

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia industri, khususnya di bidang manufaktur, kebutuhan untuk material dengan sifat unggul terus meningkat. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, banyak peneliti mengkaji berbagai jenis material guna memperoleh material terbaik. Salah satu material yang saat ini banyak diteliti adalah material komposit. Menurut Imon (2024), komposit merupakan gabungan dari dua material dengan sifat berbeda yang disatukan menjadi satu material baru yang lebih unggul dibandingkan material penyusunnya. Material komposit memiliki beberapa keunggulan seperti bobot yang ringan, kekuatan yang tinggi, dan ketahanan terhadap korosi.

Di antara berbagai jenis komposit yang berkembang saat ini, komposit berbasis alam (*natural composites*) menjadi salah satu fokus utama dalam penelitian. Komposit serat alam merupakan material yang menggabungkan serat alami dengan matriks polimer untuk membentuk komposit dengan sifat-sifat khusus, yang bertujuan untuk memanfaatkan kekuatan serat alami sekaligus mengatasi keterbatasan pada komposit sintetis tradisional. Penggunaan serat alami dalam komposit sebenarnya bukanlah konsep baru. Elfaleh et al (2023) menjelaskan bahwa manusia telah menggunakan serat alami yang dicampur dengan bahan lain selama berabad-abad. Namun, kemajuan dalam ilmu material dan proses manufaktur modern telah membuka berbagai peluang baru dalam aplikasinya di bidang teknik. Dengan menjelajahi dunia komposit serat alam, kita dapat

memahami komposisi dasar, sifat-sifat, proses produksi, serta aplikasi potensialnya, termasuk tantangan dan prospek masa depan material ini dalam berbagai industri.

Seiring dengan perkembangan teknologi saat ini, pemanfaatan material komposit tidak lagi terbatas pada komposit berbahan sintetis, tetapi mulai berkembang ke arah komposit berbasis serat alam (*natural composites*). Perkembangan tersebut didukung oleh keunggulan serat alam yang memiliki potensi untuk didaur ulang sehingga lebih ramah terhadap lingkungan. Indonesia, khususnya wilayah Bali, memiliki sumber daya serat alam yang melimpah dan beragam. Kondisi tersebut memberikan peluang yang besar dalam pengembangan material polimer komposit dengan memanfaatkan serat alam sebagai bahan penguat.. Menurut Mahmud et al. (2025), penggunaan bahan komposit berbahan alam dalam bidang industri saat ini mengalami perkembangan yang sangat pesat dan berusaha menggeser keberadaan bahan sintetis. Di satu sisi, pengembangan material komposit dengan serat alam masih memiliki beberapa tantangan, seperti alat yang belum cukup memadai untuk mengolah serat alam, waktu yang dibutuhkan untuk memproses serat alam juga cukup lumayan lama terutama pada serat daun pandan duri (*Pandanus tectorius*), hal ini menyebabkan waktu dalam produktivitas menjadi agak lama dan kendala utamanya adalah sifat alami serat yang bervariasi tergantung pada faktor lingkungan seperti jenis tanah, iklim, dan metode yang digunakan, sehingga kualitasnya tidak selalu konsisten. Selain itu, serat alam cenderung menyerap air dan memiliki daya tahan yang rendah terhadap kelembaban, jamur, serta mikroorganisme, yang dapat menurunkan kekuatan mekanik komposit secara keseluruhan. Ikatan antara serat dan matriks polimer juga

seringkali kurang kuat, sehingga diperlukan perlakuan kimia atau fisik tambahan untuk meningkatkan adhesi.

Banyak penelitian sudah membahas serat alam sebagai penguat komposit (misalnya serat kenaf menurut Jupriyanto et al, rami menurut Ricco Zulvikal et al, atau bambu menurut Simanjuntak J et al.). Namun, pandan duri (*Pandanus tectorius*) belum banyak diteliti, khususnya tentang pengaruh fraksi volume serat terhadap kekuatan tarik dan lenturnya. Menurut Fitri Mutmainnah et al (2025), pada dasarnya masyarakat belum menyadari potensi penuh dari daun pandan duri, Meskipun memiliki potensi ekonomi dan ekologi yang besar, daun pandan duri (*Pandanus tectorius*) belum dimanfaatkan secara optimal, terutama sebagai serat penguat dalam material komposit. Salah satu peneliti Hartini, D et al (2022) mengatakan selama ini, pemanfaatan pandan laut masih terbatas pada produk kerajinan tradisional, padahal serat dari tanaman ini memiliki karakteristik fisis dan kimia yang memungkinkan untuk dikembangkan sebagai bahan penguat alami.

