

ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN SERAT SABUT KELAPA TERHADAP KEKUATAN MEKANIK KOMPOSIT EPOXY

M. Anzilul Khairi¹, Murthadahadi^{2*}, Nurlaili²

¹Mahasiswa Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jl. Medan – Banda Aceh Km. 280 Buketrata

*Penulis Koresponden: murthadahadi@pnl.ac.id

Abstrak

Penelitian ini membahas pengaruh penambahan serat sabut kelapa terhadap sifat mekanik komposit berbasis resin epoxy. Tujuan penelitian adalah mengetahui bagaimana variasi fraksi volume serat sabut kelapa memengaruhi kekuatan tarik dan kekuatan lentur komposit. Proses pembuatan spesimen dilakukan dengan metode hand lay-up menggunakan variasi fraksi serat 5%, 10%, dan 15%. Spesimen kemudian diuji sifat mekaniknya sesuai standar ASTM D638 untuk uji tarik dan ASTM D790 untuk uji bending. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan serat sabut kelapa mampu meningkatkan kekuatan tarik dan lentur komposit hingga titik optimum pada fraksi serat 10%. Pada fraksi serat 15%, terjadi penurunan performa akibat resin tidak mampu melapisi serat secara merata sehingga terbentuk rongga dan ikatan serat-matriks yang kurang baik. Penelitian ini membuktikan bahwa serat sabut kelapa berpotensi sebagai penguat alami yang ramah lingkungan untuk komposit epoxy, sekaligus memberikan pemanfaatan limbah pertanian menjadi material bernilai tambah.

Kata kunci: Serat sabut kelapa, Resin epoxy, Komposit, Uji sifat mekanik.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Material komposit berbasis resin epoxy telah banyak dimanfaatkan dalam industri karena memiliki sifat mekanik unggul, seperti kekuatan tarik, kekakuan tinggi, serta ketahanan terhadap korosi dan bahan kimia [1]. Material komposit merupakan gabungan dua atau lebih komponen berbeda yang menghasilkan sifat lebih unggul dibandingkan masing-masing penyusunnya, biasanya terdiri dari matriks sebagai pengikat dan serat penguat untuk kekuatan serta kekakuan [2].

Meski demikian, resin epoxy bersifat rapuh dan kurang mampu menyerap energi saat menerima beban kejut atau benturan, sehingga diperlukan penguatan tambahan untuk meningkatkan ketangguhannya [3]. Salah satu metode yang umum dilakukan adalah penambahan serat penguat ke dalam matriks polimer [4]. Dalam perkembangannya, serat alami semakin diminati karena ramah lingkungan, mudah terurai, ketersediaannya melimpah, dan harganya lebih ekonomis [5].

Serat alam yang berasal dari tumbuhan, hewan, atau mineral banyak dimanfaatkan karena ramah lingkungan, melimpah, dan mudah terdegradasi, serta sering digunakan sebagai penguat komposit untuk meningkatkan sifat mekaniknya [6]. Serat sabut kelapa menjadi salah satu kandidat penguat yang potensial karena ringan, fleksibel, serta memiliki ketahanan terhadap kelembaban [7]. Beberapa

penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat ini mampu meningkatkan sifat mekanik komposit epoxy, terutama pada kekuatan tarik dan kekuatan lentur [8].

Namun, kendala yang dihadapi adalah rendahnya adhesi antara serat alami dan matriks epoxy, sehingga mengurangi efektivitas transfer beban dalam komposit [9]. Oleh sebab itu, diperlukan perlakuan kimia atau mekanis serta variasi fraksi volume serat agar tercapai kompatibilitas dan sifat mekanik optimal. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini difokuskan pada analisis pengaruh penambahan serat sabut kelapa terhadap kekuatan mekanik komposit epoxy [10].

2. Metode Penelitian

2.1 Bahan

Pembuatan komposit bambu membutuhkan serat sabut kelapa sebagai *filler* dari komposit. Serat sabut kelapa merupakan serat yang dibeli oleh penulis. Dan menggunakan resin *epoxy* sebagai pengikatnya.

2.2 Manufaktur Komposit

Serat sabut kelapa dibersihkan, dikeringkan, dan dipotong sesuai ukuran. Untuk meningkatkan ikatan dengan matriks, serat direndam dalam larutan NaOH, dibilas hingga netral, lalu dikeringkan kembali.

