

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah mendorong munculnya berbagai jenis material baru dengan karakteristik yang unggul, seperti memiliki berat ringan, kekuatan yang baik, serta efisiensi dalam penggunaannya. Salah satu material yang banyak dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan tersebut adalah material komposit (Siagian dkk., 2024). Komposit terdiri atas matriks dan penguat yang digabungkan untuk memperoleh sifat mekanik lebih baik dibandingkan material tunggal. Namun, penggunaan material tertentu dalam jumlah besar juga berpotensi menimbulkan permasalahan terhadap lingkungan, terutama apabila material tersebut memiliki tingkat keberlanjutan yang rendah dan sulit terurai secara alami. Kondisi tersebut mendorong perlunya pengembangan material alternatif yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah memanfaatkan serat alami yang berasal dari sumber daya terbarukan sebagai bahan penguat pada material komposit (Marlinawati dkk., 2021). Serat alami yang bersumber dari tumbuhan maupun hewan memiliki keunggulan karena dapat diperoleh dari sumber yang dapat diperbarui serta cenderung memiliki kesesuaian yang lebih baik terhadap lingkungan. Berbagai jenis serat alami berpotensi digunakan sebagai material penguat komposit, di antaranya serat kayu, tandan kosong kelapa sawit, rami, sisal, bambu, serat kulit durian, kelapa, pinang, serat daun nanas, dan serat pisang. Pemanfaatan berbagai sumber serat tersebut dapat menjadi salah satu alternatif dalam pengembangan material komposit yang lebih berkelanjutan (Siagian dkk., 2024). Saat ini, serat-serat ini semakin banyak digunakan sebagai penguat komposit untuk menggantikan serat sintesis karena tersedia secara luas, murah, ringan, mudah diproses, dan dapat terurai secara hayati (Salo dkk, 2025). Dengan sifat mekaniknya yang sangat baik, bobot yang ringan, serta ramah lingkungan, komposit ini memiliki potensi

aplikasi diberbagai bidang industri, seperti otomotif, konstruksi, dan transportasi. Contoh pengaplikasiannya yaitu pada panel interior dan komponen otomotif ringan, panel bangunan, papan komposit, isolasi termal, serta material insulasi. Karakteristik ringannya juga membuka peluang penggunaan pada komponen non-struktural di sektor transportasi dan kedirgantaraan, seperti panel interior kabin atau penutup instrumen yang ringan dan kuat. Dengan demikian, pemanfaatan serat kulit durian menjadi strategi efektif untuk menghasilkan material komposit keberlanjutan yang mendukung efisiensi, aspek ekonomi, dan keberlanjutan lingkungan (Nguyen dkk, 2025).

Dalam upaya mengatasi permasalahan penggunaan serat sintetis yang kurang ramah lingkungan pada material komposit, salah satu pendekatan inovatif yang dapat dilakukan adalah pemanfaatan limbah biomassa sebagai penguat alami. Di antara berbagai jenis limbah biomassa yang tersedia, kulit buah durian (*Durio zibethinus*) menjadi salah satu sumber yang berpotensi untuk dimanfaatkan. Ketersediannya yang melimpah di Indonesia tetapi belum dimanfaatkan secara optimal, sehingga limbah kulit durian sering kali menimbulkan permasalahan lingkungan, seperti proses pembusukan dan munculnya bau tidak sedap. Selain itu, kulit durian diketahui memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi, di mana hasil isolasi selulosa dari bagian mesocarpnya menunjukkan kadar selulosa sekitar 50-60% (Suryaningih dkk., 2025). Kekayaan kandungan serat selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang cukup tinggi pada limbah kulit durian menunjukkan bahwa material tersebut berpotensi besar untuk dimanfaatkan sebagai penguat alami dalam pembuatan komposit (Badri dkk., 2025). Pemilihan kulit durian sebagai penguat komposit juga didasarkan pada sifat serat alaminya yang berdensitas rendah, berbiaya murah, dan lebih ramah lingkungan dibandingkan serat sintetis. Serat kulit durian dapat ditingkatkan kualitasnya melalui perlakuan kimia untuk memperbaiki adhesi antara serat dan matriks (Leiwakabessyl dkk., 2021).

Beberapa penelitian eksperimental yang mengombinasikan resin epoksi dengan serat kulit durian (*durian peel fiber*/DPF) menunjukkan adanya peningkatan yang nyata pada sifat mekanik komposit, khususnya pada kekuatan tarik, lentur, dan impak.