Di sisi lain, kebutuhan akan material komposit yang ramah lingkungan terus meningkat sebagai respons terhadap isu keberlanjutan dan dampak lingkungan dari penggunaan serat sintetis. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian lebih lanjut untuk mengeksplorasi potensi serat pandan laut sebagai alternatif bahan penguat dalam pengembangan material komposit berbasis serat alam, selain dari itu Seiring meningkatnya kesadaran terhadap isu lingkungan, dunia industri dan penelitian semakin mendorong penggunaan material yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, termasuk dalam pengembangan material komposit.

Serat sintetis seperti fiberglass dan karbon, meskipun kuat, memiliki dampak lingkungan yang tinggi dan tidak mudah terurai. Oleh karena itu,

dibutuhkan alternatif serat penguat yang bersumber dari alam dan dapat diperbarui. Dalam konteks ini, serat daun pandan laut menjadi salah satu solusi potensial yang perlu dikaji lebih lanjut, karena ketersediaannya yang tinggi di daerah pesisir serta sifatnya yang lebih ramah lingkungan dibandingkan serat sintetis. Daun pandan duri (*Pandanus tectorius*) dipilih sebagai bahan penguat dalam material komposit karena ketersediaannya yang melimpah di daerah pesisir. Tanaman ini tumbuh secara alami di wilayah pantai tropis, termasuk di berbagai daerah di Indonesia terutama Bali dengan banyak pantainya, sehingga pasokan seratnya relatif terjamin dan berkelanjutan. Pemanfaatan serat dari tanaman lokal seperti pandan laut juga dapat mengurangi ketergantungan terhadap bahan impor atau serat sintetis, serta mendukung pengembangan material komposit berbasis sumber daya alam lokal. Selain itu, pemanfaatan pandan laut yang selama ini masih terbatas memberikan peluang untuk meningkatkan nilai tambah ekonomi bagi masyarakat pesisir melalui pengolahan dan diversifikasi produknya, khususnya di bidang teknologi material ramah lingkungan.

Sulaiman et al. (2018) melaporkan bahwa variasi komposisi fraksi berat pada komposit serat pandan duri dengan matriks polyester memberikan pengaruh terhadap kekuatan tarik material. Dalam penelitian tersebut digunakan tiga variasi perbandingan berat resin polyester dan serat pandan duri, yaitu 30% : 70%, 40% : 60%, dan 50% : 50%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa komposisi dengan 40% berat resin polyester dan 60% berat serat pandan duri menghasilkan nilai kekuatan tarik tertinggi, yaitu sebesar 0,45 kgf/mm², dengan beban maksimum sebesar 43,87 kg. Berdasarkan hasil tersebut, komposit polyester yang diperkuat serat pandan duri dinyatakan telah memenuhi nilai standar minimum yang dipersyaratkan untuk

material papan serat baru, sedangkan Densitas serat daun pandan duri adalah 0.96 gr/cm³.

Akhir akhir ini, pemanfaatan serat alam sebagai penguat dalam material komposit berkembang pesat seiring meningkatnya kesadaran terhadap isu keberlanjutan dan lingkungan. Serat alam memiliki keunggulan berupa ketersediaan melimpah, harga yang relatif murah, sifat terbarukan, serta kemampuan degradasi hayati yang lebih baik dibandingkan serat sintetis. Salah satu komponen utama serat alam adalah selulosa, yang berperan penting dalam kekuatan tarik dan sifat mekanik serat tersebut. Serat pandan duri (*Pandanus tectorius*) dikenal memiliki kandungan selulosa tinggi (umumnya >60%) sehingga berpotensi besar sebagai penguat dalam komposit polimer, namun penelitian terkait masih terbatas. Untuk itu, perlu dilakukan kajian terhadap studi terdahulu yang menggunakan serat dengan kandungan selulosa sebanding ($\pm 55\text{--}75\%$), fraksi volume serat yang mirip (sekitar 20–40%). Salah satu referensi relevan adalah penelitian dari Edi Syafri (2023),