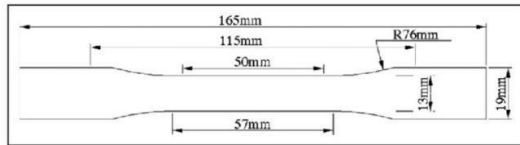
Resin epoxy dicampur dengan hardener sesuai rasio yang ditentukan, lalu diaduk hingga merata. Serat kemudian dicampur dengan resin atau

disusun secara berlapis menggunakan metode *hand lay-up* di dalam cetakan yang telah diberi *release agent*.

Setelah pencetakan, komposit dibiarkan mengeras (*curing*) pada suhu ruang selama 24–48 jam atau menggunakan oven. Setelah itu, komposit dilepaskan dari cetakan dan dilakukan proses finishing seperti pemotongan atau pengamplasan.

2.3 Pengujian Spesimen

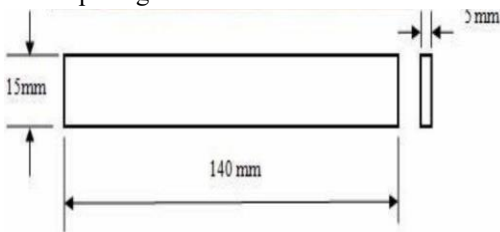
Setelah spesimen kering dengan sempurna maka akan dilakukan 2 pengujian untuk mengetahui sifat mekanik dari komposit. Untuk menguji sifat mekanik digunakan pengujian tarik dan bending untuk mengetahui nilai sifat mekanik dari komposit bambu. Spesimen dari setiap variasi dicetak mengacu pada standar ASTM D 638. Di butuhkan 9 spesimen untuk dilakukan pengujian Tarik. Dimensi spesimen adalah 165 mm x 19 mm x 5 mm. sebagaimana dapat dilihat pada gambar 1.



The tensile test specimen (ASTM D638 Type 1, t = 3.2 mm).

Gambar 1. spesimen uji tarik ASTM D638

Dan 9 spesimen untuk pengujian bending. Spesimen dari setiap variasi dicetak mengacu pada standar ASTM D 790 dengan dimensi spesimen adalah 140 mm x 15 mm x 5 mm. sebagaimana dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. spesimen uji bending ASTM D790

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Bentuk Spesimen Komposit

Pada penelitian ini, telah dilakukan pembuatan komposit resin epoxy dengan penambahan serat sabut kelapa pada variasi fraksi volume, 5%, 10%, dan 15%. Proses pembuatan spesimen dilakukan menggunakan metode *hand lay-up*. Setelah proses pembuatan, spesimen diuji menggunakan uji tarik (ASTM D638) dan uji bending (ASTM D790) di Laboratorium Uji Material dan Karakteristik Politeknik Negeri Lhokseumawe. Data hasil pengujian digunakan untuk menganalisis pengaruh variasi fraksi volume

serat terhadap sifat mekanik komposit epoxy, terutama kekuatan tarik dan kekuatan lentur.

Berikut merupakan wujud spesimen komposit serat sabut kelapa yang telah dibuat berdasarkan fraksi volume serat sabut kelapa 5%, 10%, dan 15%. Kemudian spesimen komposit akan dilakukan pengujian kekerasan dan impak.. Gambar 3. dan 4. menunjukkan hasil bentuk spesimen.



Gambar 3. Spesimen uji Tarik



Gambar 4. Spesimen uji Bending

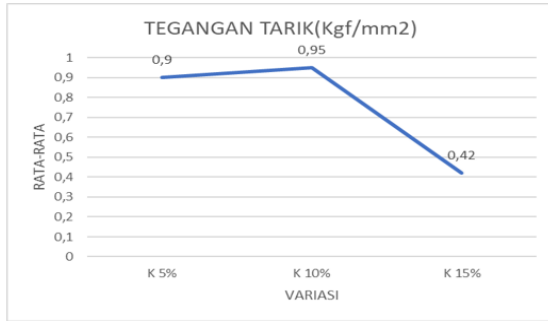
3.2 Tarik

Hasil pengujian tarik untuk setiap variasi fraksi volume serat sabut kelapa ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Tegangan Tarik

BAHAN UJI	SAMPEL	TEGANGAN TARIK (Kgf/m ²)	Rata-Rata
MATERIAL	SPESIMEN		
KOMPOSIT (SERAT SABUT KELAPA 5% + RESIN EPOXY 95%)	A1	1,18	0,9
	A2	0,62	
	A3	0	
KOMPOSIT (SERAT SABUT KELAPA 10% + RESIN EPOXY 90%)	B1	1,43	0,95
	B2	0,84	
	B3	0,59	
KOMPOSIT (SERAT SABUT KELAPA 15% + RESIN EPOXY 85%)	C1	0,93	0,42
	C2	0,28	
	C3	0,06	

Adapun grafik pengujian Tarik dapat dilihat pada gambar 5. dan 6.

