

**PENINGKATAN KEKUATAN LENTUR DAN *SHORE HARDNESS*  
MENGUNAKAN BAHAN PENGISI KEDUA (4mm) DENGAN ORIENTASI ACAK,  
MATERIAL BIO-KOMPOSIT RESIN EPOXY/SERAT KENAF**

**Abdullah Kennedy<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup>Mahasiswa Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta**

*Email : [abdullahkennedy04@gmail.com](mailto:abdullahkennedy04@gmail.com)*

**Hendra Suherman<sup>2</sup>**

**<sup>2</sup>Dosen Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta**

**ABSTRAK**

Material komposit adalah jenis material dalam rekayasa yang dibuat dengan menggabungkan berbagai jenis material. Penggunaan material komposit dengan menggunakan serat alam di berbagai bidang tidak bisa tidak menyebutkan sifat dan karakteristik material komposit serat yang menonjol, yakni ringan, tahan lama, keras, dan tahan korosi. Keuntungan utama serat alami adalah mudah diperoleh, dapat diperbarui dan didaur ulang, serta tidak mencemari lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan karakteristik mekanik dari material bio-komposit resin *epoxy* / serat kenaf dengan orientasi serat anyaman (sebagai pengisi utama) dan acak (sebagai pengisi kedua) menggunakan pemanasan *Compression Molding*. Penelitian ini akan melibatkan pengujian terhadap kekuatan lentur dan uji kekerasan untuk melihat kekerasan permukaan material. Pengujian dilakukan sesuai dengan standar ASTM D790-02 (kekuatan lentur) Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian mengenai bio-komposit yang menggunakan resin *epoxy* dan serat kenaf, dengan penambahan bahan pengisi kedua berupa serat kenaf acak berukuran 4 mm, beberapa kesimpulan dapat diambil. Kesimpulan tersebut disusun secara sistematis berdasarkan pengaruh variasi parameter proses terhadap sifat material mekanik.

**Kata Kunci:** Material Bio-Komposit, Kekuatan Lentur, Uji Kekerasan, ASTM D790-02.

**ABSTRAC**

Composite materials are a type of material in engineering that is made by combining different materials. The use of composite materials using natural fibers in various fields cannot fail to mention the properties and characteristics of fiber composite materials that stand out, namely lightweight, durable, hard, and corrosion-resistant. The main advantages of natural fibers are that they are easy to obtain, renewable and recyclable, and do not pollute the environment. The purpose of this study is to obtain the mechanical characteristics of epoxy resin bio-composite material / kenaf fiber with woven fiber orientation (as the main filler) and random (as the second filler) using the compression molding method. This research will involve testing the bending strength and hardness test to see the surface hardness of the material. The test was carried out in accordance with the ASTM D790-02 standard (flexural strength) Based on the results of research and testing on bio-composites using epoxy resin and kenaf fiber, with the addition of a second filler in the form of a random kenaf fiber measuring 4 mm, several conclusions can be drawn. The conclusions are systematically drawn based on the influence of variations in process parameters on the properties of mechanical materials.

**Keywords:** Composite Material, Bending Strength, Hardness Test, ASTM D790-02.

## PENDAHULUAN

Komposit adalah jenis material yang terbentuk dari penggabungan beberapa bahan untuk menghasilkan sifat-sifat baru yang tidak dimiliki oleh masing-masing bahan penyusunnya. Melalui pemilihan dan pengaturan bahan, ukuran, distribusi filler, derajat kristalinitas, tekstur, struktur, dan komposisi interfase, bahan komposit dapat disesuaikan dengan berbagai karakteristik. Keunggulan bahan komposit meliputi ringan, kekuatan yang tinggi, ketahanan terhadap korosi, serta kemampuan untuk meningkatkan sifat mekanik atau sifat spesifik lainnya.

Kenaf secara ilmiah dikenal sebagai *Hibiscus Cannabinus*, tanaman asli Afrika dengan sejarah budidaya lebih dari 4.000 tahun. Kenaf diklasifikasikan dalam *family Malvaceae*. Kenaf kini dikenal sebagai media alternatif dalam industri perminyakan dan kehutanan. Kenaf diperkenalkan ke Malaysia pada awal tahun 70-an. Kemudian, pada akhir tahun 90-an, tanaman ini dikenal sebagai bahan akar alternatif yang sederhana dan murah untuk produksi produk panel.

## METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini, metode eksperimental digunakan untuk merancang dan menguji bio-komposit. Bahan utama yang digunakan adalah serat kenaf, resin epoksi tipe 635 sebagai matriks, dan *hardener*. Komposisi bio-komposit ditetapkan dengan perbandingan 30/70 persen berat (*weight %*) antara serat kenaf dan resin epoksi. Spesimen dibuat dengan 3 lapis anyaman serat kenaf, serta penambahan serat kenaf acak sepanjang 4 mm sebagai pengisi kedua (*second filler*). Proses pembuatan spesimen menggunakan metode pencetakan kompresi panas. Pertama, resin epoksi dan *hardener* dicampurkan dengan perbandingan 3:1 menggunakan mixer pada kecepatan 200 rpm selama 2 menit pada suhu ruang. Campuran tersebut kemudian dituangkan ke dalam cetakan aluminium berukuran panjang 120 mm, lebar 80 mm, dan tinggi 25 mm yang telah diisi dengan anyaman dan serat acak. Spesimen kemudian dipanaskan tanpa tekanan dengan dua variasi parameter:

1. Variasi waktu pemanasan: 30, 45, dan 60 menit pada suhu konstan 70°C.
2. Variasi suhu pemanasan: 50°C, 70°C, dan 90°C dengan waktu konstan 45 menit.

Setelah proses pemanasan, spesimen diuji sifat mekaniknya. Pengujian kekuatan lentur mengacu pada standar ASTM D790, dan pengujian kekerasan permukaan menggunakan Durometer *Shore A* sesuai standar ASTM D790

## HASIL DAN PEMBAHASAN

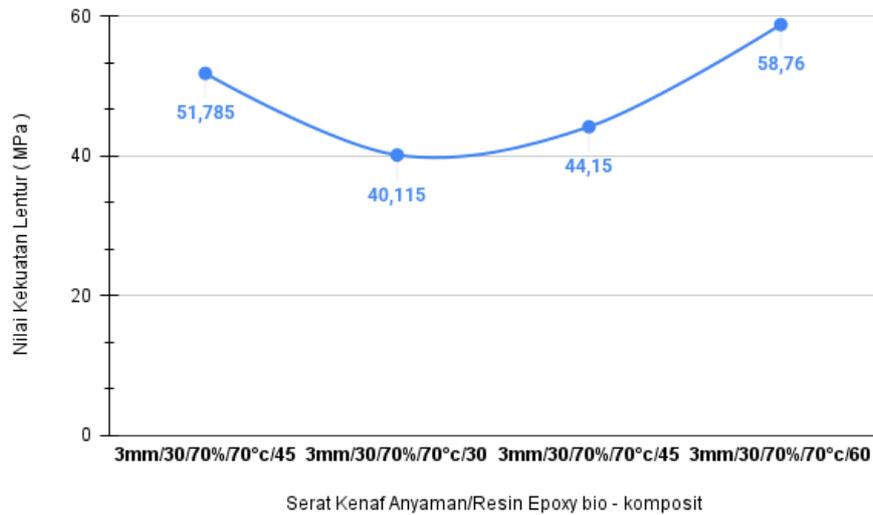
### ANALISIS KEKUATAN LENTUR

#### Pengujian Kekuatan Lentur Variasi Waktu

Untuk mengetahui efek dari waktu pemanasan terhadap kekuatan lentur, spesimen dengan komposisi 30/70 (30% serat kenaf dan 70% resin epoksi) dipanaskan pada suhu 70°C dengan tiga variasi waktu, yaitu 30, 45, dan 60 menit.

