

Analisis Sifat Mekanik Komposit Hybrid Cangkang Kemiri dan Serat Bambu Menggunakan Resin polyester

Muhammad Rizal Kamal^{1*}, Muhammad Balfas², Sattar Yunus³

¹ Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia.

^{2,3} Dosen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia.

* Penulis Korespondensi.

J-MOVE
JURNAL TEKNIK MESIN



Riwayat Artikel

Diterima: 22 September 2025
Selesai Revisi: 05 November 2025
Disetujui: 16 September 2026
Tersedia daring: 17 September 2026

Alamat E-mail

¹ kamalrizal151@gmail.com
² muhammad.balfas@umi.ac.id
³ sattar.teknik@umi.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan agar mengetahui nilai kekuatan tarik dan *Bending* pada material komposit Campuran Serbuk Cangkang Kemiri, Serbuk Serat Bambu dan Resin polyester dengan variasi perbandingan berat. Pada Pengujian Tarik menunjukkan bahwa semakin banyak campuran serbuk serat bambu yang diberikan maka semakin kecil kekuatan tarik yang didapat dimana tegangan terbesar yaitu pada perbandingan 35CK%-15SB%-50RP% dengan nilai Tegangan rata-rata 28,74 N/mm² dan Regangan rata-rata 2,857%. Kemudian pada perbandingan 25CK%-25SB%-50RP% didapat tegangan rata-rata 24,444 N/mm² dan regangan rata-rata sebesar 2,308%, dan nilai tegangan terkecil pada komposisi 15CK%-35SB%-50RP% dengan nilai tegangan rata-rata sebesar 22,736 N/mm² dan Regangan rata-rata 2,857%. Kemudian untuk pengujian *Bending* menunjukkan bahwa pengaruh penambahan Serbuk Cangkang Kemiri dan Serta bambu secara seimbang memiliki nilai Tegangan tertinggi, Tegangan terbesar yaitu pada perbandingan 25CK%-25SB%-50RP% dengan nilai tegangan rata-rata 47,460 N/mm² dan rata-rata Defleksi 10,578 mm, Kemudian pada perbandingan 35CK%-15SB%-50RP% dengan nilai tegangan rata-rata 45,139 N/mm² dan rata-rata Defleksi 10,222 mm, dan pada perbandingan 15CK%-35SB%-50RP% dengan nilai tegangan rata-rata 41,303 N/mm² dan rata-rata Defleksi 10,620 mm. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan gambaran mengenai pengaruh penambahan Serbuk Cangkang Kemiri dan Serbuk Serta Bambu pada Spesimen.

Kata kunci: Komposit Hybrid, Cangkang Kemiri, Serat Bambu, Uji Tarik, Uji Bending.

Abstract

This study aims to determine the tensile strength and bending strength of composite materials composed of a Mixture of Pecan Shell Powder, Bamboo Fiber Powder, and Polyester Resin, with variations in weight ratio. In the tensile test, increasing the bamboo fiber powder content reduced tensile strength; the highest tensile strength was at 35CK%-15SB%-50RP%, with an average tension of 28.74 N/mm² and an average Strain of 2.857%. In the 25CK%-25SB%-50RP% comparison, the average voltage was 24,444 N/mm² and the average strain was 2,308%, and the smallest tension value was at 15CK%-35SB%-50RP%, with an average tension of 22,736 N/mm² and an average strain of 2,857%. Then for Bending testing, it showed that the effect of adding Pecan Shell Powder and bamboo in a balanced manner had the highest Voltage value, the largest voltage was at a ratio of 25CK%-25SB%-50RP% with an average voltage value of 47,460 N/mm² and an average Deflection of 10,578 mm, Then at a comparison of 35CK%-15SB%-50RP% with an average voltage value of 45,139 N/mm² and an average Deflection 10.222 mm, and at a ratio of 15CK%-35SB%-50RP% with an average voltage value of 41.303 N/mm² and an average Deflection of 10.620 mm. Overall, this study provides an overview of the effect of the addition of Pecan Shell Powder and Bamboo Powder to the Specimen .

Keywords: Hybrid Composite, Hazelnut Shell, Bamboo Fiber, Tensile Test, Bending Test.

1. PENDAHULUAN

Material komposit merupakan kombinasi dari dua atau lebih komponen dengan karakteristik berbeda, dirancang untuk menghasilkan sifat mekanik yang lebih unggul, seperti kekuatan tinggi, ringan, ketahanan terhadap korosi, fleksibilitas, serta kemampuan penyesuaian sesuai kebutuhan industri. Seiring meningkatnya permintaan material di berbagai sektor, timbul permasalahan lingkungan akibat limbah produksi

dan sisa penggunaan material konvensional yang sulit terurai, sehingga mengancam kelestarian lingkungan dan kualitas hidup. Kondisi ini mendorong pengembangan material ramah lingkungan yang tetap memiliki kinerja setara atau lebih baik dibandingkan material sintetis. Salah satu inovasi yang berkembang adalah *Natural Composite* (NACO), yaitu material berbasis sumber daya alam yang berpotensi menggantikan komposit sintetis dan logam. Komposit berpenguat serat (*fiber reinforced composite*) menjadi salah satu bentuk pengembangan

yang menawarkan kombinasi sifat ringan, kuat, dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik, namun tetap memerlukan pemahaman mendalam mengenai karakteristik material serta metode analisis yang tepat untuk memprediksi kegagalan struktur. Jenis komposit ini banyak diaplikasikan dalam bidang teknik karena memiliki kekuatan dan kekakuan spesifik yang secara signifikan.