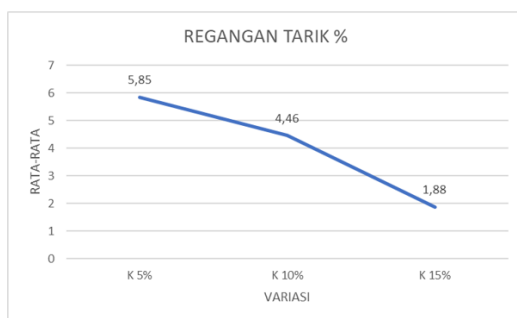


Gambar 5. Grafik tegangan tarik

Berdasarkan Gambar 3, variasi filler serat sabut kelapa terbukti memengaruhi kekuatan tarik komposit resin epoxy. Pada K 5% nilai rata-rata mencapai 0,90 Kgf/mm² dan meningkat menjadi 0,95 Kgf/mm² pada K 10%.

Hal ini menunjukkan bahwa pada kadar 10% distribusi serat masih homogen, resin mampu melapisi serat dengan baik, serta transfer beban dari matriks ke serat berlangsung optimal, sehingga kekuatan tarik material meningkat. Namun, pada K 15% nilai tegangan tarik menurun drastis hingga 0,42 Kgf/mm². Penurunan ini disebabkan oleh aglomerasi serat, distribusi yang tidak merata, dan berkurangnya kemampuan resin membasahi serat, yang memicu terbentuknya void dan melemahkan ikatan antar fase.

Hasil ini sesuai dengan teori komposit, di mana sifat mekanik tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah serat, tetapi juga oleh kualitas ikatan dan homogenitas distribusi. Pada kadar serat berlebih, resin kehilangan peran efektifnya sebagai pengikat sehingga transfer beban tidak berjalan sempurna. Dengan demikian, komposisi filler serat sabut kelapa yang paling optimal dalam meningkatkan kekuatan tarik komposit resin epoxy berada pada kisaran 10%, sementara penambahan di atas persentase tersebut justru menurunkan performa mekanik material.



Gambar 6. Grafik regangan Tarik

Berdasarkan Gambar 4. nilai regangan tarik komposit resin epoxy dengan filler serat sabut kelapa cenderung menurun seiring bertambahnya persentase serat. Pada K 5%, rata-rata regangan tarik tercatat 5,85%, lalu turun menjadi 4,46% pada K 10%, dan mencapai titik terendah 1,88% pada K 15%. Tren ini menunjukkan bahwa semakin banyak serat yang ditambahkan, material menjadi lebih kaku dan kehilangan kemampuan deformasi elastis sebelum putus.

Fenomena ini dapat dijelaskan melalui sifat dasar penyusun material. Resin epoxy bersifat getas dengan modulus elastisitas tinggi sehingga memberikan kekakuan, sedangkan serat sabut kelapa mengandung selulosa ±43% dan lignin ±45% yang membuatnya cukup ulet dan tahan aus, tetapi kekuatan tariknya lebih rendah dibanding serat sintesis. Pada kadar serat rendah (5–10%), resin masih mendominasi matriks sehingga komposit mampu menahan regangan cukup besar. Namun, pada K 15%, distribusi serat menjadi tidak homogen, terjadi aglomerasi, dan ikatan antar fase melemah. Kondisi ini menyebabkan timbulnya retakan lebih cepat saat menerima beban tarik sehingga regangan material menurun drastis.

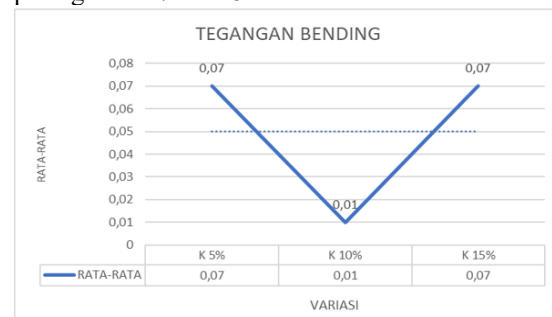
Dengan demikian, meskipun serat sabut kelapa dapat meningkatkan aspek tertentu dari sifat mekanik, penambahan berlebih justru mengurangi fleksibilitas dan daya regang. Oleh karena itu, optimasi komposisi filler sangat penting agar tercapai keseimbangan antara kekuatan dan kelenturan material komposit.

