

## **Pengaruh Serat Ampas Tebu Terhadap Kekuatan Tekuk Komposit Bermatrik Polyurethane**

*The Effect of Bagasse Fiber on the Bending Strength of Polyurethane Matrix Composites*

**Muhammad Dimas Yoga Aditya, Dini Cahyandari, Solechan, Samsudi Raharjo**

Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang

Corresponding author : [dmsyogaaditya@gmail.com](mailto:dmsyogaaditya@gmail.com)

### **Abstrak**

Serat ampas tebu adalah penguat komposit alami dengan sifat mekanik yang unggul, tahan terhadap korosi, ekonomis dan tersedia dalam jumlah yang melimpah. Berdasarkan pertimbangan tersebut penelitian ini dilakukan untuk membuat spesimen komposit yang menggunakan serat ampas tebu sebagai penguat dengan matriks polyurethane. Tujuannya adalah untuk mengetahui kekuatan tekuk serta menganalisis pengaruh fraksi volume serat terhadap kekuatan tekuk material komposit berpenguat serat ampas tebu. Dalam penelitian ini, komposit serat ampas tebu dibuat dengan metode *hand lay-up* dan spesimen dibentuk sesuai standar uji tekuk ASTM D 790-03, dengan fraksi volume serat 0%, 40%, 50% dan 60%. Berdasarkan hasil pengujian, nilai uji tekuk tertinggi pada komposit berpenguat serat ampas tebu diperoleh pada fraksi volume serat 60% sebesar 0,768 N/mm<sup>2</sup> dan nilai uji tekuk *max force* tertinggi pada fraksi volume serat 60% sebesar 7,53 N dan berdasarkan hasil pengujian tekuk yang diperoleh, semakin besar fraksi volume serat maka semakin besar nilai kekuatan tekuk. Hasil uji kekuatan tekuk dari komposit berpenguat serat ampas tebu secara kekuatan mekanik lebih besar, sehingga material mampu sebagai alternatif dalam pembuatan dinding insulasi.

**Kata Kunci :** Serat\_ampas\_tebu, kekuatan\_tekuk, *hand lay-up*

### **Abstract**

*Sugarcane bagasse is a natural composite reinforcement with superior mechanical properties, resistant to corrosion, economical, and available in abundant quantities. Based on these considerations, this research is conducted to create composite specimens that use sugarcane bagasse fibers as reinforcement with a polyurethane matrix. The aim is to determine the bending strength and analyze the effect of fiber volume fraction on the bending strength of composite materials reinforced with bagasse fibers. In this study, sugarcane bagasse fiber composites were made using the hand lay-up method, and the specimens were shaped according to the bending test standard ASTM D 790-03, with fiber volume fractions of 0%, 40%, 50%, and 60%. Based on the test results, the highest bending test value for the sugarcane bagasse fiber-reinforced composite was obtained at a fiber volume fraction of 60%, measuring 0.768 N/mm<sup>2</sup>, and the highest max force in the bending test at a fiber volume fraction of 60% was 7.53 N. The results indicate that as the fiber volume fraction increases, the bending strength also increases. The results of the bending strength test of composite reinforced with sugarcane bagasse show that its mechanical strength is greater, making the material a viable alternative for the production of insulation walls.*

**Keywords :** Bagasse\_fiber, bending\_strength, hand\_lay-up

## **PENDAHULUAN**

Penggunaan komposit sebagai panel utama dan struktur komponen yang berbeda adalah hasil dari perkembangan material baru-baru ini. Hal ini dikarenakan material komposit memiliki banyak manfaat, termasuk konstruksi yang kokoh, ringan, dan tahan terhadap korosi (Fajri *et al.*, 2013). Ruang pendingin yang biasanya terbuat dari fiber yang dilapisi sterefoam dibagian dalamnya dapat mencemari lingkungan, selain itu bahan perekat dalam pemanfaatan insulasi adalah polyurethane yaitu bahan yang biasa

digunakan sebagai insulator penyekat panas. Namun, masalah utama saat ini adalah biaya bahan insulasi yang terus meningkat. Hal ini disebabkan oleh biaya tinggi bahan baku insulasi (Nasution *et al.*, 2014). Sebab itu, peneliti akan membuat dinding insulasi yang bahannya berasal dari komposit yang dapat mengurangi penggunaan bahan sterofom.