Berdasarkan data pada Tabel 1 dan Grafik 1, kekuatan lentur komposit serat kenaf dengan resin epoksi dipengaruhi oleh durasi pemanasan pada 70°C. Kekuatan terendah

(40,12 MPa) terjadi pada pemanasan 30 menit, sedangkan kekuatan tertinggi (58,76 MPa) dicapai setelah 60 menit. Terdapat variasi nilai pada pemanasan 45 menit (44,15 MPa dan 51,79 MPa), yang mungkin disebabkan oleh kondisi pengujian yang berbeda. Secara umum, semakin lama pemanasan, semakin tinggi kekuatan lentur, menunjukkan proses pematangan resin yang lebih sempurna.



**Gambar 1 Nilai Kekuatan Lentur Dengan Variasi Waktu**

**Tabel 1. Rata-Rata Nilai Kekuatan Lentur Dengan Variasi Waktu**

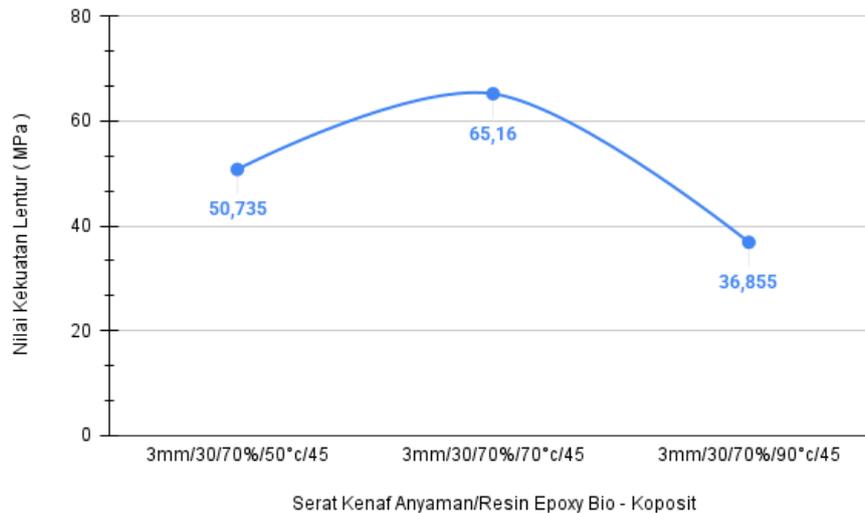
Serat Kenaf Anyaman/Resin Epoxy/Hardner/Suhu/Waktu	Spesimen	Kekuatan Lentur ( $\sigma$ ) (Mpa)	Rata-Rata Nilai Kekuatan Lentur (MPa)
3mm/30/70%/70°C/45	1	65,9	51,785
	2	37,67	
3mm/30/70%/70°C/30	1	6,71	40,115
	2	73,52	
3mm/30/70%/70°C/45	1	45,88	44,15
	2	42,42	
3mm/30/70%/70°C/60	1	59,86	58,76
	2	57,66	

**Pengujian Kekuatan Lentur Dengan Variasi Temperatur**

Untuk menganalisis pengaruh suhu pemanasan, pengujian dilakukan dengan waktu pemanasan konstan selama 45 menit pada tiga variasi suhu: 50°C, 70°C, dan 90°C.

Berdasarkan data pada Tabel 2 dan Grafik 2, suhu pemanasan memengaruhi kekuatan lentur komposit serat kenaf dengan resin epoksi, dengan waktu pemanasan konstan 45 menit.

Kekuatan lentur tertinggi, yaitu 65,16 MPa, dicapai pada suhu 70°C. Penurunan kekuatan terjadi pada suhu yang lebih rendah (50°C menghasilkan 50,735 MPa) dan suhu yang lebih tinggi (90°C menghasilkan 36,855 MPa). Ini menunjukkan bahwa 70°C adalah suhu optimal untuk pemanasan, karena suhu yang terlalu rendah menghambat proses pematangan resin, sementara suhu yang terlalu tinggi dapat merusak struktur material.



