

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan pesat di bidang teknologi, sektor industri, otomotif, hingga kedirgantaraan memicu kebutuhan yang semakin meningkat terhadap material-material baru yang tidak hanya memiliki performa mekanik yang superior, tetapi juga efisiensi tinggi dalam penggunaannya. Dalam berbagai aplikasi teknik masa kini, sangat dibutuhkan material yang mampu menawarkan rasio kekuatan terhadap bobot yang tinggi, tahan terhadap korosi, mudah untuk diproduksi, serta memberikan efisiensi dari sisi biaya dan konsumsi energi. Oleh sebab itu, selama beberapa dekade terakhir, perhatian besar dan fokus riset banyak diarahkan pada pengembangan material komposit, yang dikenal mampu mengintegrasikan dua atau lebih bahan dengan sifat berbeda menjadi satu material baru yang memiliki karakteristik unggul dan lebih optimal.

Material komposit pada dasarnya tersusun dari dua komponen utama, yaitu matriks sebagai fase kontinu dan penguat sebagai fase diskrit, yang saling bekerja sama untuk memberikan kekuatan mekanik, ketahanan terhadap suhu tinggi, serta ketahanan terhadap pengaruh lingkungan eksternal. Saat ini, serat sintetis seperti serat karbon, *kevlar*, dan *fiberglass* masih menjadi pilihan utama sebagai bahan penguat komposit karena keunggulannya dalam hal kekuatan tarik dan kekakuan yang sangat tinggi. Namun, proses produksi serat sintetis ini membutuhkan konsumsi energi yang besar, penggunaan bahan kimia berbahaya, serta

menimbulkan dampak lingkungan yang cukup serius. Hal ini diperburuk dengan fakta bahwa bahan seperti resin poliester tak jenuh (*Unsaturated Polyester*) yang banyak digunakan sebagai matriks, seperti merek *Yukalac*, juga tidak dapat terurai secara alami di lingkungan, sehingga menimbulkan akumulasi limbah dan memperburuk pencemaran lingkungan dalam jangka panjang.

Seiring dengan meningkatnya kesadaran global terhadap pentingnya pelestarian lingkungan serta kebutuhan mendesak untuk mengurangi jejak karbon dari aktivitas industri, pengembangan material yang berkelanjutan menjadi salah satu fokus utama para ilmuwan dan praktisi industri. Komposit berbasis serat alami mulai memperoleh perhatian sebagai alternatif yang sangat menjanjikan karena selain memiliki sifat mekanik yang cukup baik, juga menawarkan berbagai keuntungan dari aspek ekologis maupun ekonomi. Penggunaan serat alami ini tidak hanya mendukung upaya pengurangan limbah plastik dan emisi karbon, tetapi juga memanfaatkan sumber daya alam yang dapat diperbaharui dan tersedia dalam jumlah melimpah, sehingga sangat sesuai dengan tujuan pembangunan berkelanjutan secara global (Mohanty et al., 2005; Sarker & Kamaruddin, 2017).

Serat alami memiliki sejumlah keunggulan penting, antara lain ketersediaan yang sangat melimpah, berat yang ringan, fleksibilitas yang memudahkan proses manufaktur, harga yang relatif lebih murah, serta kemudahan dalam pengolahan. Beberapa jenis serat alami yang banyak dikaji dan digunakan sebagai bahan penguat komposit meliputi serat kenaf, rami, abaka, kelapa, dan sisal. Dari jenis-jenis tersebut, serat sisal, yang berasal dari daun tanaman *Agave*

sisalana, termasuk salah satu yang sangat potensial karena memiliki kekuatan tarik yang tinggi, kekakuan yang baik, serta ketahanan yang kuat terhadap keausan dan gesekan. Berdasarkan penelitian Bledzki & Gassan (1999), serat sisal memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi, yaitu sekitar 65-70%, yang menjadi faktor utama dalam memberikan kontribusi positif terhadap sifat mekaniknya.