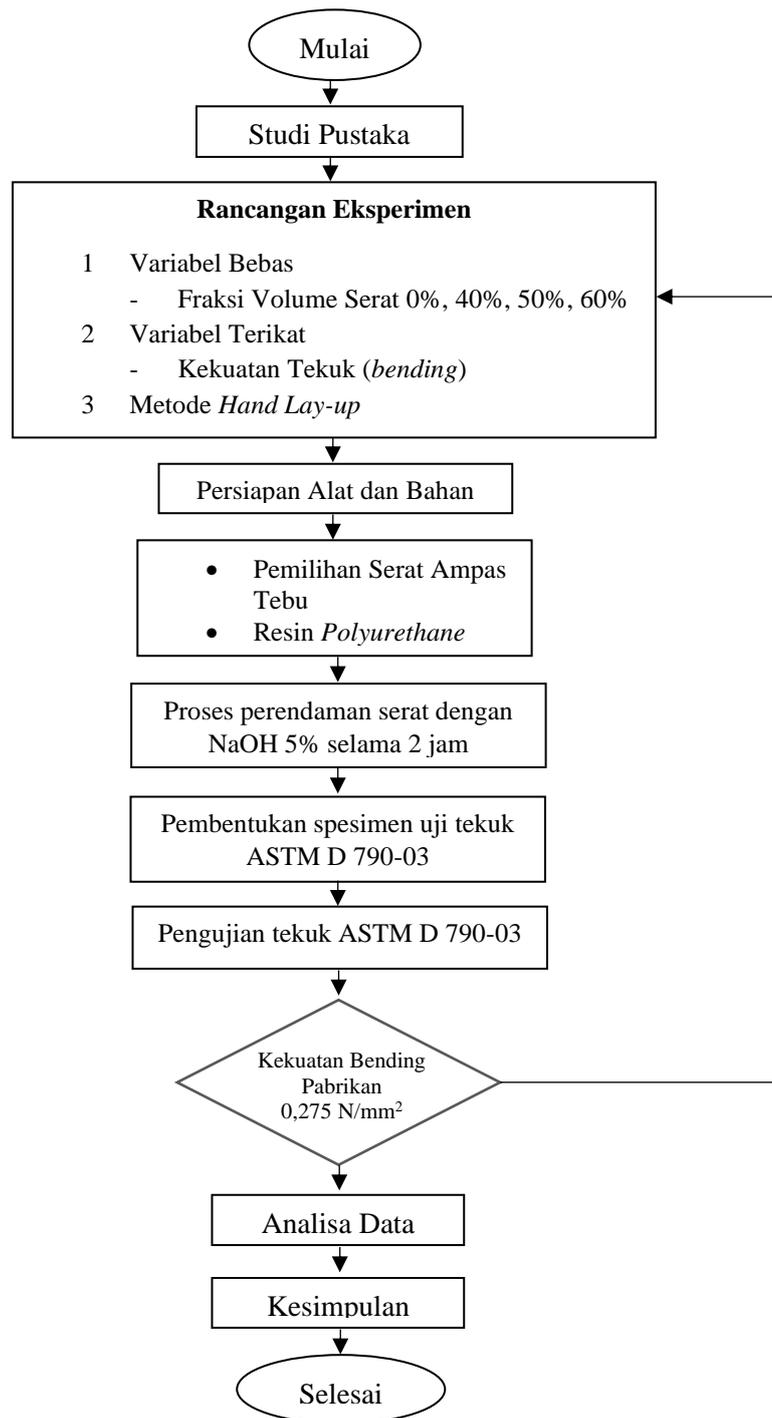
Material komposit bahan alam banyak digunakan sebagai alternatif dari pembuatan insulasi, contoh dari bahan alam tersebut adalah ampas tebu, kain perca, serabut kelapa, serat pisang, ijuk dan enceng gondok. Karena ketersediaan material tersebut sangat melimpah di Indonesia (Aurista, 2020). Serat ampas tebu adalah serat yang dihasilkan dari proses pengolahan tebu. Tebu setelah dilakukan proses pengolahan untuk diambil sari tebu, maka akan menghasilkan limbah berserat. Serat tebu sebagian besar mengandung lignin- cellulose. Sifat mekanik yang dimiliki serat tebu adalah tidak mudah korosif, *low density*, memiliki kepadatan yang rendah, ekonomis dan mudah didaur ulang (Pramono *et al.*, 2019).

Penelitian yang telah dilakukan oleh Margono (2020) yang berjudul analisis sifat mekanik material komposit berpenguat serat ampas tebu berdasarkan kekuatan bending, dengan menggunakan fraksi volume serat dan matriks 40% : 60%, 50% : 50%, 60% : 40% dan dilakukan perendaman dengan larutan alkali (NaOH) sebanyak 5% selama 30 menit, pada pengujian bending mendapatkan nilai rata-rata tertinggi sebesar 16,8 MPa pada fraksi volume serat dan matriks 40% : 60% (Margono *et al.*, 2020).

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, maka penelitian ini tentang “Pengaruh serat ampas tebu terhadap kekuatan tekuk komposit bermatrik polyurethane”. Pada fraksi volume serat 0%, 40%, 50% dan 60% dengan perendaman NaOH 5%. Diharapkan dalam penelitian ini didapatkan kekuatan mekanik komposit serat ampas tebu tertinggi sebagai material alternatif dalam pembuatan bahan insulasi.

## **METODE**

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tekuk pada komposit serat ampas tebu dengan fraksi volume serat 0%, 40%, 50% dan 60% :



**Gambar 1.** Flowchart penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah komposit yang terdiri dari serat ampas tebu sebagai bahan penguat dan resin polyurethane sebagai matriksnya. Sebelum dilakukan pengujian tekuk, spesimen uji dibentuk sesuai dengan standar uji tekuk yang telah ditentukan yaitu menggunakan standar ASTM D 790 – 03 dengan fraksi volume serat 0%, 40%, 50% dan 60%. Penelitian pengujian tekuk menggunakan mesin uji Hung Ta HT2402 – SF015A.

