

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Badan Pusat Statistik Indonesia melaporkan bahwa pengguna telepon genggam di Indonesia dari tahun 2021 – 2023 terus mengalami peningkatan dari 65,87% – 67,99%. Telepon genggam memanfaatkan energi listrik yang disimpan dalam baterai. Baterai merupakan perangkat yang memiliki kemampuan untuk menyimpan energi berupa energi listrik dengan cara mengubah energi kimia menjadi energi listrik (Ginting dkk., 2014). Salah satu jenis baterai yang banyak digunakan adalah baterai ion litium (Kim dkk., 2019). Baterai ion litium menjadi andalan baterai sekunder komersial karena memiliki keunggulan yaitu energi densitas yang tinggi, dan masa pakai yang lama (Zhu dkk., 2024). Pada umumnya, komponen penyusun pada baterai ion litium terdiri dari elektroda (katoda dan anoda), elektrolit dan separator. Performa elektrokimia dari baterai ion litium sangat bergantung pada karakteristik material elektroda. Anoda merupakan komponen elektroda yang penting pada baterai ion litium karena sifat dan morfologinya sehingga memiliki pengaruh yang besar terhadap kinerja keseluruhan baterai, terutama kinerja siklus, laju pengisian, dan kapasitas penyimpanan ion litium (Nzereogu dkk., 2022). Material anoda yang digunakan harus memenuhi beberapa kriteria diantaranya memiliki porositas dan konduktivitas yang baik, nilai potensial versus Li/Li^+ yang rendah, dan kapasitas spesifik yang tinggi.

Material yang digunakan untuk anoda pada umumnya menggunakan material berbasis karbon seperti grafit karena memiliki stabilitas kimia yang baik,

dan konduktivitas elektronik yang tinggi (Javed dkk., 2019). Namun, material grafit memiliki kapasitas teoritis yang rendah yaitu sebesar 327 mAh/g sehingga kriteria tersebut tidak dapat digunakan dalam hal meningkatkan performa anoda yang harus memiliki kapasitas tinggi (Cao dkk., 2018). Bahan berbasis silika (SiO_2) mendapat banyak perhatian sebagai anoda baterai karena memiliki kapasitas teoritis yang tinggi yaitu sebesar 1961 mAh/g, keberadaannya yang melimpah, dan ramah lingkungan (Hu dkk., 2019). Salah satu sumber silika yang melimpah di Indonesia adalah limbah geotermal. Berdasarkan hasil analisa laboratorium, limbah geotermal mengandung silika (SiO_2) dengan kadar 65 - 75% berat (Sumada dkk., 2017). Penelitian yang dilakukan oleh Widiyandari dkk., (2020) membuktikan bahwa sintesis material anoda menggunakan silika limbah geotermal dengan kandungan silika sebesar 10,6% menggunakan metode metalotermal menghasilkan kapasitas spesifik sebesar 761,16 mAh/g. Selain itu, silika memiliki kelemahan yaitu mengalami perubahan volume yang signifikan ($\sim 300\%$) selama proses *charge-discharge*, sehingga sering kali mengakibatkan penghancuran struktur kristal dan penurunan kapasitas yang cepat (Hu dkk., 2019).

Material karbon dapat meningkatkan konduktivitas dan membatasi pertumbuhan film SEI (*Solid Electrolyte Interface*), sehingga dapat menghasilkan kecepatan dan kestabilan siklus pada baterai yang lebih baik (Zhu dkk., 2024). Salah satu material karbon yang dapat digunakan sebagai anoda adalah *Carbon Quantum Dots* (CQDs). CQDs merupakan jenis baru dari material nano karbon dengan struktur amorf *quasi-spherical* hingga nano kristalin dengan ukuran kurang dari 10 nm (Javed dkk., 2019). Banyaknya karbon dengan hibridisasi sp^2

menjadikan material ini memiliki konduktivitas yang baik. Hal ini dapat terjadi karena hibridisasi sp^2 memungkinkan delokalisasi elektron yang lebih baik, sehingga dapat membantu pada saat transfer muatan (Son dkk., 2019). Selain itu, dengan adanya gugus fungsional seperti gugus karboksil dan hidroksil pada permukaan CQDs dapat meningkatkan difusi muatan dan transfer elektron (K. Kim & Ahn, 2022).

Penggabungan SiO_2 dengan CQDs merupakan langkah yang baik untuk meningkatkan stabilitas struktural selama proses litiasi/delitiasi serta konduktivitas listrik anoda baterai ion litium. Pada penelitian yang dilakukan oleh Cao dkk., (2018) menyatakan bahwa sintesis komposit SiO_2/C dengan mempirolisis TEOS dan karbon secara bersamaan menghasilkan kapasitas spesifik yang tinggi yaitu sebesar 1024 mAh/g selama 100 siklus. Y. Jiang dkk., (2024) juga mensintesis komposit SiO_2/C menggunakan TEOS dan TPOS sebagai sumber silika serta resorsinol dan formaldehid sebagai sumber karbon menggunakan metode Stöber menghasilkan kapasitas spesifik yang tinggi yaitu sebesar 1060 mAh/g selama 300 siklus. Material karbon dapat meningkatkan konduktivitas dan mencegah ekspansi volume silika selama proses litiasi/delitiasi. Selain itu, karbon juga dapat membatasi pembentukan lapisan SEI yang berlebih, sehingga akan menghasilkan *rate capability* yang baik dan stabilitas selama *cycling* (G. Zhu dkk., 2024).

Pada penelitian ini dilakukan penggabungan antara silika yang berasal dari limbah geotermal dengan CQDs sebagai material aktif elektroda pada baterai ion litium. Silika geotermal terpurifikasi diperoleh dengan proses pemurnian dengan metode *leaching* asam (Astuti dkk., 2023). $SiO_2/CQDs$ disintesis dengan metode

oil bath dalam satu tahap dengan variasi massa silika untuk mengetahui pengaruh penambahan silika terhadap performa elektrokimia elektroda. Material SiO₂/CQDs hasil sintesis diharapkan dapat menghasilkan nilai konduktivitas dan performa baterai yang lebih baik sehingga dapat digunakan sebagai material aktif anoda pada baterai ion litium.

I.2 Tujuan Penelitian

1. Mensintesis SiO₂/CQDs dari silika limbah geotermal menggunakan metode *oil bath* dengan variasi massa SiO₂.
2. Menentukan karakteristik SiO₂/CQDs menggunakan Spektrofotometer *Photoluminescence* dan FTIR.
3. Menentukan performa elektrokimia material SiO₂/CQDs sebagai material anoda pada baterai ion litium menggunakan LCR meter.