Salah satu material komposit yang dikembangkan dan diminati dalam dunia industri yaitu material komposit *Polyester* dengan material pengisi (*filler*). Bahan komposit yang diperkuat dengan serat merupakan bahan teknik yang banyak digunakan karena kekuatan dan kekakuan spesifik jauh di atas bahan teknik pada umumnya, serta sifatnya dapat disesuaikan dengan kebutuhan.

Cangkang kemiri memiliki sifat yang keras, tebal, mengandung kayu dan merupakan limbah yang dihasilkan dari pengolahan kemiri. Pemanfaatan limbah cangkang kemiri dalam bidang teknologi bahan pembuatan komposit belum begitu banyak digunakan, penelitian ini memanfaatkan limbah cangkang kemiri sebagai material penguat komposit. Ketersediaan cangkang kemiri yang melimpah akan tetapi masih sedikit digunakan dalam beberapa industri menjadikan penelitian ini dapat mendorong dalam pemanfaatan sumber daya alam, guna meningkatkan perekonomian masyarakat serta bahan ramah lingkungan yang aman digunakan dalam jangka panjang.

Bambu merupakan tumbuhan monokotil dari keluarga *Poaceae* yang dapat mencapai tinggi maksimum dalam 4–6 bulan, tergantung kondisi lingkungan dan perawatannya. Di Indonesia, bambu banyak dimanfaatkan karena sifatnya yang ulet, lurus, keras, ringan, mudah diolah, serta harganya relatif murah. Bambu digunakan sebagai bahan bangunan, perabot, alat angkut, kerajinan, hingga produk berteknologi tinggi seperti papan laminasi dan bahan baku kertas. Serat bambu memiliki beberapa keunggulan jika dibandingkan dengan serat alami yang berasal dari tanaman lain, yaitu densitas yang rendah, lebih kuat, dan memiliki fleksibilitas yang baik.

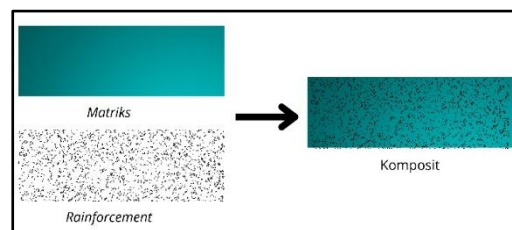
2. KAJIAN PUSTAKA

Komposit merupakan suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Pada komposit, material pembentuknya masih terlihat seperti aslinya, dimana hal seperti itu tidak ditemukan dalam paduan logam. Pada umumnya material komposit terdiri dari dua unsur yang dikenal dengan serat (*fiber*) dan bahan pengikat serat disebut dengan *Matriks*.

Matriks merupakan bahan utama dari sebuah material komposit, *Matriks* dalam struktur komposit berasal dari bahan polimer atau logam. *Matriks* akan dinaikkan nilai mechanical properties oleh bahan penguat (*Reinforcement*). *Matriks* tersebut berupa resin yang merupakan bahan polimer. Agar tidak terjadinya fiber pull out atau terlepasnya serat dari *Matriks*, maka resin harus mampu mengikat bahan *Reinforcement* dengan baik. *Matriks* merupakan fase dalam material komposit, memiliki bagian atau fraksi volume maksimum (utama), pemilihan *Matriks* sangat penting sebagai bahan pengikat

serat dan *Matriks* harus dapat mengikat secara mekanis dengan bubuk atau pengisi serat sehingga tidak akan terjadi reaksi yang tidak diinginkan pada interface.

Reinforcement (penguat) merupakan bagian utama dari komposit yang berperan untuk menahan beban yang diterima oleh material komposit sehingga tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari penguat yang digunakan. Bahan penguat biasanya kaku dan tangguh. Serat yang digunakan harus mempunyai diameter yang lebih kecil dari diameter *Matriks* nya serta memiliki kekuatan tarik yang baik.



Gambar 1. Penyusun Komposit

Komposit partikel (*particulate composite*) menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam *Matriks*. Komposit yang terdiri dari partikel dan *Matriks* seperti butiran. Partikel seharusnya berukuran kecil dan terdistribusi merata dalam sebuah material.

Pemanfaatan limbah cangkang kemiri dalam teknologi material masih terbatas, khususnya penelitian mengenai penggunaannya sebagai material penguat komposit, cangkang kemiri memiliki massa jenis 1,2 g/cm³ yang berpotensi menjadi solusi ramah lingkungan melalui pembentukan komposit yang dikombinasikan dengan serat bambu dan *resin polyester*. Serat bambu memiliki sifat mekanik dan termal yang baik, biaya rendah, serta kekuatan mekanik yang lebih tinggi dibanding kayu, sehingga cocok sebagai bahan penguat dalam polimer maupun papan struktural berorientasi beban satu arah, dengan rumpun yang relatif rapat dan berat jenis sekitar 0,7 g/cm³, serta pengaruh sifat kimia yang terkandung di dalamnya, terutama holoselulosa, lignin. Kandungan holoselulosa yang tinggi 70,49% berperan penting sebagai sumber selulosa untuk kekuatan serat, sedangkan lignin yang mencapai 27,55% berfungsi sebagai perekat alami yang memberikan kekakuan dan ketahanan mekanik. Komposit berbahan cangkang kemiri dan serat bambu ini dapat dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi, seperti material konstruksi bangunan, campuran beton pada pembuatan jalan, komponen otomotif, peralatan rumah tangga, dan produk lainnya.