Selain itu, serat sisal memiliki panjang serat yang memadai, struktur mikro yang kokoh, serta kemampuan tahan terhadap kelembaban yang baik apabila dilakukan perlakuan permukaan tertentu (*surface treatment*). Secara alami, sisal juga memiliki kapasitas yang cukup baik dalam menyerap zat warna dan senyawa pengikat kimia dari matriks, sehingga membuatnya kompatibel dan lebih mudah berikatan dalam pembuatan material komposit. Dari sisi agronomi, tanaman sisal juga mempunyai keunggulan karena dapat tumbuh dengan baik di lahan yang kering dan kurang subur, serta memiliki siklus panen yang relatif cepat. Produksi serat sisal secara global mencapai lebih dari 300.000 ton per tahun, dengan negara-negara seperti Brasil, Tanzania, dan Kenya sebagai penghasil utama.

Pemanfaatan serat sisal sebagai bahan penguat dalam komposit sudah diaplikasikan secara nyata di berbagai sektor industri, terutama pada bidang otomotif dan konstruksi. Beberapa perusahaan otomotif ternama seperti Daimler-Benz telah menggunakan komposit berbasis serat alami ini untuk pembuatan panel pintu dan komponen interior kendaraan. Di Indonesia, penelitian yang dilakukan oleh Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) membuktikan

bahwa serat sisal dapat dimanfaatkan untuk membuat bumper kendaraan roda empat dengan menggunakan matriks resin poliester (Satyanarayana et al., 1986). Temuan ini menunjukkan potensi besar yang dimiliki sumber daya lokal Indonesia dalam mengembangkan material berbasis serat alami yang sangat layak untuk terus dikembangkan dan dimanfaatkan secara luas.

Salah satu aspek kunci dalam pengembangan komposit berbasis serat alami adalah pemilihan jenis matriks yang tepat. Resin poliester termasuk salah satu matriks polimer termoplastik yang paling banyak digunakan dalam industri komposit karena kemudahannya dalam proses produksi, memiliki kekuatan dan kekakuan yang cukup baik, serta biaya produksi yang relatif terjangkau. Selain itu, resin poliester juga sangat kompatibel dengan berbagai jenis serat alami setelah melalui proses perawatan permukaan, seperti alkalinisasi atau silanisasi, yang bertujuan meningkatkan ikatan antar muka (*interfacial bonding*) antara serat dan matriks, sehingga menghasilkan komposit dengan performa mekanik lebih optimal.

Dalam pembuatan material komposit, proporsi antara serat dan matriks sangat berpengaruh terhadap sifat mekanik yang dihasilkan. Umumnya, semakin tinggi fraksi volume serat, semakin besar pula kontribusi serat dalam meningkatkan kekuatan mekanik komposit. Namun, apabila fraksi serat terlalu tinggi, hal ini dapat menyebabkan aglomerasi atau penggumpalan serat yang berdampak pada distribusi beban yang tidak merata serta munculnya cacat seperti void atau celah pada antarmuka fase. Oleh karena itu, sangat penting dilakukan

penelitian untuk menentukan rasio ideal antara serat dan matriks agar dapat menghasilkan komposit yang tidak hanya kuat dan tangguh, tetapi juga stabil dan homogen.

Penelitian ini akan memfokuskan diri pada pengaruh variasi komposisi serat sisal dan resin poliester terhadap dua sifat mekanik utama, yaitu kekuatan lentur (*bending strength*) dan ketangguhan (*toughness*). Variasi komposisi serat sisal yang digunakan terdiri dari lima tingkat, yaitu 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% dari total volume, dengan sisanya berupa resin sebagai matriks. Studi ini bertujuan untuk mengamati dan menganalisis bagaimana perubahan fraksi volume serat dapat mempengaruhi kemampuan material dalam menahan beban lentur sekaligus kemampuannya menyerap energi hingga titik kegagalan.

Menurut penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Fikran et al. (2023), peningkatan kadar serat sisal dalam matriks poliester secara signifikan mampu meningkatkan sifat tarik dan regangan pada komposit. Dalam studi tersebut, peningkatan serat dari 5% ke 15% menghasilkan peningkatan tegangan tarik maksimum dari 16,98 MPa menjadi 45,18 MPa, dan regangan dari 4,52% menjadi 9,68%. Selain itu, Sarker & Kamaruddin (2017) juga menyoroti pentingnya pemahaman tentang interaksi pada antarmuka serat-matriks untuk memaksimalkan performa mekanik komposit berbasis serat alami.

Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan material komposit berbasis serat alami yang tidak hanya unggul dari sisi mekanik, namun juga mendukung prinsip

keberlanjutan lingkungan. Penggunaan serat sisal sebagai penguat dalam matriks poliester diharapkan membuka peluang baru dalam aplikasi struktural, seperti pembuatan komponen otomotif, elemen bangunan ringan, serta produk teknik lain yang membutuhkan kekuatan dan ketangguhan material secara optimal. Lebih jauh lagi, pemanfaatan komoditas lokal seperti sisal juga sejalan dengan upaya meningkatkan nilai tambah produk pertanian sekaligus memberdayakan sumber daya alam domestik.

Penelitian ini juga memberikan kontribusi secara ilmiah dengan menyajikan data kuantitatif yang mengkaji hubungan antara variasi fraksi volume serat terhadap performa mekanik komposit, terutama dalam aspek kekuatan lentur dan ketangguhan. Temuan yang diperoleh diharapkan tidak hanya menjadi rujukan bagi dunia akademis, tetapi juga menjadi dasar teknis bagi pengambilan keputusan dalam desain material komposit yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Di tengah tekanan global akan kebutuhan material yang ringan, kuat, dan berkelanjutan, kajian ini memiliki relevansi strategis sebagai respons atas tantangan dalam era industri hijau.

Dengan pendekatan eksperimen yang sistematis dan analisis yang komprehensif, penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan penting dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik material serta menjadi fondasi untuk aplikasi lebih luas dari komposit berbasis serat alami. Oleh sebab itu, penelitian ini secara khusus mengangkat tema “Efektivitas Persentase Serat Sisal terhadap Kekuatan Bending dan Ketangguhan Komposit Serat Sisal

Bermatriks *Polyester*” sebagai bentuk nyata kontribusi terhadap inovasi material yang berbasis sumber daya terbarukan serta mendukung keberlanjutan teknologi dan lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini, rumusan masalah yang akan menjadi acuan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh persentase serat sisal terhadap kekuatan bending Komposit Serat Sisal Bermatriks *Polyester* ?
2. Bagaimana Pengaruh persentase serat sisal terhadap ketangguhan Komposit Serat Sisal Bermatriks *Polyester* ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui persentase serat sisal terhadap kekuatan bending komposit serat sisal bermatrisk *polyester*.
2. Untuk mengetahui persentase serat sisal terhadap ketangguhan komposit serat sisal bermatriks *polyester*.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti dan pihak-pihak serupa, penelitian ini dapat memberikan pengetahuan lebih mendalam tentang sifat mekanik komposit serat sisal bermatriks poliester, serta pengalaman dalam mengembangkan material komposit berbasis serat alam.

- 2.
3. Bagi akademik, penelitian ini dapat dijadikan referensi bagi penelitian-penelitian selanjutnya yang membahas tentang komposit serat alam, khususnya yang menggunakan serat sisal sebagai bahan penguat.
4. Bagi industri, hasil penelitian ini dapat memberikan wawasan tentang potensi penggunaan serat sisal dalam pengembangan komposit yang lebih kuat, ringan dan ramah lingkungan serta dapat diterapkan dalam berbagai aplikasi seperti pada industri otomotif dan konstruksi

1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, batasan masalah yang akan menjadi acuan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya membahas komposit yang menggunakan serat sisal sebagai bahan penguat dan *polyrster* sebagai matrik, tanpa melibatkan jenis serat alam atau matriks lainnya.
2. Fokus utama penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi pengaruh persentasi serat sisal terhadap sifat mekanis kekuatan bending dan ketangguhan dari komposit yang dihasilkan.
3. Variasi persentase serat sisal yang digunakan dalam penelitian ini adalah 2%S+98%R, 4%S+96%R, 6%S+94%R, 8%S+92%R, 10%S+90%R .
4. Percetakan komposit dilakukan dengan metode *hand lay-up* dan dibiarkan pada suhu kamar selama 48 jam untuk proses pengerasan.