**Gambar 2 Nilai Kekuatan Lenturan Dengan Variasi Temperature**

**Tabel 2. Rata-Rata Nilai Kekuatan Lentur Dengan Variasi Waktu**

Serat Kenaf Anyaman/Resin Epoxy/Hardner/Suhu/Waktu	Spesimen	Kekuatan Lentur ( $\sigma$ ) ( Mpa )	Rata-Rata Nilai Kekuatan Lentur ( MPa )
3mm/30/70%/50°C/45	1	46,09	50,735
	2	55,38	
3mm/30/70%/70°C/45	1	65	65,16
	2	65,32	
3mm/30/70%/90°C/45	1	37,16	36,855
	2	36,55	

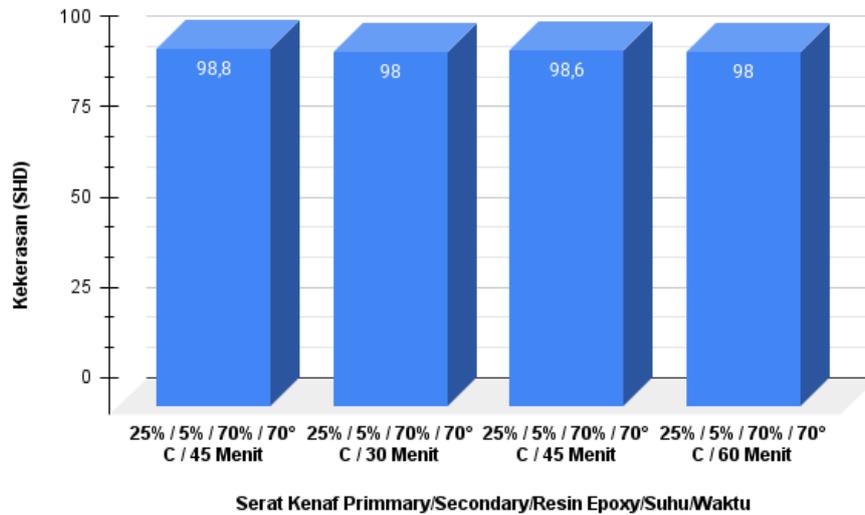
**ANALISIS UJI KEKERASAN**

**Pengujian Kekerasan (Shore A) Dengan Variasi Waktu**

Pengujian kekerasan menggunakan metode Shore A dilakukan pada spesimen yang dipanaskan pada suhu 70°C dengan variasi waktu 30, 45, dan 60 menit.

Berdasarkan data pada Tabel 3 dan Grafik 3, kekerasan komposit serat kenaf dengan resin epoksi dipengaruhi oleh waktu pemanasan pada suhu 70°C. Nilai kekerasan tertinggi tercatat pada pemanasan 45 menit, yaitu 98,8 dan 98,6. Sementara itu, pemanasan selama 30 menit dan 60 menit menghasilkan nilai kekerasan yang sama, yaitu 98. Meskipun

perbedaannya kecil, data menunjukkan bahwa waktu pemanasan 45 menit adalah optimal untuk mencapai kekerasan maksimal, sementara pemanasan yang terlalu lama berpotensi merusak material.



**Gambar 3 Nilai kekerasan (*shore A*) dengan variasi waktu**

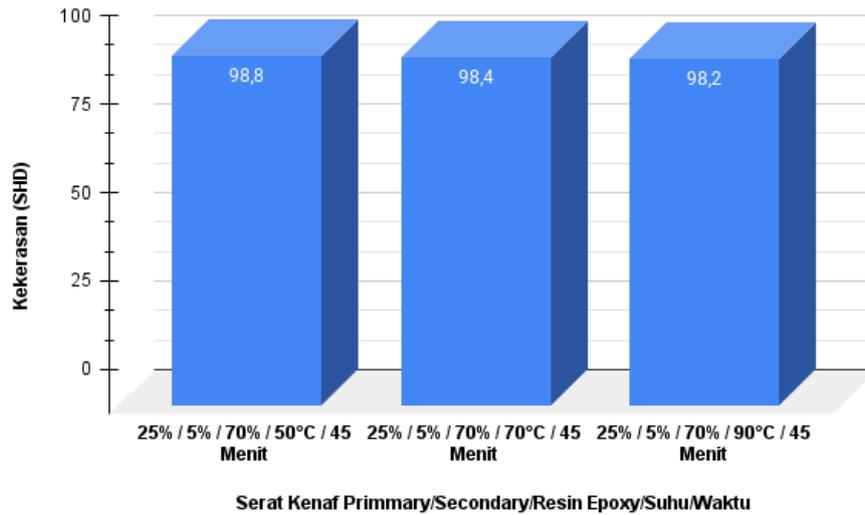
**Tabel 3. Nilai Rata-Rata Kekerasan (*Shore A*) Dengan Variasi Waktu**