Kekuatan tarik (*tensile strength*) adalah tegangan maksimum yang bisa ditahan oleh material benda uji sebelum patah atau rusak, besarnya beban maksimum dibagi luas penampang lintang awal benda uji. Adapun pengujian tarik diambil berdasarkan spesimen yang mengalami kerusakan dengan kondisi pengujian statis dan hasil yang didapat berupa kekuatan tarik, regangan tarik dan modulus elastisitas Tarik. Standar yang digunakan ASTM D368, kemudian dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad (1)$$

Pengujian *Bending* merupakan suatu proses pengujian material dengan cara ditekan untuk mendapatkan hasil berupa data tentang kekuatan lengkung (*Bending*) suatu material yang di uji. Besarnya kekuatan *Bending* ditentukan berdasarkan jenis material dan pembebanan. Dalam pengujian ini standar yang digunakan adalah ASTM D790.

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (2)$$

3. METODOLOGI

3.1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental di laboratorium dengan metode kuantitatif untuk memperoleh data kekuatan tarik dan kekuatan bending melalui variasi campuran. Proses penelitian dilaksanakan di Laboratorium Material Teknik Universitas Muslim Indonesia, Laboratorium Teknik Kimia Universitas Muslim Indonesia, serta Balai Latihan Kerja (BLK) Kota Makassar.

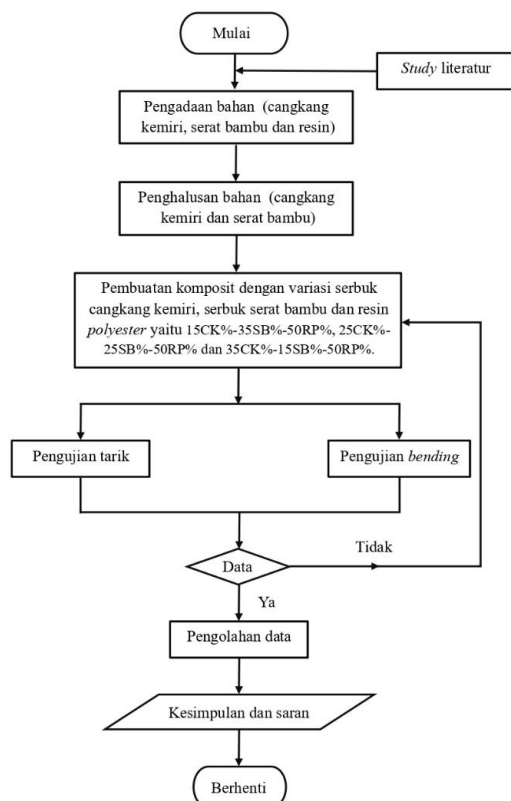
3.2. Variabel dan Parameter Penelitian

Kombinasi campuran dalam variasi berat pada komposit campuran cangkang kemiri, serat bambu dan resin *polyester* akan menghasilkan nilai kekuatan Tarik dan kekuatan *bending*.

3.3. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan meliputi serbuk cangkang kemiri, serbuk serat bambu mayam, resin *polyester* dan katalis, sedangkan alat yang digunakan meliputi alat uji tarik dan *bending*, saringan ukuran *mesh* 100, timbangan digital, cetakan dan *blender*. Sistem pengambilan data menggunakan Alat Tensilon AND RTF-2425.

3.4. Prosedur Penelitian

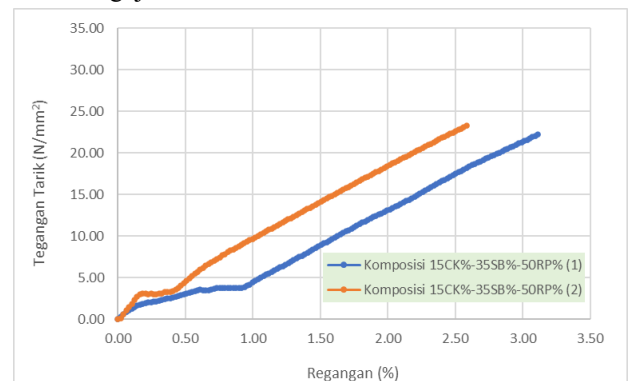


3.5. Metode Analisis Data

Data diperoleh dari dua metode yakni metode literatur dan metode experimental. Pada metode literatur, data diperoleh dengan cara mengumpulkan berbagai informasi dari jurnal, dan referensi lain yang relevan dengan topik penelitian, serta mengacu pada standar pengujian Internasional ASTM D638 untuk uji tarik dan ASTM D790 untuk uji *bending* sebagai pedoman dalam pelaksanaan pengujian. Kemudian metode experimental, data yang diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium dan Balai Latihan Kerja (BLK) Kota Makassar selanjutnya diolah dengan cara memasukkannya ke dalam tabel agar lebih terstruktur, kemudian dihitung dan disajikan dalam bentuk grafik menggunakan aplikasi Microsoft Excel versi 16.0.14332.20216 untuk memudahkan proses pembacaan dan interpretasi. Data yang telah diolah tersebut kemudian dianalisis secara sistematis.