3.3 Bending

Hasil pengujian bending untuk setiap variasi fraksi volume serat sabut kelapa ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Tegangan Bending

Adapun grafik pengujian bending dapat dilihat pada gambar 7. dan 8.



Gambar 7. Grafik uji Bending

Berdasarkan Gambar 4. nilai tegangan bending (kgf/mm²) menunjukkan tren tidak linier terhadap variasi filler serat sabut kelapa. Pada K 5% diperoleh

0,07 kgf/mm², turun drastis menjadi 0,01 kgf/mm² pada K 10%, lalu meningkat kembali ke 0,07 kgf/mm² pada K 15%. Pola ini menegaskan bahwa peningkatan kandungan serat tidak selalu berbanding lurus dengan ketahanan bending.

Penurunan pada K 10% kemungkinan dipengaruhi distribusi serat yang tidak homogen, munculnya void, atau aglomerasi yang menimbulkan stress concentration sehingga transfer beban lentur tidak optimal. Sedangkan peningkatan pada K 15% diduga karena terbentuknya jaringan serat lebih padat yang mampu menahan beban lentur meski risiko penurunan kekuatan tarik tetap ada.

Secara material, resin epoxy memberikan adhesi dan kekakuan, sedangkan serat sabut kelapa—dengan kandungan lignin dan selulosa—menyumbang sifat ringan dan ketahanan aus. Oleh karena itu, kekuatan bending komposit sangat dipengaruhi bukan hanya oleh persentase serat, tetapi juga oleh homogenitas dispersi dan kualitas ikatan serat–matriks.

Berdasarkan Gambar 4.4, regangan bending komposit resin epoxy dengan filler serat sabut kelapa menunjukkan penurunan signifikan seiring meningkatnya persentase serat. Pada K 5%, regangan bending tercatat 19,34%, turun menjadi 16,44% pada K 10%, dan menurun drastis hingga 2,71% pada K 15%. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin banyak serat ditambahkan, kemampuan material untuk mengalami deformasi lentur sebelum patah semakin berkurang.

Penurunan ini dipengaruhi oleh sifat dasar material. Resin epoxy sebagai matriks bersifat kaku dan memiliki daya lekat tinggi, sementara serat sabut kelapa mengandung ±43% selulosa dan ±45% lignin yang membuatnya ringan, cukup ulet, serta tahan aus, namun kurang mampu menahan regangan besar dibanding serat sintesis. Pada kadar rendah (K 5%), resin masih mendominasi sehingga komposit relatif lebih fleksibel. Pada K 10%, serat mulai membatasi deformasi, meski penurunan belum signifikan. Namun pada K 15%, distribusi serat menjadi tidak merata, pembasahan resin berkurang, dan void terbentuk, yang akhirnya memperlemah struktur sehingga regangan bending turun tajam.

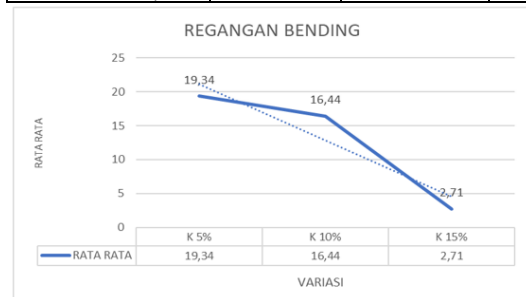
Secara keseluruhan, penambahan serat sabut kelapa dapat meningkatkan kekakuan dan ketahanan aus, tetapi berlebihan justru mengorbankan kelenturan. Oleh karena itu, persentase optimal filler harus menjaga keseimbangan antara kekuatan lentur dan kemampuan deformasi, yang pada hasil ini terlihat berada di bawah 15%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh penambahan serat sabut kelapa terhadap sifat mekanik komposit epoxy, dapat disimpulkan bahwa penambahan serat sabut kelapa mampu meningkatkan sifat tarik dan lentur material dibandingkan epoxy murni. Pada uji tarik (ASTM D638), nilai kekuatan tertinggi diperoleh pada komposisi 15% serat = 27,85 MPa, sedangkan nilai terendah tercatat pada komposisi 5% serat = 21,45 MPa. Sementara itu, pada uji bending (ASTM D790), peningkatan signifikan terlihat pada kekuatan lentur, dengan nilai maksimum pada komposisi 20% serat = 88,68 MPa, disertai kenaikan modulus lentur seiring penambahan fraksi serat hingga titik optimum.

