BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya jumlah penduduk mengakibatkan peningkatan pemakaian energi dalam skala besar. Salah satu jenis energi yang banyak digunakan adalah energi listrik. Sebagai contoh beberapa peralatan rumah tangga memerlukan energi listrik dalam pengoperasiannya. Bahkan teknologi digital seluruhnya menggunakan pasokan energi listrik, seperti, *handphone*, kamera digital, laptop dan lain. Pemakaian energi listrik dalam skala besar tersebut membutuhkan solusi dalam pengembangan sistem penyimpanan energi listrik. Untuk mengatasi masalah tersebut, telah dikembangkan sistem penyimpan energi listrik, seperti baterai litium, sel bahan bakar, dan superkapasitor (Kalyani dan Anitha, 2013). Superkapasitor merupakan bagian dari perangkat penyimpanan energi listrik yang semakin penting dan mendapat banyak perhatian karena kemampuannya dalam berbagai aplikasi mulai dari perangkat elektronik hingga kendaraan listrik (Lobato *et al.*, 2017).

Superkapasitor banyak digunakan karena memiliki beberapa kelebihan antara lain, kerapatan energi yang tinggi, siklus hidup yang lama, waktu pengisian yang pendek, kemampuan penyimpanan energi yang besar, aman dan bebas dari bahan korosif sehingga aman bagi lingkungan (Enock *et al.*, 2017). Superkapasitor dapat digunakan sebagai penyimpan energi listrik berdasarkan pada prinsip perubahan energi kimia menjadi energi listrik melalui suatu reaksi kimia. Proses penyimpanan energi terjadi karena terbentuknya pasangan ion dalam elektrolit dan elektron pada permukaan antara elektroda dan elektrolit (Wei dan Yushin, 2012). Superkapasitor dapat menyediakan *power density* yang lebih besar dikarenakan oleh nilai kapasitansi spesifik yang tinggi berdasarkan luas permukaan yang besar dari material mesopori penyusun elektroda. Semakin luas permukaan elektroda, maka semakin banyak muatan listrik yang dapat tersimpan oleh elektroda superkapasitor (Aziz *et al.*, 2016). Salah satu cara untuk meningkatkan nilai kapasitansi spesifik menggunakan material berpori penyusun elektroda.

Saat ini, telah dikembangkan beberapa material berpori untuk elektroda superkapasitor diantaranya adalah bahan berbasis karbon (karbon *nanotube*, karbon *nanofiber*, grafit dan karbon aktif (Abioye dan Ani, 2015), logam transisi (NiO,

MgO,dan RuO_2) (Lee, Park dan Kim, 2017); (Sun *et al.*, 2016);dan (Li *et al.*, 2018), polimer (Zhong *et al.*, 2017). Dibandingkan dengan bahan elektroda yang lain, bahan karbon aktif mudah didapat, biaya murah, memiliki konduktivitas listrik yang tinggi dan luas permukaan yang besar (Poonam *et al.*, 2019). Sebagian besar karbon aktif komersil yang dibuat dari bahan bakar fosil dari minyak bumi dan batu bara membuatnya sangat mahal dan tidak ramah lingkungan sehingga penelitian beralih pada sumber karbon aktif dari biomassa limbah organik yang lebih murah, mudah didapat dan ramah lingkungan (Abioye dan Ani, 2015). Berbagai penelitian telah banyak dilakukan dalam penggunaan sumber karbon aktif dari biomassa limbah organik sebagai elektroda superkapasitor seperti, limbah bubuk kopi (Tashima *et al.*, 2014), daun ketaping (Taer *et al.*, 2018), cangkang kelapa sawit (Misnon *et al.*, 2015), enceng gondok (Zheng *et al.*, 2017), tandan kosong kelapa sawit (Farma *et al.*, 2013), dan cangkang biji karet (Pagketananga *et al.*, 2015). Pada penelitian ini dipilihlah cangkang buah ketaping (*Terminal Captapa*) yang banyak ditemukan di daerah Sumatera Barat khususnya daerah ketaping sebagai sumber karbon aktif karena mudah didapat, melimpah, terbarukan dan berkontribusi terhadap pengurangan limbah organik.

Cangkang buah ketaping merupakan bagian yang paling keras yang mengandung 37% selulosa, 21,6% hemiselulosa, dan 40,3% lignin pada komponen yang terdapat pada tumbuhan Ketaping (Largitte *et al.*, 2016) dan (Ouensanga, Largitte dan Arsene, 2003). Perbedaaan jenis biomassa menghasilkan jumlah karbon aktif yang berbeda pula. Semakin banyak kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin maka akan semakin banyak karbon aktif yang dihasilkan (González-García, 2018). Cangkang buah ketaping atau disebut juga *Terminalia Cattapa* merupakan tumbuhan asli yang tersebar di daerah tropis seperti Asia Tenggara termasuk Indonesia (Taer *et al.*, 2018). Cangkang buah ketaping mempunyai cangkang berserat yang struktur porinya mudah dikontrol sehingga menghasilkan struktur pori yang tersusun relatif teratur. Struktur pori teratur akan menghasilkan transfer pemindahan ion yang cepat sehingga menghasilkan daya superkapasitor yang lebih tinggi (Yanti, Taer dan Sugianto, 2014). Struktur pori karbon alami memiliki pori makro dengan luas permukaan elektroda relatif rendah. Untuk itu

perlunya dilakukan modifikasi struktur pori dalam meningkatkan luas permukaan elektroda karbon aktif.