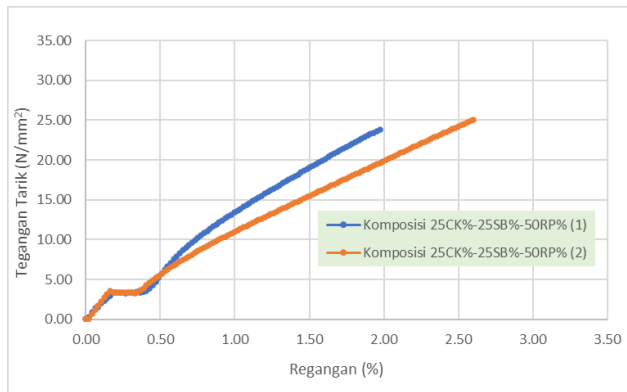
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Tarik



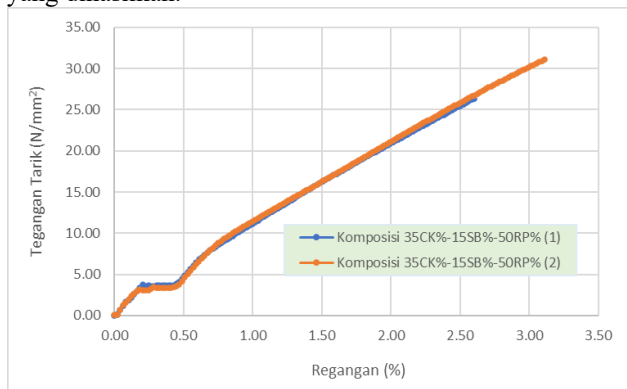
Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Tegangan Tarik Dan Regangan Komposit Campuran Dengan Perbandingan Cangkang Kemiri 15% Serat Bambu 35% dan Resin *Polyester* 50%, Terhadap Uji Tarik.

Berdasarkan Gambar 2. hasil uji kekuatan tarik komposit campuran dengan komposisi cangkang kemiri 15%, serat bambu 35%, dan resin *polyester* 50% menunjukkan bahwa setiap spesimen menghasilkan tegangan tarik dan regangan yang berbeda, namun perbedaannya tidak signifikan karena menggunakan komposisi yang sama. Spesimen 1 memiliki tegangan tarik maksimum 22,225 N/mm² dan regangan maksimum 3,132%, sedangkan spesimen 2 menghasilkan tegangan tarik maksimum 23,246 N/mm² dan regangan maksimum 2,582%, dengan nilai rata-rata tegangan tarik 22,736 N/mm² dan regangan 2,857%. Grafik menunjukkan bahwa semakin tinggi tegangan, semakin besar regangan yang dihasilkan.



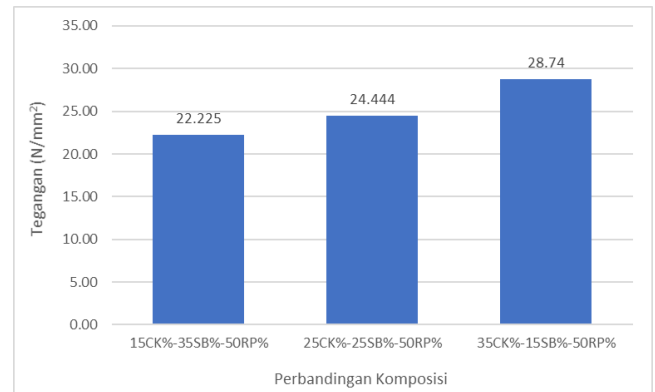
Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Tegangan Tarik dan Regangan Komposit Campuran Dengan Perbandingan Cangkang Kemiri 25% Serat Bambu 25% dan Resin Polyester 50%, Terhadap Uji Tarik.

Berdasarkan Gambar 3. hasil uji kekuatan tarik komposit campuran dengan komposisi cangkang kemiri 25%, serat bambu 25%, dan resin polyester 50% menunjukkan bahwa setiap spesimen menghasilkan tegangan tarik dan regangan yang berbeda, namun perbedaannya tidak signifikan karena menggunakan komposisi yang sama. Spesimen 1 memiliki tegangan tarik maksimum 23,819 N/mm² dan regangan maksimum 1,993%, sedangkan spesimen 2 menghasilkan tegangan tarik maksimum 25,074 N/mm² dan regangan maksimum 2,623%, dengan nilai rata-rata tegangan tarik 24,444 N/mm² dan regangan 2,308%. Grafik menunjukkan bahwa semakin tinggi tegangan, semakin besar regangan yang dihasilkan.



Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Tegangan Tarik dan Regangan Komposit Campuran dengan Perbandingan Cangkang Kemiri 35% Serat Bambu 15% dan Resin Polyester 50%, Terhadap Uji Tarik.