Hasil ini menunjukkan bahwa serat sabut kelapa efektif meningkatkan performa mekanik komposit epoxy, terutama dalam menahan beban lentur. Selain itu, komposisi optimum menawarkan kelebihan

BAHAN UJI	SAMPEL	REGANGAN TARIK (Kgf/m m2)	Ra ta - R at a
MATERIAL	SPESIMEN		
KOMPOSIT (SERAT SABUT KELAPA 5% + RESIN EPOXY 95%)	A1	4,84	5,85
	A2	6,86	
	A3	0	
KOMPOSIT (SERAT SABUT KELAPA 10% + RESIN EPOXY 90%)	B1	5,19	4,46
	B2	4,05	
	B3	4,13	
KOMPOSIT (SERAT SABUT KELAPA 15% + RESIN EPOXY 85%)	C1	2,64	1,88
	C2	2,37	
	C3	0,62	



Gambar 8. Grafik regangan bending

berupa bobot ringan, kekuatan yang baik, serta sifat ramah lingkungan. Namun demikian, ketahanan terhadap air, panas, dan sinar UV masih terbatas sehingga dibutuhkan perlindungan tambahan untuk aplikasi luar ruangan. Secara keseluruhan, komposit epoxy-serat sabut kelapa berpotensi besar diaplikasikan pada produk seperti papan meja, rak ringan, maupun komponen furnitur lainnya yang memerlukan ketahanan lentur.

untuk Aplikasi Bahan Konstruksi Pesawat Terbang,” *Techno (Jurnal Fak. Tek. Univ. Muhammadiyah Purwokerto)*, vol. 19, no. 1, p. 23, 2018, doi: 10.30595/techno.v19i1.2397.

5. Daftar Pustaka

- [1] D. A. Farrel, “Pengaruh Sifat Mekanik Komposit Serat Sabut,” 2021.
- [2] R. Turnip, “Penggunaan Komposit,” pp. 5–16, 2010.
- [3] U. M. Surakarta and J. Tengah, “Pengaruh Rasio Epoksi-Serat Sabut Kelapa , Arah Susunan , Volume dan Konsentrasi Vinyltrimethoxysilane terhadap Kekuatan Tarik Komposit,” vol. d, 2024.
- [4] I. Mawardi, A. Azwar, and A. Rizal, “Kajian perlakuan serat sabut kelapa terhadap sifat mekanis komposit epoksi serat sabut kelapa,” *J. POLIMESIN*, vol. 15, no. 1, p. 22, 2017, doi: 10.30811/jpl.v15i1.369.
- [5] N. R. G. Pandiangan, A. A. Rosidah, Suheni, and H. Irawan, “Sifat Daya Serap Air dan Kekuatan Tarik Komposit Epoksi Berpenguat Serat Sabut Kelapa,” *Senastitan Iv*, no. Senastitan Iv, pp. 1–7, 2024.
- [6] H. Suryanto, “Review serat alam : komposisi, struktur, dan sifat mekanis,” *Tek. Mesin*, no. October, pp. 1–23, 2016.
- [7] L. Penelitian, S. P. Madya, P. Studi, T. Mesin, and F. T. Kedirgantaraan, *Pengaruh penambahan arang sabut kelapa pada komposit serat rami - epoxy terhadap kekuatan bending sebagai kandidat bahan unmanned aerial vehicle (uav)*. 2024.
- [8] M. Arsyad, Y. Kondo, M. Rezky, and J. Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, “Analisa Pengaruh Komposisi Serat Sabut Kelapa Terhadap Kekuatan Lentur Komposit Serat Sabut Kelapa,” *Tekmol. Pertahanan*, p. 56, 2022.
- [9] A. A. Baihaqi, M. B. Waluyo, and D. Murdianto, “Analisis Pengaruh Sabut Kelapa Terhadap Kekuatan Impact Dan Kekerasan Material Komposit Bermatriks Epoxy,” pp. 5–11, 2024.
- [10] F. R. Titani, “Pemanfaatan Serat Sabut Kelapa sebagai Material Penguat Pengganti Fiberglass pada Komposit Resin Polyester