

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Baterai berbasis litium merupakan baterai yang paling banyak digunakan saat ini, namun mudah terbakarnya elektrolit, langkanya bahan litium, serta biayanya yang tinggi diperlukan pengembangan baterai alternatif (Ni dkk., 2022); (Deka & Dutta, 2023). Baterai aluminium-sulfur (Al-S) dengan kapasitas volumetriknya yang tinggi dan bahannya yang melimpah dinilai dapat menjadi perangkat penyimpanan energi alternatif. Munculnya ion polisulfida yang berasal dari pelarutan katoda sulfur ke dalam elektrolit menyebabkan lambannya kinetika spesies sulfur dan meningkatnya kecepatan degradasi kepadatan energi menjadikan baterai ini perlu dikembangkan lebih lanjut (Deka & Dutta, 2023). Permasalahan tersebut dapat mengurangi efisiensi baterai dalam jangka panjang, sehingga diperlukan pengembangan material sebagai inang untuk mengikat sulfur dalam baterai Al-S dengan penggunaan jenis dan konsentrasi elektrolit yang tepat (Wang dkk., 2024). Bahan berbasis karbon seperti graphene, *carbon nanotube* (CNT), karbon sferis, dan karbon berpori dinilai mampu menjadi inang sulfur karena luas permukaannya yang tinggi, struktur berpori, konduktivitas tinggi, ketahanan mekanik, stabilitas termal serta kemudahan fungsionalisasinya yang dapat berpengaruh pada peningkatan kinerja baterai (Deka & Dutta, 2023).

Dalam pembuatan katoda, metode yang sering digunakan diantaranya *electrochemical plating*, *dip coating*, *screen printing*, dan *doctor blade* (Lai dkk., 2021); (Zang dkk., 2020); (Alam dkk., 2020); (Cherrington & Liang, 2016). Pembuatan katoda ini menggunakan metode *doctor blade* karena dapat menghasilkan katoda dengan ketebalan tertentu serta cara penggunaan yang mudah dan sederhana. Katoda baterai Al-S ini dimodifikasi pada bahan pembuatannya menggunakan MWCNT (*Multiwalled Carbon Nanotube*) dan karbon aktif. MWCNT diprediksi mampu menjadi perangkap sulfur melalui ikatan di dalam dinding tabung nanonya yang dapat meningkatkan penyerapan polisulfida, sehingga membatasi hilangnya sulfur dari katoda ke dalam elektrolit serta dapat

membantu menahan migrasi polisulfida (Subagio dkk., 2022); (Setyoputra dkk., 2022); (Subagio dkk., 2019); (Kim dkk., 2023). MWCNT memiliki luas permukaan lebih besar yang memungkinkan peningkatan area kontak katoda dengan elektrolit serta lebih banyak tempat penyimpanan ion untuk transmisi elektron dan ion, sehingga menjadikan kinerja kapasitif lebih baik (Vangari dkk., 2013); (Ma dkk., 2016). Selain itu, karbon aktif juga ditambahkan sebagai inang sulfur sehingga dapat menghambat transfer polisulfida kedalam elektrolit (Li dkk., 2018).

Selain bahan katoda, elektrolit juga mempengaruhi kinerja katoda baterai (Syarif, 2014). elektrolit memainkan peran penting sebagai medium perantara bagi ion bermuatan selama proses pengisian dan pengosongan. Oleh karena itu, karakteristik elektrolit seperti jenis ion, mobilitas, ukuran ion dan interaksinya dengan elektroda menjadi faktor dalam menentukan kinerja baterai (Kondrat & Kornyshev, 2013). Telah dilakukan penelitian sebelumnya oleh Yu & Manthiram (2017) yang membuat katoda sulfur/karbon nanofiber (S/CNF) dengan elektrolit AlCl_3 menghasilkan kapasitansi awal sebesar 2400 F/g (X. Yu & Manthiram, 2017). Zheng dkk. (2020) yang membuat katoda komposit berbasis karbon yang terdiri dari graphene (rGO), kobalt sulfida, dan sulfur dengan elektrolit $\text{AlCl}_3/[\text{EMI}]\text{Cl}$ menghasilkan kapasitansi sebesar 2315 F/g (Zheng dkk., 2020). Penelitian juga dilakukan oleh Zhang dkk. (2020) dengan membuat katoda sulfur/karbon dengan elektrolit $\text{AlCl}_3/[\text{EMI}]\text{Cl}$ menghasilkan kapasitansi sebesar 805 F/g, namun pada penelitian tersebut selain katoda dan separator juga dipengaruhi oleh elektrolit yang digunakan dalam pengujiannya (Zhang dkk., 2020). Penggunaan elektrolit AlCl_3 yang umumnya digunakan memiliki ion kompleks AlCl_4^- atau Al_2Cl_7^- dalam sistem dapat membentuk endapan yang tidak diinginkan dan mengganggu reaksi elektrokimia pada elektroda sulfur, sehingga diperlukan alternatif elektrolit lain untuk mengatasi hal tersebut. Elektrolit netral seperti NaCl , Na_2SO_4 , dan KCl dalam sistem baterai aluminium-sulfur (Al-S) dipilih sebagai alternatif terhadap elektrolit konvensional berbasis AlCl_3 , terutama untuk kompatibilitas elektroda. Selain itu stabilitas tinggi dalam larutan berair, tidak korosif, dan tidak menghasilkan kompleks reaktif dengan ion aluminium, sehingga lebih cocok untuk mempertahankan kestabilan struktur elektroda.

Penelitian terdahulu oleh Mendhe dan Panda (2023) yang menunjukkan bahwa ion K^+ memiliki ukuran ionik lebih besar namun menunjukkan konduktivitas ionik yang lebih tinggi dibanding Na^+ . Hal ini memungkinkan penetrasi yang lebih efisien ke dalam pori-pori elektroda, sehingga berkontribusi pada peningkatan kapasitansi. Gao dkk. (2023) menunjukkan bahwa SO_4^{2-} sebagai anion multivalen dalam Na_2SO_4 mampu meningkatkan kekuatan ionik larutan dan mempercepat stabilisasi muatan pada permukaan elektroda (Gao dkk., 2023). Namun, studi mengenai pengaruh langsung dari perbandingan elektrolit $NaCl$, KCl , dan Na_2SO_4 dengan variasi konsentrasi yang sama terhadap kapasitansi spesifik katoda berbasis sulfur/karbon aktif/MWCNT dalam sistem baterai Al-S masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan untuk mengkaji secara eksperimental pengaruh jenis dan konsentrasi elektrolit terhadap kinerja katoda baterai berbasis sulfur/karbon aktif/MWCNT.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan yaitu:

1. Menganalisis pengaruh jenis larutan elektrolit dan konsentrasinya terhadap nilai kapasitansi spesifik dan konduktivitas ionik katoda baterai berbasis sulfur/karbon aktif/MWCNT

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan guna mendapatkan pengembangan ilmu mengenai proses pembuatan katoda baterai berbasis Sulfur/Karbon Aktif/ MWCNT dan mendapatkan jenis elektrolit pada konsentrasi yang tepat untuk katoda berbasis Sulfur/Karbon Aktif/ MWCNT yang ditandai dengan nilai kapasitansi spesifiknya yang paling tinggi, sehingga diharapkan dapat diaplikasikan dimasa yang akan datang.