

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Peningkatan kebutuhan energi berkelanjutan yang semakin pesat mendorong pengembangan produk elektronik cerdas seperti *smartphone*, laptop, kamera digital, peralatan elektronik *portable*, dan kendaraan listrik. Hal ini mengakibatkan kebutuhan akan baterai juga meningkat. Baterai yang mendapatkan perhatian besar untuk pengembangan teknologi tersebut adalah baterai *lithium-ion* (*lithium-ion battery*, LIB). Hal ini dikarenakan LIB memiliki kepadatan energi yang tinggi, tidak memiliki efek memori, dan memiliki masa pakai yang lama (Cui dkk, 2017).

Komponen LIB terdiri atas katoda, anoda, separator, dan elektrolit (Dai dkk, 2022). Separator berfungsi mencegah terjadi arus pendek, memungkinkan ion Li^+ bermigrasi (Chen dkk, 2021), menyimpan elektrolit, dan mencegah ion Li^+ terurai (Dai dkk, 2022). Sebagai komponen penghalang antara katoda dan anoda, separator memainkan peran penting dalam stabilitas antarmuka, keamanan, dan kinerja pengisian/pengosongan LIB (Xiao dkk, 2020). Oleh karena itu, dibutuhkan separator yang memiliki stabilitas kimia yang baik, daya serap elektrolit yang baik, dan ketahanan termal yang tinggi (Zhang dkk, 2021).

Separator LIB komersial terbuat dari bahan polietilena dan polipropilena. Namun, polimer tersebut memiliki kelemahan seperti konduktivitas ionik yang rendah (Cui dkk, 2017), ketahanan termal yang rendah (Xiao dkk, 2020), dan

memiliki tingkat kebocoran elektrolit yang tinggi (Asghar dkk, 2018). Oleh karena itu, dibutuhkan pengembangan material polimer lain untuk mengatasi permasalahan pada penggunaan bahan separator polietilena dan polipropilena.

Penelitian mengenai material separator LIB telah banyak dilakukan, salah satunya dengan bahan *polyvinylidene fluoride* (PVdF). Separator dengan bahan PVdF memiliki ketahanan panas yang baik, konduktivitas ionik yang tinggi (Cui dkk, 2017), dan kekuatan mekanik yang tinggi (Khasi dkk, 2020). Hal ini menjadikan PVdF sebagai bahan separator yang menarik untuk dikembangkan lebih lanjut. Namun, separator berbahan PVdF memiliki stabilitas elektrokimia yang rendah, kinerja siklik yang rendah (Asghar dkk, 2018), dan kristalinitas yang tinggi (Xie dkk, 2021). Beberapa usaha modifikasi telah dilakukan dengan penambahan polimer lain (Barbosa dkk, 2018) dan penambahan *filler* (Khasi dkk, 2020) untuk mengatasi permasalahan tersebut. Penambahan polimer lain diharapkan dapat memperbaiki sifat kristalinitas PVdF sedangkan penambahan *filler* diharapkan dapat meningkatkan stabilitas mekanik dan konduktivitas ionik LIB (Barbosa dkk, 2018).

Eugenol merupakan bahan alami yang dapat ditemukan dalam minyak cengkeh yang melimpah di Indonesia. Eugenol memiliki gugus hidroksil dan vinil yang dapat disintesis menjadi polimer, seperti polieugenol dan turunan eugenol (Prasetya dkk, 2023). Selain itu, eugenol juga memiliki gugus aromatik yang dapat difungsionalisasi, seperti melalui reaksi sulfonasi untuk membentuk polimer turunan eugenol tersulfonasi (Djunaidi dkk, 2020). Polimer turunan eugenol mudah terurai sehingga memberikan nilai tambah untuk kelestarian lingkungan (Rahim

dkk, 2024). Polimerisasi eugenol menghasilkan polieugenol (PE) yang memiliki banyak gugus hidroksil dan aromatik (Prasetya dkk, 2019). Keberadaan gugus hidroksil ini membuat polieugenol lebih hidrofilik dan dapat berikatan dengan elektrolit. Selain gugus hidroksil, polieugenol kaya akan gugus aromatik yang dapat dimodifikasi lebih lanjut melalui reaksi sulfonasi untuk menghasilkan polimer eugenol tersulfonasi (PES). PES memiliki gugus $-SO_3$ yang dapat menyediakan jalur transportasi untuk ion litium (Li^+) sehingga meningkatkan stabilitas elektrokimia separator (Ponnada dkk, 2021). Pada penelitian mengenai polieugenol sulfonat oleh Muliawati. (2024), didapatkan hasil bahwa kapasitas tukar ion baik dan lebih hidrofilik sehingga membran mudah terbasahi.

