

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permintaan akan sistem penyimpanan energi berkinerja tinggi meningkat pesat. Peningkatan ini terjadi karena meningkatnya kebutuhan akan solusi energi yang berkelanjutan dan efisien. Salah satu dari berbagai sumber energi yang ada, baterai lithium-ion (LIB) telah menjadi teknologi yang dominan selama bertahun-tahun (Klimpel, 2022). Namun, densitas energi dari LIB sudah mendekati batasnya. Salah satu material yang dapat menjadi pengganti dari keterbatasan LIB adalah Sulfur/karbon aktif (AC)/MWCNT. Sulfur/AC/MWCNT memiliki ketersediaan yang berlimpah dan energi volumetrik yang tinggi (Zheng, 2019).

Sulfur dapat menjadi pilihan material pengganti elektroda Li-Ion. Ketersediaan sulfur di alam yang melimpah dan ramah lingkungan membuat sulfur menjadi pilihan yang tepat. Sulfur secara teoritis memiliki kapasitansi yang tinggi (1675 mAh.g^{-1}) dan densitas energi yang tinggi (2600 Wh.kg^{-1}) (Tian, 2021). Namun demikian dibalik keunggulan sulfur sebagai elektroda, terdapat kelemahan sulfur, yaitu konduktivitas yang rendah. Kompleksitas lain muncul dari transformasi fase yang terjadi selama siklus charge-discharge, dimana sulfur mengalami transisi antara fase padat dan cair yang melibatkan pembentukan spesi litium polisulfida. Fenomena shuttle effect terjadi ketika spesi polisulfida ini, yang memiliki kelarutan dalam elektrolit, bermigrasi dari katoda menuju anoda (Li, 2024). Peristiwa shuttle effect ini berdampak signifikan pada penurunan kapasitas dan efisiensi baterai. Hal ini akan membatasi kinerja baterai secara keseluruhan.

Material karbon bisa digunakan untuk mengatasi masalah ini. Karbon aktif (AC) dan MWCNT digunakan sebagai campuran pada elektroda sulfur untuk mengatasi masalah ini. Karbon aktif banyak digunakan pada elektrokimia sebagai elektroda karena struktur porinya yang dapat digunakan sebagai tempat penyimpanan ion. Karbon aktif dapat menggabungkan gugus fungsi, dan porositas yang dapat diatur (Lota, 2011). Pada kasus tertentu, karbon aktif digunakan karena stabilitasnya terhadap lingkungan asam dan luas permukaan areanya yang luas, dapat memfasilitasi reaksi redoks (Kim, 2021). Karbon aktif tidak hanya meningkatkan sifat elektrokimia pada sulfur tetapi juga meningkatkan kinerja keseluruhan pada baterai (Bao, 2018). MWCNT memiliki distribusi ukuran pori yang beragam, konduktivitas tinggi, dan kekuatan material yang membuatnya cocok sebagai campuran pada elektroda sulfur. Konduktivitas pada MWCNT dapat mengatasi kekurangan sulfur sebagai elektroda.

Konduktivitas pada MWCNT memungkinkan perpindahan elektron pada fase *charge and discharge cycle* yang meningkatkan *rate capability* pada baterai (Yao, 2018). Kerangka struktur yang kuat memungkinkan infiltrasi elektrolit yang efisien. Struktur kuat MWCNT tersebut penting untuk menjaga kinerja elektroda selama siklus *charge and discharge* (Jin, 2016). (Lu et al., 2023) menggabungkan sulfur, cnt, dan karbon aktif menjadi komposit S/AC/MWCNT dengan perbandingan 7 : 2 : 1 yang dipanaskan pada suhu 155°C kemudian dikeringkan selama 6 jam. (Chen, 2021) juga melakukan penelitian serupa dengan membuat elektroda berbasis S/MWCNT yang dimurnikan dengan HCl berhasil meningkatkan performa elektroda dengan signifikan.

Faktor lain yang mempengaruhi kinerja elektroda adalah pengikat/binder. Binder yang umum digunakan adalah *Polyvinylidene Fluoride* (PVDF). PVDF memiliki *high adhesion strength* yang tinggi yang memberikan daya rekat pada material aktif. Ikatan yang kuat dapat mencegah terjadinya delaminasi dan dapat meningkatkan kinerja baterai secara menyeluruh (Nishanth, 2023). PVDF juga mudah terlarut dan mudah tercampur dengan material lainnya yang memungkinkan pemrosesan aplikasi menjadi lebih mudah (Zhong, 2021). PVDF juga memiliki stabilitas thermal yang baik. Hal ini membuatnya menjadi lebih fleksibel digunakan pada suhu tinggi (Koseki, 2012).

Dari uraian di atas, akan dilakukan penelitian tentang pengaruh komposisi massa karbon aktif (AC) pada elektroda S/AC/MWCNT. Variasi tersebut diharapkan akan berpengaruh terhadap performa elektroda melalui pengujian *Cyclic Voltametry* dan *Electrochemical Impedance Spectroscopy*, serta pengaruh terhadap morfologi struktur melalui pengujian SEM.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Membuat elektroda berbasis S/AC/MWCNT
2. Menganalisis morfologi elektroda S/AC/MWCNT
3. Membandingkan sifat kelistrikan elektroda sulfur murni dengan elektroda S/AC/MWCNT

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu berguna untuk pengembangan elektroda berbasis S/AC/MWCNT sebagai alternatif elektroda Li-ion yang lebih ramah lingkungan.