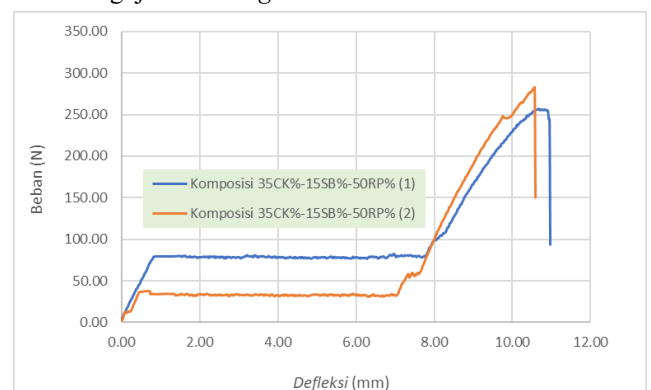
Berdasarkan Gambar 4. hasil uji kekuatan tarik komposit campuran dengan komposisi cangkang kemiri 15%, serat bambu 35%, dan resin polyester 50% menunjukkan bahwa setiap spesimen menghasilkan tegangan tarik dan regangan yang berbeda, namun perbedaannya tidak signifikan karena menggunakan komposisi yang sama. Spesimen 1 memiliki tegangan tarik maksimum 26,380 N/mm² dan regangan maksimum 2,603%, sedangkan spesimen 2 menghasilkan tegangan tarik maksimum 31,101 N/mm² dan regangan maksimum 3,111%, dengan nilai rata-rata tegangan tarik 28,740 N/mm² dan regangan 2,857%. Grafik menunjukkan bahwa semakin tinggi tegangan, semakin besar regangan yang dihasilkan.



Gambar 5. Grafik Rata-Rata Tegangan Komposit Campuran Dengan Perbandingan Komposisi yang Berbeda

Berdasarkan Gambar 5, terlihat bahwa tegangan tarik tertinggi diperoleh pada komposisi cangkang kemiri 35%, serat bambu 15%, dan resin polyester 50% dengan rata-rata sebesar 28,74 N/mm². Hal ini menunjukkan bahwa penambahan cangkang kemiri 35% dan serat bambu 15% menghasilkan kekuatan tarik terbesar. Berdasarkan penelitian Harwono Supriadi (2012), pemanfaatan serbuk cangkang kemiri $\leq 0,15$ mm (mesh 100) pada komposisi cangkang kemiri 40% dan resin poliester 60% menghasilkan tegangan tarik maksimal 16,97 N/mm². Sementara itu, penelitian ini dengan komposisi cangkang kemiri 35% dan serat bambu 15% menghasilkan tegangan tarik tertinggi 28,74 N/mm², atau meningkat 51,49% dibandingkan penelitian sebelumnya. Penelitian Alhaya Yuwanda (2024) dengan komposisi resin poliester 70% dan serat bambu 30% menghasilkan rata-rata tegangan tarik 26,27 N/mm², sedangkan penelitian ini menunjukkan peningkatan sebesar 8,98% dengan tegangan tarik tertinggi 28,74 N/mm². Namun, jumlah data yang diperoleh belum mencukupi untuk penerapan analisis regresi linear berganda.

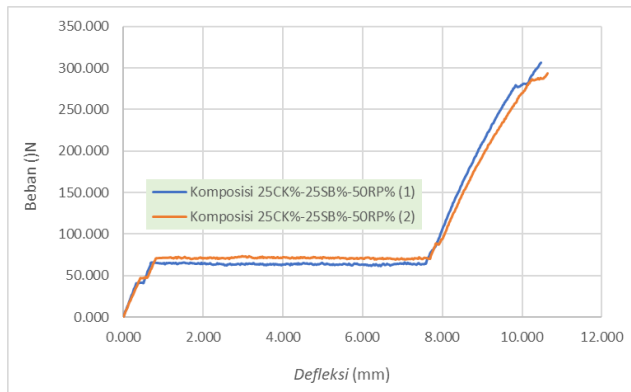
4.2. Pengujian Bending



Gambar 6. Grafik Hubungan Antara Beban dan Defleksi Komposit Campuran Dengan Perbandingan Cangkang Kemiri 15% Serat Bambu 35% dan Resin Polyester 50%, Terhadap Uji Bending.

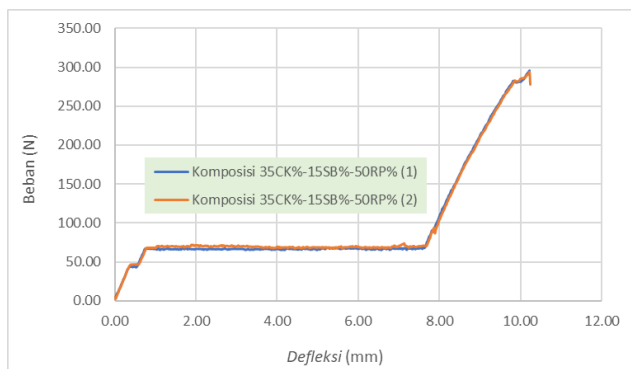
Berdasarkan Gambar 6, hasil uji kekuatan bending pada komposit campuran dengan komposisi cangkang kemiri 15%, serat bambu 35%, dan resin polyester 50% menunjukkan bahwa setiap spesimen menerima beban bervariasi dari minimum hingga maksimum, di mana defleksi meningkat seiring bertambahnya beban.