Peningkatan tersebut paling menonjol pada komposit dengan kadar fraksi serat yang optimal serta perlakuan kimia serat yang sesuai. Penelitian yang dilakukan oleh Nguyen pada tahun 2025 menunjukkan bahwa perlakuan serat kulit durian dengan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ mampu meningkatkan performa komposit epoksi. Konsentrasi 2,0% memberikan hasil mekanik dan ketahanan api terbaik, sementara konsentrasi lebih tinggi yaitu 3,0% justru akan menurunkan beberapa sifat akibat perubahan struktur serat. Penelitian ini menegaskan efektivitas modifikasi kimia ramah lingkungan dalam meningkatkan kualitas komposit berbasis serat alami (Nguyen, 2025). Berdasarkan penelitian Badri pada tahun 2025, perlakuan alkali berpengaruh signifikan terhadap karakteristik serat kulit durian dan komposisinya. Perlakuan kombinasi 5% NaOH + 3% H_2O_2 menghasilkan kadar selulosa tertinggi sebesar 59,48% dan kekuatan tarik optimum sebesar 8,58 MPa. Namun, ketangguhan impak tertinggi sebesar 2,8 kJ/m² yang diperoleh pada komposit tanpa perlakuan alkali. Penelitian ini mengindikasikan bahwa modifikasi kimia dapat meningkatkan kandungan selulosa dan kekuatan tarik, tetapi tidak selalu meningkatkan sifat impak komposit (Badri dkk., 2025). Berdasarkan penelitian Nguyen pada tahun 2025, serat kulit durian yang diberi perlakuan larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sebesar 5% menghasilkan sifat mekanik yang paling optimal. Kondisi tersebut ditunjukkan oleh nilai kekuatan tarik sebesar 65,68 MPa, kekuatan lentur 92,11 MPa, kekuatan tekan 147,38 MPa, dan kekuatan impak Izod sebesar 9,07 kJ/m². Penelitian ini menegaskan bahwa serat kulit durian yang telah diolah berpotensi sebagai penguat komposit ramah lingkungan untuk berbagai aplikasi industri (Nguyen dkk, 2025).

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, penelitian ini berfokus pada karakterisasi kimia dan morfologi material serta analisis sifat mekanik komposit epoksi berbasis serat kulit durian dengan variasi fraksi berat resin *epoxy* dan serat. Karakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dilakukan untuk menganalisis morfologi permukaan material, persebaran serat kulit durian, serta kondisi ikatan antarmuka yang terbentuk antara serat dan matriks epoksi. Selain karakterisasi morfologi, penelitian ini juga mencakup pengujian sifat mekanik

menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) untuk mengevaluasi pengaruh penambahan serat kulit durian terhadap kekuatan mekanik komposit yang dihasilkan. Dalam penelitian ini, komposit dibuat dengan beberapa rasio berat pada resin dan serat, yaitu 9,5 g : 0,5 g, 9 g : 1 g, 8,5 g : 1,5 g, dan 8 g : 2 g, untuk membandingkan pengaruh peningkatan jumlah serat terhadap mekanisme transfer beban, kekakuan, dan ketangguhan material. Variasi fraksi berat serat digunakan untuk mengetahui pengaruh perubahan komposisi serat terhadap sifat mekanik komposit, sehingga dapat ditentukan komposisi optimum antara matriks epoksi dan serat kulit durian yang menghasilkan kinerja mekanik terbaik. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan komposit epoksi yang diperkuat serat kulit durian dengan kinerja mekanik yang optimal. Selain itu, hasil penelitian diharapkan dapat mendukung pemanfaatan serat kulit durian sebagai bahan penguat alami yang ramah lingkungan dalam pengembangan material komposit yang lebih berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik fisik serat kulit durian yang dihasilkan?
2. Bagaimana pengaruh variasi penambahan serat kulit durian pada resin epoksi terhadap sifat mekanik komposit berdasarkan hasil pengujian menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM)?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui karakteristik fisik serat kulit durian yang digunakan sebagai bahan penguat dalam komposit epoksi.
2. Menganalisis pengaruh variasi penambahan serat kulit durian terhadap sifat mekanik komposit berbasis resin epoksi.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang material komposit, terutama pada karakteristik dan sifat mekanik komposit berbasis resin epoksi yang diperkuat dengan serat kulit durian.
2. Menjadi dasar pengembangan material komposit ramah lingkungan yang dapat digunakan pada berbagai aplikasi struktural maupun non-struktural sebagai alternatif pengganti serat sintetis.
3. Mendukung pemanfaatan limbah kulit durian sebagai material bernilai tambah sehingga berkontribusi pada pengurangan limbah biomassa, mengurangi pencemaran, dan penerapan konsep ekonomi sirkular.

1.5 Hipotesis

1. Semakin besar fraksi penambahan serat kulit durian ke dalam resin epoksi, maka kemampuan komposit dalam menahan deformasi semakin meningkat.