Penelitian ini berhasil mengekstraksi kandungan tersebut dari serat Pandan duri (*Pandanus tectorius*) melalui alkalisasi, pemutihan, dan hidrolisis asam. Pengaruh perlakuan kimia tersebut terhadap karakteristik permukaan serat, bentuk, komposisi kimia, kristalinitas, dan sifat termal diperiksa dan dianalisis. Selanjutnya, komponen selulosa dalam struktur dan penghilangan gugus lignin dikarakterisasi dengan analisis *spektrum spektroskopi inframerah transformasi Fourier* (FTIR). Analisis morfologi permukaan dilakukan dengan mikroskop elektron pemindaian (SEM) yang menunjukkan permukaan serat mentah masih dalam struktur bundel. Namun, setelah perlakuan kimia, serat tersebut terurai menjadi fibril selulosa

dengan diameter sekitar 2 μm - 20 μm . Komposisi kimia untuk kandungan selulosa meningkat sebesar 90,5%, sementara hemiselulosa menurun sebesar 89,6% setelah perlakuan hidrolisis asam. Selain itu, analisis sinar-X (XRD) menunjukkan peningkatan kristalinitas dari 39,5% untuk serat mentah menjadi 67,7% setelah hidrolisis. Analisis *gravimetri termal* (TGA) menunjukkan suhu degradasi mikroselulosa yang lebih tinggi menawarkan stabilitas termal yang lebih baik dibandingkan dengan serat mentah. Kesimpulannya, selulosa dari serat *Pandanus tectorius* dapat digunakan untuk memperkuat biokomposit sebagai alternatif serat sintetis demi keberlanjutan lingkungan.

Salah satu peneliti yaitu Mekar Bisono et al (2023), melakukan penelitian berjudul "Pengaruh Komposit Serat Pandan Samak terhadap Kekuatan Tarik dan Lentur Material Bodi Kendaraan". Penelitian ini menggunakan variasi fraksi volume serat sebesar 20%, 30%, dan 40% dengan tujuan untuk mengetahui sifat mekanik dari material komposit serat pandan samak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada fraksi volume 40% dengan nilai rata-rata sebesar 9,49 MPa. Sementara itu, kekuatan lentur tertinggi diperoleh pada fraksi volume 30% dengan nilai rata-rata 27,54. Sedangkan Hidayat, R., & Catur, A. (2022). Melakukan penelitian menggunakan pendekatan eksperimental, dengan rancangan eksperimen menggunakan empat variasi fraksi volume serat, yaitu 10%, 15%, 20%, dan 25%, masing-masing diuji sebanyak tiga kali. Analisis data menggunakan metode *One-Way ANOVA*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik maksimum terjadi pada fraksi volume 25% dengan nilai 25,52 MPa, sedangkan nilai terendah terjadi pada fraksi 10%, yaitu 20,15 MPa. Pada uji lentur, kekuatan lentur tertinggi juga terjadi pada fraksi volume 25% dengan nilai 33,16

MPa, dan nilai terendah terjadi pada fraksi volume 10% dengan nilai 28,86 MPa. Berdasarkan analisis statistik *ANOVA* satu arah, diperoleh bahwa variasi fraksi volume serat berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik dan lentur komposit.

Dalam penelitian ini, maka peneliti akan memvariasikan variable bebas yang dalam hal ini adalah serat daun pandan duri (*pandanus tectorius*) dengan metode pengujian kekuatan tarik menggunakan *ASTM D638* dan akan di cari pengaruhnya terhadap variable terkait yang terdiri dari kekuatan tarik, dan mekanisme patahan. *ASTM D638* digunakan dalam penelitian ini untuk pengujian kekuatan tarik. Adapun data dalam penelitian ini akan dijabarkan dalam bentuk tabel dan grafik serta di berikan narasi deksriptif. Berdasarkan pemaparan diatas penulis akan melakukan penelitian terhadap serat daun pandan duri dengan judul “pengaruh fraksi volume serat terhadap kekuatan tarik dan mekanisme patahan pada material komposit berpenguat serat daun pandan duri (*pandanus tectorius*)”

1.2 Identifikasi Masalah

Dari latar belakang yang telah di paparkan di atas dapat di identifikasikan masalah sebagai berikut :

1. Serat daun pandan duri (*Pandanus tectorius*) masi berpeluang untuk dieksplorasi pada bidang material.
2. Serat daun pandan duri (*Pandanus tectorius*) merupakan tumbuhan khas bali yang jumlahnya melimpah, dan belum di manfaatkan.