Pengujian dilakukan pada dua spesimen dengan komposisi yang sama dan menghasilkan perbedaan nilai yang tidak signifikan. Spesimen 1 mampu menahan beban maksimum 256,451 N dengan defleksi maksimum 10,660 mm, sedangkan spesimen 2 menahan beban maksimum 283,244 N dengan defleksi maksimum 10,580 mm. Dari kedua spesimen diperoleh rata-rata beban maksimum 269,847 N dan defleksi 10,620 mm. Grafik menunjukkan bahwa semakin besar beban yang diterima, semakin besar pula defleksi yang dihasilkan.



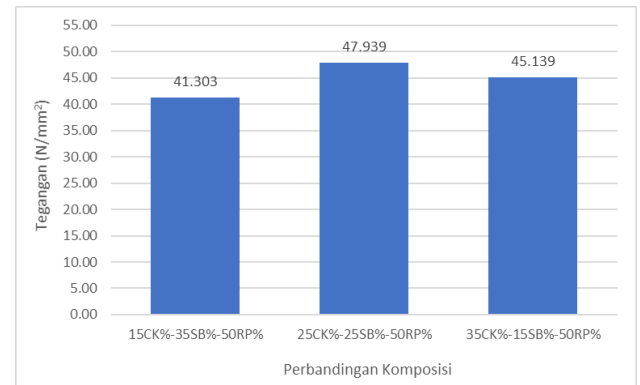
Gambar 7. Grafik Hubungan Antara Beban dan Defleksi Komposit Campuran dengan Perbandingan Cangkang Kemiri 25% Serat Bambu 25% dan Resin Polyester 50%, Terhadap Uji Bending.

Berdasarkan Gambar 7 hasil uji kekuatan *bending* pada komposit campuran dengan komposisi cangkang kemiri 25%, serat bambu 25%, dan resin polyester 50% menunjukkan bahwa setiap spesimen menerima beban bervariasi dari minimum hingga maksimum, di mana defleksi meningkat seiring bertambahnya beban. Pengujian dilakukan pada dua spesimen dengan komposisi yang sama dan menghasilkan perbedaan nilai yang tidak signifikan. Spesimen 1 mampu menahan beban maksimum 306,601 N dengan defleksi maksimum 10,481 mm, sedangkan spesimen 2 menahan beban maksimum 293,601 N dengan defleksi maksimum 10,639 mm. Dari kedua spesimen diperoleh rata-rata beban maksimum 300,276 N dan defleksi 10,587 mm. Grafik menunjukkan bahwa semakin besar beban yang diterima, semakin besar pula defleksi yang dihasilkan.



Gambar 8. Grafik Hubungan Antara Beban dan Defleksi Komposit Campuran Dengan Perbandingan Cangkang Kemiri 35% Serat Bambu 15% dan Resin Polyester 50%, Terhadap Uji Bending.

Berdasarkan Gambar 8, hasil uji kekuatan *bending* pada komposit campuran dengan komposisi cangkang kemiri 35%, serat bambu 15%, dan resin polyester 50% menunjukkan bahwa setiap spesimen menerima beban bervariasi dari minimum hingga maksimum, di mana defleksi meningkat seiring bertambahnya beban. Pengujian dilakukan pada dua spesimen dengan komposisi yang sama dan menghasilkan perbedaan nilai yang tidak signifikan. Spesimen 1 mampu menahan beban maksimum 295,923 N dengan defleksi maksimum 10,222 mm, sedangkan spesimen 2 menahan beban maksimum 293,905 N dengan defleksi maksimum 10,222 mm. Dari kedua spesimen diperoleh rata-rata beban maksimum 294,914 N dan defleksi 10,222 mm. Grafik menunjukkan bahwa semakin besar beban yang diterima, semakin besar pula defleksi yang dihasilkan.



Gambar 4.9 Grafik Rata-Rata Tegangan Komposit Campuran dengan Perbandingan Komposisi yang Berbeda

Dari Gambar 9 terlihat bahwa tegangan *bending* tertinggi diperoleh pada komposisi cangkang kemiri 25%, serat bambu 25%, dan resin polyester 50% dengan rata-rata sebesar 47,939 N/mm². Hal ini menunjukkan bahwa penambahan cangkang kemiri 25% dan serat bambu 25% menghasilkan tegangan *bending* terbesar dari seluruh hasil pengujian. Penelitian Juli Warda (2022) dengan pemanfaatan serbuk cangkang kemiri berukuran 297 μm –177 μm (mesh 100) pada komposisi cangkang kemiri 60% dan resin epoksi 40% menghasilkan tegangan *bending* maksimum 33,89 N/mm². Sementara itu, penelitian ini dengan komposisi cangkang kemiri 25% dan serat bambu 25% mampu mencapai tegangan *bending* tertinggi 47,939 N/mm², atau meningkat 34,33% dibandingkan penelitian tersebut. Kemudian penelitian Novriyanti Talango dan Wawan Rauf (2024) dengan komposisi resin epoksi 80% dan serat bambu 20% menghasilkan rata-rata tegangan *bending* 30,31 N/mm², sedangkan penelitian ini menunjukkan peningkatan sebesar 22,53% dengan nilai tertinggi 47,939 N/mm². Namun, jumlah data yang diperoleh masih terbatas sehingga analisis regresi linear berganda belum dapat diterapkan.