Serat Kenaf Primary/Secondary /Resin Epoxy/Suhu/Waktu	Nilai Rata – Rata Kekerasan ( <i>Shore A</i> )
25% / 5% / 70% / 70°C / 45 Menit	98,8
25% / 5% / 70% / 70°C / 30 Menit	98
25% / 5% / 70% / 70°C / 45 Menit	98,6
25% / 5% / 70% / 70°C / 60 Menit	98

### **Pengujian Kekerasan (*Shore A*) Dengan Variasi Temperatur**

Pengujian kekerasan berikutnya dilakukan dengan variasi suhu (50°C, 70°C, dan 90°C) pada waktu pemanasan yang stabil selama 45 menit.

Berdasarkan data pada Tabel 4 dan Grafik 4, suhu pemanasan memengaruhi kekerasan komposit serat kenaf dengan resin epoksi pada durasi konstan 45 menit. Kekerasan tertinggi tercapai pada suhu 50°C dengan nilai 98,8. Peningkatan suhu secara bertahap menurunkan kekerasan, dengan nilai 98,4 pada 70°C dan 98,2 pada 90°C. Hal ini menunjukkan bahwa pada durasi 45 menit, suhu optimal untuk kekerasan tertinggi adalah 50°C, sementara suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan degradasi material.



Gambar 4 Nilai kekerasan (*Shore A*) Dengan variasi Temperature

Tabel 4. Nilai Rata-Rata Kekerasan (*Shore A*) Dengan Variasi

Serat Kenaf Primary/Secondary /Resin Epoxy/Suhu/Waktu	Nilai Rata – Rata Kekerasan ( <i>Shore A</i> )
25% / 5% / 70% / 50°C / 45 Menit	98,8
25% / 5% / 70% / 70°C / 45 Menit	98,4
25% / 5% / 70% / 90°C / 45 Menit	98,2

## KESIMPULAN

Kekuatan lentur mencapai nilai maksimumnya pada 60 menit (58,76 MPa) dan pada suhu 70°C (65,16 MPa). Suhu yang lebih tinggi (90°C) justru menyebabkan degradasi dan menurunkan kekuatan secara signifikan. Sebaliknya, kekerasan tertinggi dicapai pada waktu pemanasan yang lebih singkat, yaitu 45 menit (98,8 Shore A), dan pada suhu yang lebih rendah, yaitu 50°C (98,8 Shore A). Kenaikan suhu di atas 50°C cenderung menurunkan kekerasan, menandakan adanya pelunakan atau kerusakan material.

Perbandingan pengisi tunggal (*single filler*) dengan penambahan partikel ke dua (*Second filler*) pada proses waktu pemanasan yang sama menurunkan kekuatan lentur, jika ditambah waktu pemanasan kekuatan lentur dapat meningkat. Hal ini di sebabkan adanya berongga pada partikel ke dua yang menyebabkan resin *epoxy* melekat tidak sempurna pada saat waktu pemanasan yang sama. Untuk mendapatkan kekuatan lentur yang lebih baik maka waktu pemanasan harus ditambah.