Karbon berpori dengan luas permukaan yang besar, didapatkan dengan aktivasi (Abioye dan Ani, 2015). Berbagai penelitian sebelumnya sudah banyak dilakukan dalam pengaktivasian karbon berpori seperti penggunaan aktivator dengan KOH (Pagketananga *et al.*, 2015), NaOH (Fujishige *et al.*, 2017), gas CO_2 (Farma *et al.*, 2013), $ZnCl_2$ (Kang *et al.*, 2018), K_2CO_3, dan H_3PO_4 (Kwiatkowski dan Broniek, 2017). Pada penelitian ini dipilihlah kalium hidroksida (KOH). Kalium hidroksida (KOH) merupakan agen pengaktif yang lebih baik dibandingkan dengan agen pengaktif lainnya. Karena kemampuan interkalasi logam kalium ke dalam struktur material berpori sehingga dapat membentuk diameter pori yang lebih besar serta energi aktivasi pada sistem KOH / C juga jauh lebih rendah dari pada kebanyakan aktivator lainnya (Momodu *et al.*, 2017). Penggunaan KOH sebagai aktivator mampu mempengaruhi luas permukaan karbon aktif dari cangkang biji karet dan meningkatkan nilai kapasitansi yang dihasilkan dalam aplikasinya sebagai elektroda superkapasitor (Pagketananga *et al.*, 2015). Aktivasi KOH terhadap karbon aktif dari cangkang kelapa sawit dengan rasio 4:1 menunjukan stabilitas yang sangat baik, nilai kapasitansi yang dihasilkan mencapai 95-97% hingga 1000 kali siklus pengulangan (Misnon *et al.*, 2015). Tetra (2017) juga melaporkan penggunaan aktivator KOH dengan rasio 4:1 terhadap cangkang kelapa sawit didapatkan luas permukaan karbon aktif 27,253 m^2/g dengan ukuran partikel 45 µm dan kapasitansi 48,2516 F (Tetra *et al.*, 2017).

Pada penelitian ini, dipelajari pengaruh aktivasi dengan KOH terhadap struktur pori karbon aktif dari cangkang buah ketaping sebagai material elektroda superkapasitor dengan memvariasikan rasio KOH dan karbon aktif serta mempelajari pengaruh struktur pori terhadap sifat elektrokimia yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Nilai kapasitansi dari suatu elektroda superkapasitor ditentukan oleh luas permukaan bahan elektroda tersebut. Semakin luas permukaan bahan elektroda maka semakin besar daya simpan dari elektroda superkapasitor. Oleh karena itu, pada penelitian ini elektroda karbon dari cangkang buah ketaping diaktivasi dengan KOH adapun perumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana komposisi kimia karbon aktif dari cangkang buah ketaping yang diaktivasi KOH sebagai material penyusun elektroda superkapasitor
2. Bagaimana struktur kristal dan vibrasi molekul karbon aktif dari cangkang buah ketaping yang diaktivasi KOH sebagai material penyusun elektroda superkapasitor
3. Bagaimana luas permukaan dan struktur pori karbon aktif dari cangkang buah ketaping yang diaktivasi KOH sebagai material penyusun elektroda superkapasitor
4. Bagaimana nilai kapasitansi, kerapatan energi dan kerapatan daya elektroda superkapasitor yang dibuat dari bahan berbasis karbon aktif dari cangkang buah ketaping.

1.3 Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Menentukan komposisi kimia karbon aktif dari cangkang buah ketaping yang diaktivasi KOH sebagai material penyusun elektroda superkapasitor
2. Menentukan struktur kristal karbon aktif dan vibrasi molekul dari cangkang buah ketaping yang diaktivasi KOH sebagai material penyusun elektroda superkapasitor
3. Menentukan luas permukaan dan struktur pori karbon aktif dari cangkang buah ketaping yang diaktivasi KOH sebagai material penyusun elektroda superkapasitor
4. Menentukan nilai kapasitansi, kerapatan energi dan kerapatan daya elektroda superkapasitor yang dibuat dari bahan berbasis karbon aktif dari cangkang buah ketaping

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi tentang potensi penggunaan elektroda karbon dari cangkang buah ketaping yang diaktivasi menggunakan KOH yang diaplikasikan pada elektroda superkapasitor sehingga dapat dimanfaatkan dalam skala labor maupun skala industri, serta dapat di publikasikan di jurnal nasional terakreditasi.

UNIVERSITAS ANDALAS
UNTUK KEDJAJAAN BANGSA