4.3. Analisa Tingkat Kadar Air

Pengujian kadar air pada sampel yang diuji dipaparkan secara rinci untuk mengetahui tingkat kelembapan atau kadar air, sehingga dapat disesuaikan dengan referensi untuk memperoleh massa jenis yang tepat dan menghasilkan campuran yang homogen. Proses pengujian menggunakan metode oven dengan dua jenis

bahan, yaitu cangkang kemiri dan serat bambu, masing-masing diuji menggunakan tiga sampel dengan berat setiap sampel 5 gram. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, diperoleh data dari laboratorium yang kemudian dianalisis untuk mendapatkan hasil yang akurat.

Tabel 1. Tingkat kadar air bahan cangkang kemiri

No	Sampel	Berat Wadah (gr)	Berat Bahan		Berat Akhir (gr)	Tingkat Kadar air (%)
			Awal (gr)	Akhir (gr)		
1	Cangkang kemiri	54,29	59,29	58,90	0,39	7,8
2	Cangkang kemiri	39,05	44,05	43,66	0,39	7,8
3	Cangkang kemiri	45,60	50,60	50,10	0,5	10
Rata-rata tingkat kadar air 8,53 %						

Tabel 2. Tingkat kadar air bahan serat bambu

No	Sampel	Berat Wadah (gr)	Berat Bahan		Berat Akhir (gr)	Tingkat Kadar air (%)
			Awal (gr)	Akhir (gr)		
1	Serat bambu	47,30	52,30	52,09	0,21	4,2
2	Serat bambu	52,07	57,07	56,84	0,46	9,2
3	Serat bambu	45,35	50,35	50,10	0,25	5
Rata-rata tingkat kadar air 6,13 %						

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa tingkat kadar air setiap sampel bervariasi. Pada serbuk cangkang kemiri dengan berat awal 5 gr, berat akhir setelah pengovenan turun masing-masing 0,39 gr, 0,39 gr, dan 0,5 gr, sehingga diperoleh kadar air sebesar 7,8%, 7,8%, dan 10% dengan rata-rata 8,53%. Sementara itu, pada serbuk serat bambu dengan berat awal 5 gr, berat akhir turun 0,21 gr, 0,46 gr, dan 0,25 gr, menghasilkan kadar air 4,2%, 9,2%, dan 5% dengan rata-rata 6,13%. Variasi kadar air ini dipengaruhi oleh kondisi pengujian dan sifat masing-masing sampel.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan menyajikan inti sari dari temuan penelitian tanpa mengulang isi pembahasan secara panjang lebar. Hal-hal yang perlu dimuat dalam kesimpulan antara lain:

- Pada pengujian tarik, dari ketiga perbandingan spesimen komposit campuran cangkang kemiri, serat bambu dan resin *polyester* yakni 15 CK%-35 SB%-50 RP%, 25 CK%-25 SB%-50 RP%, dan 35 CK%-15 SB%-50 RP%, didapat nilai tegangan terbesar pada perbandingan komposisi 35 CK%-15 SB%-50 RP% dengan nilai sebesar tegangan 28,740 N/mm².
- Pada pengujian *bending*, dari ketiga perbandingan spesimen komposit campuran cangkang kemiri, serat bambu dan resin *polyester* yakni 15 CK%-35 SB%-50 RP%, 25 CK%-25 SB%-50 RP%, dan 35 CK%-15 SB%-50 RP%, didapat nilai tegangan terbesar pada perbandingan komposisi 25 CK%-25 SB%-50 RP% dengan nilai sebesar tegangan 47,939 N/mm².

5.2. Saran

- Penelitian ini masih memiliki ruang untuk dikembangkan, khususnya pada aspek perbandingan

komposisi agar dapat dilakukan analisis regresi linear berganda, sehingga menghasilkan material yang lebih kuat, efisien dan bersifat Universal.

