

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Baterai merupakan salah satu perangkat penyimpan energi dengan mengubah energi kimia menjadi energi listrik sehingga dapat digunakan sebagai sumber energi pada perangkat elektronik (Otong, 2019). Proses penyimpanan energi ini terjadi melalui reaksi reduksi oksidasi elektrokimia (redoks) antara dua atau lebih bahan. Baterai diklasifikasikan menjadi dua yaitu baterai primer dan baterai sekunder. Baterai ion litium merupakan salah satu jenis baterai sekunder karena reaksi elektrokimia yang terjadi di dalamnya bersifat *reversible* sehingga dapat mengonversi energi pada proses *charging* dan *discharging* (Satriady dkk., 2016).

Seiring dengan perkembangan zaman, aplikasi baterai ion litium pada perangkat elektronik maupun kendaraan listrik semakin dibutuhkan (Lv dkk., 2013). Baterai berbasis litium memiliki keunggulan yaitu dapat menghasilkan energi dan daya densitas yang besar, efisien tinggi dan siklus hidup yang relatif lama. Performa dari baterai ion litium sangat ditentukan oleh karakteristik elektrodanya (Antika dkk., 2019). Kapasitas energi yang disimpan dalam sistem baterai litium tergantung pada jumlah ion yang dapat disimpan dalam struktur bahan elektroda pada proses *charging* dan *discharging* (Ginting dkk., 2014). Material aktif pada baterai ion litium terdiri dari material aktif anoda, katoda dan elektrolit. Anoda memainkan peran penting dalam aktivitas elektrokimia baterai ion litium, terutama kinerja siklus, laju pengisian, dan

kepadatan energi. Oleh karena itu, kinerja elektrokimia baterai lithium ion juga tergantung pada bahan anodanya (Al Ja'farawy dkk., 2021).

Material grafit umumnya digunakan sebagai bahan anoda baterai ion litium komersial karena memiliki siklus hidup panjang dan biaya rendah. Namun, kapasitas penyimpanan litium yang rendah membuat grafit tidak dapat memenuhi persyaratan bahan elektroda baterai dengan kepadatan energi tinggi. Baru-baru ini, silika (SiO_2) telah diusulkan sebagai material anoda alternatif karena spesifisitas teoritisnya yang tinggi dengan kapasitas 1961 mAh/g dan potensi debit rendah serupa dengan Si, kelimpahan di alam yang besar, biayanya yang rendah dan ramah lingkungan (Al Ja'farawy dkk., 2021). Di samping itu, silika memiliki beberapa kelemahan yang membatasi aplikasinya sebagai anoda baterai litium karena konduktivitas listrik yang rendah dan umur siklus pendek yang terjadi akibat ekspansi volume selama proses *charge-discharge* (Askaruly dkk., 2023). Setelah proses siklus yang panjang, anoda silika mengalami kerusakan dan penghancuran partikel elektron diantara retakan bahan aktif dan *current collector* yang menyebabkan lambatnya difusi ion litium ke dalam bahan aktif (Zhang dkk., 2016).

Penggunaan material karbon dapat meningkatkan stabilitas dan konduktivitas dari elektroda. Salah satu tipe material karbon yang dapat digunakan sebagai anoda adalah carbon quantum dots (CQDs). CQDs adalah kelas baru material nano karbon dengan struktur amorf *quasspherical* hingga *nanocrystalline* inti yang mempunyai ukuran kurang dari 10 nm (Javed dkk., 2019). Adanya gugus karboksil pada CQDs membuat material ini larut dalam

media berair sehingga memiliki konduktivitas yang besar karena kurungan kuantumnya. Material ini memiliki fleksibilitas yang besar pada permukaan dan ukuran yang beragam, sehingga CQDs dapat menciptakan antarmuka yang sangat baik untuk interkalasi antara elektroda dan elektrolit (Zhang dkk., 2020).

Modifikasi sifat SiO_2 dan penggunaan material CQDs sebagai komposit merupakan strategi yang efektif untuk meningkatkan stabilitas dan konduktivitas anoda baterai ion litium. Askaruly dkk., (2023) mensintesis SiO_2 dari sekam padi dan lapisan karbon dari sukrosa yang menunjukkan kinerja tinggi dengan kapasitas spesifik sebesar 450 mAh/g setelah 50 siklus. Bahan karbon dapat mencegah agregasi selama *cycling* dan meningkatkan konduktivitas SiO_2 . Selain itu, bahan karbon dapat mengurangi perluasan volume SiO_2 dalam proses litiasi/delitiasi yang berulang dan menahan penghancuran elektroda (Askaruly dkk., 2023).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dalam penelitian ini dilakukan penggabungan antara SiO_2 dengan CQDs menjadi material komposit sebagai anoda baterai ion litium. Limbah geotermal digunakan sebagai sumber SiO_2 karena material ini mengandung sekitar 90% silika yang belum dimanfaatkan dengan baik (Widiyandari dkk., 2020). CQDs disintesis dengan metode *microwave* yang mudah dan ramah lingkungan. Komposit SiO_2/CQDs disintesis menggunakan metode sol-gel hidrotermal dengan variasi massa CQDs. Komposit SiO_2/CQDs hasil sintesis diharapkan memiliki nilai

konduktivitas dan performa baterai yang lebih tinggi sehingga dapat digunakan sebagai material anoda pada baterai ion litium.

I.2 Tujuan Penelitian

1. Mensintesis komposit SiO_2/CQDs menggunakan metode sol-gel hidrotermal dengan variasi massa CQDs sebesar 0,5; 1; 1,5; 2 dan 3 gram
2. Menentukan karakteristik komposit SiO_2/CQDs menggunakan analisis FTIR, XRD, dan GSA
3. Menentukan konduktivitas listrik komposit SiO_2/CQDs sebagai material elektroda baterai ion litium menggunakan LCR meter dan *Electrochemical Impedance Spectrometry* (EIS)