## DAFTAS PUSTAKA

- Al Rosyid, Aditya. Analisa Kekuatan Tarik Dan Bending Komposit Resin Polyester Yang Diperkuat Serat Rami Tenun Dengan Orientasi Arah Sudut 0 Dan 45 Sebagai Alternatif Bumper *Mobil*. Diss. Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, 2023.
- Arief W. B. (2010). karakteristik sifat fisis dan mekanis paduan *Al-Cu*. *October 2019*.
- Athif, Y., & Suherman, H. (2017). Analisis Sifat Mekanik Bio Komposit Resin Epoksi Serat Kenaf *Hybrid Filler* Dengan Orientasi Serat Acak Menggunakan *Compression ...*, *Abstract of Undergraduate ...*, 8, 2017. <https://doi.org/10.32528/ip.v9i1.2030>
- Azizah, Y. N., Jupriyanto, Jandhana, I. B. P., & Royke Deksin, G. (2024). Studi Efektivitas Karakteristik Serat Alami Kenaf (*Hibiscus Cannabinus*) sebagai Pengganti Serat Sintesis Kevlar untuk Bahan Komposit Anti Peluru: Jurnal Review. *J-Protksion: Jurnal Kajian Ilmiah Dan Teknologi Teknik Mesin*, 9(1), 37–45. <https://doi.org/10.32528/jp.v9i1.2030>
- Beliu, Harun N., Yeremias M. Pell, and Jahirwan Ut Jasron. "Analisa kekuatan tarik dan bending pada komposit widuri-polyester." *Lontar Jurnal Teknik Mesin Undana* 3.2 (2016): 11-20.
- Fadhillah, A. R., Ismail, N. R., Hermawan, D., & Sakinah, R. J. (2022). Pengaruh model anyaman serat kulit pohon waru (*Hibiscus Tiliceus*) terhadap kekuatan tarik komposit. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 11(2), 194–203. <https://doi.org/10.24127/trb.v11i2.2013>
- Gani, Marvin Sibat Anak, and Faridah Sahari. "Potensi Serat Kenaf Dalam Pembuatan Produk Kraf." *Jurnal Dunia Perniagaan* 1.2 (2019): 21-32.
- Junaidi, A. I. (2019). Analisa Pengujian Kekerasan Material Baja Karbonrendah Dan BesiMenggunakan Metode Uji *Brinnel*. *Jitekh*, 7(2), 57–61.
- Kadir, A., Aminur, A., & Aminur, M. (2015). Pengaruh Pola Anyaman Terhadap Kekuatan Tarik Dan Bending Komposit Berpenguat Serat Bambu. *Dinamika : Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 6(1), 9–18. <https://doi.org/10.33772/djitm.v6i1.262>
- Kurniawan Nasution, F. A. (2017). Penyelidikan Karakteristik Mekanik Tarik Komposit Serbuk Kasar Kenaf. *Jurnal Inotera*, 2(1), 1–8.
- Rahman, M., Islam, M. N., Ara, M. A., Habib, M. A., & Parvez, M. M. H. (2024). *Mechanical properties of Kenaf and Palmyra Palm leaf stalk fiber reinforced composite. Results in Surfaces and Interfaces*, 15(May), 100229. <https://doi.org/10.1016/j.rsufi.2024.100229>
- Sakuri, Sakuri, Bambang Sugiantoro, and Tris Sugiarto. "Pengaruh Perlakuan Hot Alkaline Terhadap Karakteristik Kekuatan Komposite Berpenguat Serat Kenaf dan Microcrystalline Cellulose."

Setiajit, Sahid Bayu, Heru Sukanto, and Wijang Wisnu Raharjo. "Pengaruh waktu pengepresan terhadap sifat mekanik komposit kenaf/polypropylene. " *Jurnal Teknik Mesin Indonesia* 11.2 (2016): 89-93.

S, S. K., & Hiremath, S. S. (2020). *Natural Fiber Reinforced Composites in the Context of Biodegradability: A Review. In Encyclopedia of Renewable and Sustainable Materials: Volume 1-5 (Vols. 1–5, Issue 1567). Elsevier Ltd.* <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.11418-3>

Suherman, H., & Ssleh, Z. A. (2022). Analisis Kekerasan Dan Struktur Mikro Bio Komposit *Resin Epoxy / Serat Kenaf Arah Serat Vertokal Casting*. 2022.

Sukanto, H., Raharjo, W. W., Ariawan, D., Triyono, J., & Kaavesina, M. (2021). *Epoxy resins thermosetting for mechanical engineering. Open Engineering, 11(1), 797–814.* <https://doi.org/10.1515/eng-2021-0078>

Sulaiman, Mochamad, Yuliana Aziza, and M. Hudan Rahmat. "Pengembangan Nanokomposit Termoplastik yang Diperkuat Serat Kenaf pada Bumper Mobil." *Proton: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Mesin* 10.2: 1-6.