- Selain pengujian tarik, *bending* dan tingkat kadar air, penulis berharap penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengujian tambahan yang sesuai dengan peruntukannya seperti pengujian impak, getaran mekanik, kekerasan dan pengujian mekanis lainnya guna mengetahui karakteristik jangka panjang dan ketahanan material komposit campuran ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfikri, W., Fahmi, H.P., Mastariyanto, A., (2021) "Sifat Mekanik Komposit Alam Berbahan Dasar Limbah Cangkang Kemiri Dan Resin *Epoxy*," Seminar Nasional – Xx Rekayasa Dan Aplikasi Teknik Mesin Di Industri, (1), Hal. 1–7.
- Aminur, Sudarsono, Sisworo, R.R., Aksar, P., Syah, Citra.Y., Hamundu, Wa Ode Nartin(2023) "Studi Sifat Mekanik Komposit Polimer Serat Bambu Dengan Struktur Berlapis," Jurnal Teknik Mesin Sinergi, 21(1), Hal. 65–73.
<https://doi.org/10.31963/Sinergi.V21i1.3808>.
- Banowati, L.B., Putra, K.A. Dan Ghani, R.A. (2022) "Analisis Kekuatan Tarik Komposit *Termoseting Hibrid Serat Bambu -E-Glass/ Epoxy Unidirectional 0° Vs Hybrid Serat Bambu E-Glass Wr/ Epoxy* Dan Aplikasinya Pada Struktur *Frame Quadkopter*," Conference Senatik Stt Adisutjipto Yogyakarta, 7, Hal. 79–84.
<https://doi.org/10.28989/Senatik.V7i0.470>.
- Beliau, H.N., Pelle, Y.M. Dan Jarson, J.U. (2016) "Analisa Kekuatan Tarik Dan *Bending* Pada Komposit Widuri - *Polyester*," Jurnal Teknik Mesin Undana - Lontar, 03(02), Hal. 11–20.
- Harsi, H., Sari Herlina, N. Dan Sinarep, S. (2015) "Karakteristik Kekuatan *Bending* Dan Kekuatan Tekan Komposit Serat *Hybrid* Kapas Gelas Sebagai Pengganti Produk Kayu _ Harsi _ Dinamika Teknik Mesin_ Jurnal Keilmuan Dan Terapan Teknik Mesin.Pdf." Mataram.
- Supriadi, harwono (2012) "Pemanfaatan Partikel Tempurung Kemiri Sebagai Bahan Penguat Pada Komposit Resin Poliester," *Jurnal Mechanical*, 3(1), hal. 3–7.
- Hossain, Mohammad Jakir Ghosh, Rupak Kumar Das, Atanu Kumar Maryana, Roni Sudiyani, Yanni Nath, Shambhu Chandra Islam And Rakibul (2024) "Chemical Composition And Solubility Properties Of *Bambusa Bambos* At Different Ages And Height Positions," *Advances In Bamboo Science*, 6(February),
<https://doi.org/10.1016/j.bamboo.2024.100062>.
- Illya, G. Dan Bali, I. (2019) "Studi Perbandingan Sifat Mekanik Serat Bambu," Xx(Xx), Hal. 1–9.
- Kurniawan, N.A., Setiawan, F. Dan Sofyan, E. (2022) "Pengujian Tarik Komposit Spesimen Campuran Serat Pisang Alur Diagonal Dan Pasir Besi Dengan Matrik Resin *Polyester* Dengan Metode *Hand Lay-Up*," *Teknika Sttkd: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(2), Hal. 281–288.
<https://doi.org/10.56521/Teknika.V8i2.657>.

- Mayasari, A. Dan Suryawan, A. (2012) “Di Taman Nasional Alas Purwo *The Diversity Of Bambu Types And Its Utilization In Alas Purwo National Park* Balai Penelitian Kehutanan Manado, 2(2), Hal. 139–154.
- Muhamad M. Muhammad A. M., Jurusan Pendidikan Teknik Mesin-FT, U.N.M. (2016) “Analisis Kekuatan Tarik Bahan Komposit Matriks Resin Berpenguat Serat Alam Dengan Berbagai Varian Tata Letak,” *Jurnal Teknik Mesin*, 24(2), hal. 1–8.
- Purwadi, R., Surata, I. Dan Tirtaonindhial, G. (2021) “Karakteristik Mekanik Komposit Poliester Berpenguat Serat Sisal Yang Diekstraksi Dengan Metode *Water Retting* Di Cetak Teknik *Vacum*,” 10(3).
- Radzi, A.M., Zaki, S.A., Hassan, M.Z., Ilyas, R.A., Jamaludin, K.R., Daud, M.Y.M. & Aziz, S.A., 2022. *Bamboo-Fiber-Reinforced Thermoset and Thermoplastic Polymer Composites: A Review of Properties, Fabrication, and Potential Applications. Polymers*, 14(7), p.1387. <https://doi.org/10.3390/polym14071387>.
- Sari, N.H. dan Sinarep, S. (2011) “Analisa Kekuatan Bending Komposit *Epoxy* Dengan Penguatan Serat Nilon,” *Dinamika Teknik Mesin*, 1(1). <https://doi.org/10.29303/d.v1i1.130>.
- Satrio, D. (2016) “Studi Kekerasan Bahan Komposit Pada Limbah Serabut Kelapa Untuk Material.”
- Supriadi, Harwono (2012) “Pemanfaatan Partikel Tempurung Kemiri Sebagai Bahan Penguat Pada Komposit Resin Poliester,” *Jurnal Mechanical*, 3(1), Hal. 3–7.
- Talango, N. dan Rauf, W. (2024) “Analisis Sifat Mekanis Serat Bambu Sebagai Alternatif Bahan Komposit Melalui Uji Bending,” *Jurnal Simetrik*, 14(1), hal. 791–795. <https://doi.org/10.31959/js.v14i1.2305>.
- Wandra, J. (2022) “Pengaruh Variasi Ukuran Serbuk Cangkang Kemiri Terhadap Sifat Mekanik Pada Komposit,” Hal. 1–25.
- Warsono, G.E. Gati, Sehonno, S. Dan Rizki Putra, I. (2022) “Analisis Kekuatan Tarik Dan *Bending* Komposit Serat Pelepah Pisang,” *Teknika Sttkd: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(1), Hal. 167–174.
- Yudo, H. Dan Jatmiko, S. (2012) “Analisa Teknis Kekuatan Mekanis Material Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu (*Baggase*) Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Dan Impak,” *Kapal*, Hal. 95–101.
- Yulianto, D., (2022) “*The Effect Of Addition Of Active Carbon On The Fiber Composite Of Pineapple Leaves With Polyester Matrix* (Pengaruh Penambahan Karbon Aktif Pada Komposit Serat Daun Nenas Dengan *Matriks Polyester*),” *Journal Renewable Energy & Mechanics*, 05(01), Hal. 2714–621.