

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kemajuan signifikan teknologi modern seperti perangkat elektronik *mobile* dan kendaraan berbasis energi listrik menyebabkan kebutuhan terhadap pasokan energi listrik meningkat. Teknologi penyimpanan energi yang mampu menyediakan dan menyimpan energi sangat diperlukan. Superkapasitor merupakan salah satu perangkat penyimpan energi yang memiliki performa elektrokimia yang baik. Superkapasitor menawarkan fitur-fitur yang luar biasa, seperti kepadatan energi dan daya tinggi, proses pengisian dan pengosongan dengan waktu yang cepat, kapasitansi tinggi, serta memiliki siklus daya tahan yang lebih lama (Ngadiwiyana dkk., 2024). Hingga saat ini, superkapasitor umumnya menggunakan material yang tidak ramah lingkungan. Polipirol (PPy), polianilin (PANI), dan polistirena tersulfonasi (PST) merupakan polimer konduktif yang sering digunakan dalam superkapasitor. Polimer tersebut disintesis dari bahan minyak bumi sehingga tidak ramah lingkungan karena tidak dapat diperbarui (Ngadiwiyana dkk., 2025).

Polieugenol adalah salah satu material yang bersumber dari sumber daya alam terbarukan, serta berpotensi digunakan dalam aplikasi superkapasitor karena mengandung gugus fenolik ($-OH$) yang mampu melepas proton (Ngadiwiyana dkk., 2021). Namun, polieugenol memiliki kelemahan pada tingkat pembengkakan yang tinggi sehingga dapat menyebabkan *crossover* atau ketidakstabilan pada polimer. Nilai tingkat pembengkakan ini dapat dikurangi melalui modifikasi struktur polimer dengan penambahan ikatan taut silang, serta modifikasi ini juga

dapat meningkatkan stabilitas material dan mempertahankan kinerja elektroda selama siklus pengisian dan pengosongan (Ngadiwiyana dkk., 2024). Etilen Glikol Dimetakrilat (EGDMA) merupakan salah satu agen taut silang yang memiliki 2 gugus akrilat, sehingga dapat mengalami polimerisasi kationik ganda yang memungkinkan memperoleh struktur taut silang dengan polieugenol selama polimerisasi karena memiliki 2 jalur elektron. Maka dari itu, penambahan EGDMA dapat meningkatkan kestabilan pada polieugenol untuk mendukung kinerja elektroda superkapasitor. Nilai konduktivitas dan kapasitas tukat kation (KTK) juga merupakan syarat pada material elektroda superkapasitor.

Kopolimer Eugenol Etilen Glikol Dimetakrilat (PEEGDMA) dapat ditingkatkan nilai konduktivitas dan kapasitas tukat kation (KTK) dengan metode sulfonasi menggunakan asam sulfat. Reaksi sulfonasi ini mengikuti reaksi substitusi aromatik elektrofilik. Gugus sulfonat merupakan asam super yang dapat berperan sebagai pemindah proton (Ngadiwiyana dkk., 2022). Penambahan gugus sulfonat mampu meningkatkan konduktivitas ionik karena gugus ini membantu menarik ion dalam larutan elektrolit dan mempercepat proses tranfer muatan. Kopolimer Eugenol Etilen Glikol Dimetakrilat Tersulfonasi (SPEEGDMA) bukan merupakan polimer konduktif maupun polimer semikonduktor yang masih harus ditingkatkan nilai konduktivitas dan kapasitansinya sebagai material elektroda pada superkapasitor. Modifikasi SPEEGDMA dengan material polimer semikonduktor dapat dilakukan untuk meningkatkan nilai konduktivitas dan kapasitansinya. Grafit Karbon Nitrida ($g\text{-C}_3\text{N}_4$) merupakan material polimer semikonduktor yang sering digunakan untuk aplikasi superkapasitor.

Grafit Karbon Nitrida ($g-C_3N_4$) merupakan salah satu polimer semi konduktor dengan struktur *tri-s-triazin* yang berpotensi untuk diaplikasikan dalam material komposit, guna meningkatkan kapasitansi dan konduktivitasnya sebagai material elektroda pada aplikasi superkapasitor. Grafit Karbon Nitrida ($g-C_3N_4$) memiliki keunggulan, seperti memiliki sifat non-toksitas, mudah disintesis, ramah lingkungan dan memiliki stabilitas termal tinggi (hingga $600^\circ C$) (Mohamed dkk., 2024). Serta, $g-C_3N_4$ stabil secara kimia yang tidak dapat larut dalam pelarut asam, alkali, atau organik lainnya, sehingga menjadikannya material yang kuat untuk aplikasi elektrokimia (Ashritha & Hareesh, 2020). Grafit Karbon Nitrida ($g-C_3N_4$) secara teoritis memiliki nilai kapasitansi spesifik yang tinggi, yaitu sekitar $200 F/g$ (Kganyago dkk., 2025) dan memiliki konduktivitas elektron kurang dari $1 Scm^{-1}$ (Lu dkk., 2019). Keunggulan yang dimiliki Grafit Karbon Nitrida ($g-C_3N_4$) diharapkan dapat meningkatkan nilai konduktivitas dan kapasitansi elektroda untuk superkapasitor.

Studi sebelumnya telah mengevaluasi terkait potensi kopolimer eugenol tersulfonasi sebagai material elektroda superkapasitor yang ramah lingkungan (Ngadiwiyana dkk., 2024). Pada penelitian kopolimer eugenol tersulfonasi memperoleh hasil kapasitansi spesifik sebesar sebesar $3,23 \times 10^{-3} F/g$ dan nilai konduktivitas sebesar $7,58 \times 10^{-6} S/cm$. Studi terkait komposit dari polianilin (PANI) dengan Grafit Karbon Nitrida ($g-C_3N_4$) menunjukkan peningkatan nilai kapasitansi spasifik dan konduktivitas ion (Chahal dkk., 2022). Pada penelitian ini mensintesis Kopolimer Eugenol Etilen Glikol Dimetkriat Tersulfonasi (SPEEGDMA) yang dikompositkan dengan Grafit Karbon Nitrida ($g-C_3N_4$) untuk

mengevaluasi kemampuannya sebagai material elektroda superkapasitor. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi terhadap pengembangan material elektroda superkapasitor yang ramah lingkungan dan berpotensi meningkatkan kinerja perangkat penyimpan energi.

I.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Sintesis Kopolimer Eugenol Etilen Glikol Dimetakrilat (PEEGDMA).
2. Sintesis Kopolimer Eugenol Etilen Glikol Dimetakrilat Tersulfonasi (SPEEGDMA).
3. Sintesis Grafit Karbon Nitrida ($g-C_3N_4$).
4. Sintesis komposit Kopolimer Eugenol Etilen Glikol Dimetakrilat Tersulfonasi/Grafit Karbon Nitrida (SPEEGDMA / $g-C_3N_4$).
5. Menentukan kinerja komposit SPEEGDMA/ $g-C_3N_4$ sebagai material elektroda superkapasitor berdasarkan hasil konduktivitas ion dan nilai kapasitansi.