Modifikasi polimer turunan eugenol juga dapat dilakukan dengan menambahkan agen pengikat silang sebagai salah satu monomer eugenol. Salah satu agen pengikat silang yang menawarkan keunggulan adalah N,N' metilen bis akrilamida (MBA). MBA memiliki struktur jaringan silang dan memiliki gugus amino dan karboksil yang dapat membentuk ikatan hidrogen, hal ini dapat memperkuat stabilitas dan kekuatan polimer yang dihasilkan (Zhang dkk, 2024). Penelitian yang dilakukan oleh Zhang dkk (2024) menunjukkan bahwa kopolimer eugenol -N,N' metilen bis akrilamida (PE-MBA) memiliki konduktivitas yang tinggi dan kestabilan kimia yang baik. Modifikasi eugenol dengan MBA dan reaksi sulfonasi menghasilkan kopolimer eugenol -N,N' metilen bis akrilamida sulfonat (PE-MBAS). PE-MBAS diharapkan dapat menyerap elektrolit lebih baik, meningkatkan transpor ion dan meminimalisir kebocoran elektrolit.

Modifikasi lain yang dapat digunakan untuk memperbaiki kekurangan PVdF adalah penambahan pengisi (*filler*). Grafena oksida (GO) dapat berperan sebagai *filler* dikarenakan dapat meningkatkan konduktivitas ionik dan sifat mekanik separator LIB. Hal ini dikarenakan GO memiliki luas permukaan yang besar serta sifat mekanik yang baik (Bashirpour-Bonab, 2022). Pada penelitian yang dilakukan oleh Khassi dkk (2020), campuran antara PVDF/TiO₂/GO dapat meningkatkan porositas sehingga dapat meningkatkan penyerapan elektrolit. Hal ini dikarenakan GO memiliki kelebihan yaitu dapat meningkatkan porositas, luas permukaan, sifat mekanik membran, dan meningkatkan kekuatan tarik. Pada penelitian yang dilakukan oleh Ahmad dkk (2018) menunjukkan jika penambahan *filler* GO dapat mempengaruhi stabilitas termal, kristalinitas, dan morfologi membran.

Separator LIB dapat dibuat dengan beberapa metode, salah satunya metode *solvent-casting*. Metode *solvent-casting* memiliki keunggulan karena relatif sederhana dan tidak membutuhkan banyak peralatan. Cara kerja metode ini adalah mencampurkan bahan pembuat separator dengan pelarut yang mudah menguap. Campuran tersebut kemudian dicetak diatas permukaan halus seperti piring kaca dan diuapkan dengan bantuan oven atau desikator hingga terbentuk lapisan film tipis (Dyartanti dkk, 2021).

Penelitian ini berinovasi untuk membuat separator dengan bahan dasar *polyvinylidene fluoride* (PVdF) yang ditambahkan polimer lain seperti polieugenol (PE), polieugenol sulfonat (PES), dan kopolimer eugenol -N,N' metilen bis

akrilamida sulfonat (PE-MBAS) dengan penambahan *filler* grafena oksida (GO) melalui metode pembuatan *solvent-casting*.

I.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mensintesis membran sebagai separator pada baterai *lithium ion* menggunakan bahan dasar PVdF, polimer turunan eugenol, dan grafena oksida.
2. Menganalisis variasi bahan pembuatan separator dari polimer turunan eugenol dengan penambahan *filler* grafena oksida.
3. Mengetahui performa membran separator baterai *lithium ion* menggunakan pengujian elektrokimia.