* untuk konversi ke karbon berpori dengan luas permukaan tinggi menggunakan KOH sebagai agen aktivator telah pernah diteliti oleh Srinivasakannan (2018) namun pemanfaatannya sebagai elektroda superkapasitor sampai saat ini belum pernah dilaporkan. Beberapa metode telah dilaporkan untuk membuat karbon berpori dari *Green Petroleum Coke* menggunakan KOH, NaOH, Na₂CO₃ dan K₂CO₃ sebagai aktivator. Aktivator KOH dilaporkan memberikan luas permukaan yang tinggi dibandingkan dengan hidroksida logam alkali lainnya. Hidroksida logam alkali telah digunakan secara efektif untuk pemutusan ikatan antara karbon serta antara karbon dan belerang yang ada pada *Green Petroleum Coke*. Aktivasi kimia *Green Petroleum Coke* dengan KOH dilaporkan dapat menghilangkan sulfur hingga 98%, dengan luas permukaan 1350 m²/g dan porositas mikro 65% - 75% dari total volume pori. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan sintesis karbon aktif dari *Green Petroleum Coke* menggunakan

aktivasi kimia (KOH) dengan aliran N₂ untuk mendapatkan luas permukaan yang tinggi. Luas permukaan yang tinggi dari karbon aktif sebagai bahan elektroda adalah salah satu syarat paling penting yang mempengaruhi kinerja superkapasitor. Untuk meningkatkan kemampuan superkapasitor dalam menyimpan muatan maka dilakukan variasi elektrolit yaitu asam dan basa sehingga didapatkan nilai kapasitansi yang lebih optimal.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah karakterisasi karbon aktif dari *Green Petroleum Coke* dengan aktivator KOH ?
2. Bagaimanakah kinerja dari karbon aktif *Green Petroleum Coke* sebagai elektroda superkapasitor ?
3. Bagaimana pengaruh larutan elektrolit asam dan basa terhadap sifat elektrokimia elektroda superkapasitor dengan bahan dasar karbon aktif *Green Petroleum Coke*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mempelajari karakterisasi karbon aktif dari *Green Petroleum Coke* dengan aktivator KOH
2. Mempelajari kinerja dari karbon aktif *Green Petroleum Coke* sebagai elektroda superkapasitor
3. Mempelajari pengaruh larutan elektrolit asam dan basa terhadap sifat-sifat elektrokimia elektroda superkapasitor dengan bahan dasar karbon aktif *Green Petroleum Coke*?

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat mengeksplorasi *Green Petroleum Coke* sebagai bahan dasar untuk membuat elektroda superkapasitor yang selama ini belum di manfaatkan secara optimal serta memberikan metoda alternatif dalam pemenuhan penyimpanan energi terbaru dengan kapasitansi dan rapat daya yang relatif tinggi.

