

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Isolator berperan sebagai komponen penting dalam sistem kelistrikan, berfungsi memisahkan konduktor bertegangan tinggi untuk mencegah terjadinya arus bocor yang dapat membahayakan manusia maupun peralatan (Prasetyo, 2014). Karena itu, pengembangan material isolator yang stabil, ekonomis, dan berkinerja tinggi menjadi kebutuhan mendesak. Isolator konvensional seperti kaca dan porselen memiliki kelemahan, antara lain kerapuhan, bobot berat, dan biaya produksi tinggi (Afandi *et al.*, 2024). Selain itu, keterbatasan dalam proses daur ulang serta ketahanan terhadap kondisi lingkungan ekstrem menjadi tantangan tersendiri bagi penggunaan isolator konvensional secara luas. Seiring berkembangnya kebutuhan isolator yang lebih ringan, fleksibel, dan tahan lingkungan, polimer muncul sebagai salah satu kandidat utama untuk material isolator tegangan tinggi karena sifat mekanik dan sifat termal yang unggul dan proses fabrikasinya yang lebih efisien.

Meningkatnya tuntutan terhadap isolator yang ringan, tahan cuaca ekstrem, dan memiliki umur pakai panjang mendorong pengembangan material polimer sebagai isolator tegangan tinggi. Polimer menawarkan ketahanan yang baik terhadap degradasi lingkungan sekaligus kekuatan mekanik yang memadai untuk aplikasi kelistrikan (Vega-Vega and Hernández-Herrero, 2024). Beberapa jenis polimer yang umum digunakan meliputi silicone rubber (SiR), *ethylene propylene diene monomer* (EPDM), dan resin epoksi. Di antara ketiganya, resin epoksi, khususnya jenis DGEBA (*Diglycidyl Ether of Bisphenol A*), menunjukkan sifat mekanik yang lebih unggul, seperti kekuatan tarik dan kekerasan yang tinggi (Saleem and Akbar, 2022). Meskipun resin epoksi memiliki sifat mekanik yang baik, performanya masih dapat ditingkatkan melalui penambahan *filler*, salah satunya yang umum digunakan adalah berbasis silika (Rahmatillah, 2023).

Silika banyak ditemukan dalam limbah biomassa, seperti RHA, abu bonggol jagung, abu bagasse tebu, dan abu sabut kelapa (Rakesh *et al.*, 2024). Di antara keempatnya, abu sekam padi memiliki kandungan silika tertinggi, yaitu mencapai 96–99 wt%, sehingga dipilih sebagai sumber silika dalam penelitian ini (Rakesh *et al.*, 2024). Selain itu, Indonesia sebagai negara agraris menghasilkan limbah sekam padi dalam jumlah besar. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2023), luas panen padi mencapai 10,20 juta hektare dengan produksi 53,63 juta ton gabah kering giling (GKG), yang menghasilkan sekitar 200–220 kg sekam padi per ton GKG. Penambahan abu sekam padi sebagai *filler* dalam resin epoksi resin telah terbukti mampu meningkatkan sifat mekanik dan dielektrik komposit, sehingga berpotensi digunakan sebagai isolator listrik bertegangan tinggi (Prasetyo, 2014).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa variasi fraksi massa resin dengan abu sekam padi memengaruhi sifat mekanik dan termal komposit. Nnaji (2017) melaporkan bahwa *tensile strength* tertinggi dicapai pada fraksi 70:30, (Nnaji, 2017). Namun, kajian komprehensif mengenai karakteristik morfologi, sifat mekanik, dan sifat termal komposit resin epoksi–RHA masih terbatas. Karena itu, diperlukan karakterisasi menggunakan metode SEM, dan FTIR, serta uji mekanik seperti tarik, untuk mengevaluasi kualitas ikatan antara matriks dan *filler* (Nnaji, 2017).

Pengujian sifat mekanik pada isolator tegangan tinggi karena harus mampu menahan beban mekanik berupa kawat penghantar pada menara sistem transmisi tenaga listrik (Dermawan and Nuraini, 2012). Karakterisasi termal menjadi hal penting terutama dalam aplikasi teknik, karena ketahanan terhadap suhu tinggi mempengaruhi keandalan dan umur pakai material pada aplikasi isolator tegangan tinggi (Barra *et al.*, 2023). Karakterisasi morfologi komposit epoksi–RHA dilakukan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk mengamati distribusi partikel *filler*, keberadaan cacat mikro, serta karakteristik permukaan patahan setelah uji tarik

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan material komposit berbasis resin epoksi dan abu sekam padi sebagai alternatif isolator listrik. Komposit disintesis dengan variasi fraksi massa RHA sebesar 0%, 4%, 8%, 12%, 16% dan 20% terhadap massa resin epoksi yang diatur konstan yang nantinya akan dinamakan secara berurutan sampel a, sampel b, sampel c, sampel d, sampel e, sampel f. Selanjutnya dilakukan karakterisasi morfologi, struktur kristal, dan gugus fungsi menggunakan SEM, dan FTIR, serta pengujian sifat mekanik dan sifat termal komposit.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Memahami pengaruh variasi fraksi massa RHA terhadap sifat mekanik pada komposit resin epoksi-RHA.
2. Memahami karakteristik termal komposit resin epoksi-RHA.
3. Mengetahui pengaruh variasi fraksi massa RHA terhadap perubahan morfologi komposit resin epoksi-RHA.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Mengembangkan material komposit berbasis resin epoksi dan RHA sebagai alternatif material isolator tegangan tinggi.
2. Mendapatkan hasil material isolator tegangan tinggi yang terbaik berdasarkan variasi fraksi massa RHA.