1.3 Batasan Masalah

Batasan–batasan masalah yang dapat digunakan dalam penelitian ini berdasarkan uraian latar belakang diatas adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya menggunakan satu jenis matriks polimer, yaitu resin epoksi sebagai matriks komposit (tidak menggunakan jenis resin lain).
2. Serat daun pandan duri (*Pandanus tectorius*) digunakan sebagai satu-satunya bahan penguat komposit. Serat alam ini telah diberi perlakuan *water retting*
3. Variasi fraksi volume serat yang diteliti terbatas pada tiga tingkat: 5%, 7,5%, dan 10% dari total volume komposit. (Tidak dilakukan pengujian pada fraksi volume serat di luar nilai-nilai tersebut.)
4. Pengujian sifat mekanik komposit dibatasi pada uji tarik saja. Uji tarik dilaksanakan mengacu pada standar *ASTM D638*. (Pengujian mekanik lain seperti uji impak, keausan, atau uji termal tidak termasuk dalam ruang lingkup penelitian ini.)
5. Penelitian difokuskan pada proses pembuatan spesimen komposit dan pengujian mekaniknya di laboratorium. Seluruh pembuatan material komposit dan pengujian dilakukan dalam skala laboratorium terkontrol.
6. Penelitian ini tidak mencakup pembahasan mengenai aplikasi atau implementasi langsung komposit yang dihasilkan pada produk nyata, maupun pengaruh faktor lingkungan eksternal (misalnya paparan cuaca, kelembapan, atau suhu ekstrem) terhadap kinerja dan sifat-sifat komposit.

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat di ambil berdasarkan pemaparan pada latar belakang di atas sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh fraksi volume 5%, 7,5%, dan 10% serat daun pandan duri (*Pandanus tectorius*) terhadap kekuatan tarik material komposit?
2. Bagaimana mekanisme patahan serat daun pandan duri (*Pandanus tectorius*)?

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh fraksi volume 5%, 7,5%, dan 10% serat daun pandan duri (*Pandanus tectorius*) terhadap kekuatan tarik material komposit.
2. Untuk mengetahui pengaruh fraksi volume terhadap mekanisme patahan serat daun pandan duri (*Pandanus tectorius*).

1.6 Manfaat penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi mahasiswa
 - 1) Untuk menyelesaikan tugas akhir studi agar mendapatkan gelar sarjana
 - 2) Dapat membawa wawasan dan kreatifitas serta inovasi mahasiswa
2. Bagi perguruan tinggi
 - 1) Memberikan kontribusi kepada masyarakat dan dapat memajukan pendidikan yang merupakan tujuan dari Tri Dharma Perguruan Tinggi.
 - 2) Proyek akhir dapat bermanfaat bagi yang bersangkutan dengan matakuliah dan alat produksi tepat guna.
3. Bagi industri
 - 1) Memberikan kemudahan bagi pengusaha terutama dalam bidang pengaplikasian serat alam.
 - 2) Memaksimalkan fungsi serat daun pandan laut (*Pandanus tectorius*) yang melimpah di bali

1.7 Luaran Penelitian

Selain laporan akhir ini digunakan sebagai hasil dari penelitian, adapun luaran yang diharapkan dalam penelitian ini adalah :

1. Dijadikan modul acuan dalam proses penelitian kedepannya terkait dengan pengaruh fraksi volume serat daun pandan laut (*Pandanus tectorius*) terhadap sifat mekanik epoksi
2. Sebagai artikel yang nantinya akan diterbitkan di jurnal Pendidikan Teknik Mesin (PTM) Undiksha