**Tabel 1.** Hasil Uji Tekuk

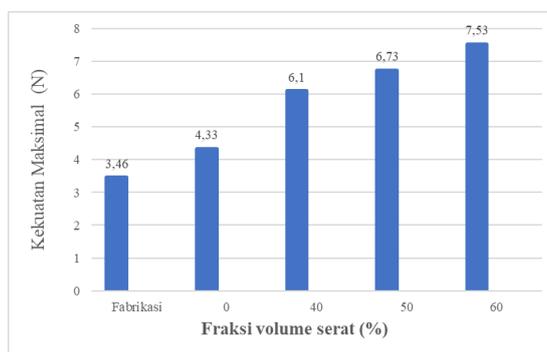
No	Fraksi Volume Serat	Nilai Pengujian Tekuk	
		$\rho$ (N)	$\sigma_b$ (N/mm <sup>2</sup> )
1.	0%	4,33	0,441
2.	40%	6,1	0,622
3.	50%	6,73	0,686
4.	60%	7,53	0,768

Data didapatkan berdasar rerata tiga kali pengujian

\* *Bagasse by difference*

Hasil pengujian kekuatan maksimal (*max force*) dan kekuatan tekuk ditunjukkan dalam tabel di atas. Dengan fraksi volume serat 0%, 40%, 50%, dan 60%, setiap fraksi atau sampel mengalami peningkatan setelah diambil rata-rata.

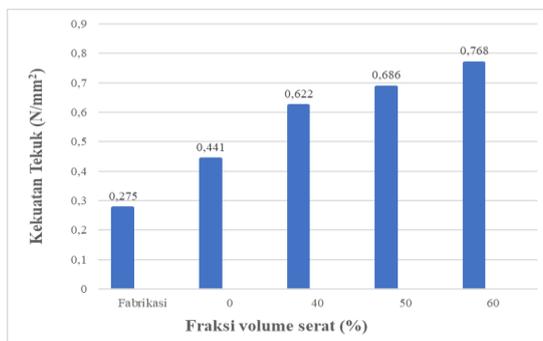
Untuk mempermudah perbandingan kekuatan tekuk setiap variasi fraksi volume serat, dibuat grafik yang menunjukkan hubungan antara kekuatan tekuk dan fraksi volume resin. Grafik ini membantu melihat pengaruh perbedaan fraksi volume serat terhadap kekuatan tekuk komposit.



**Gambar 2.** Kekuatan Maksimal Komposit Serat Ampas Tebu

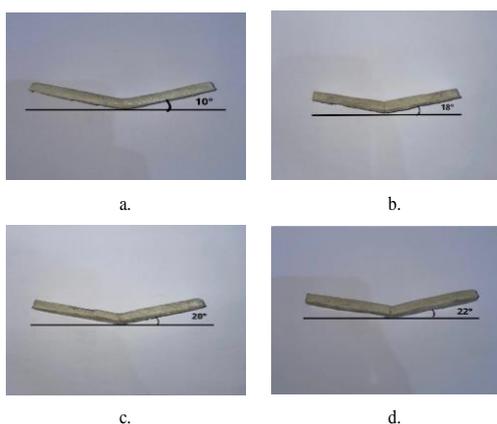
Berdasarkan grafik uji tekuk pada **Gambar 2** kekuatan maksimal dapat diketahui bahwa kekuatan tekuk maksimal dengan adanya penambahan fraksi volume serat pada spesimen, maka nilai kekuatan spesimen mengalami peningkatan. Dengan kekuatan

tertinggi dari *max force* yaitu pada fraksi volume serat 60% sebesar 7,53 N, karena memiliki fraksi volume serat yang lebih dominan pada spesimen dan nilai terendah terdapat pada fraksi volume serat 40% sebesar 4,33 N. Sedangkan nilai fabrikasi hanya sebesar 3,46 N. Dari hasil diatas menunjukkan bila serat semakin banyak maka nilai *max force* semakin naik (Sari & Sinarep, 2011:1).



**Gambar 3.** Kekuatan Tekuk Komposit Serat Ampas Tebu

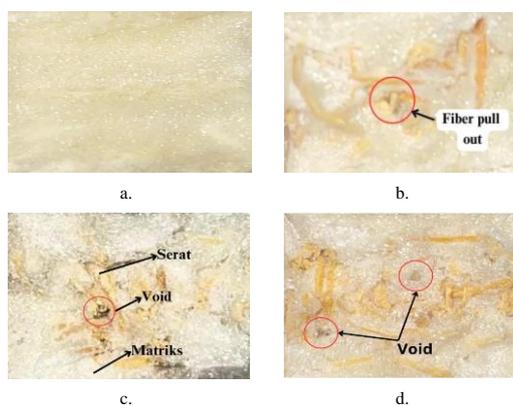
Hasil analisis data proses uji tekuk dengan melihat kekuatan tekuk seperti ditunjukkan **Gambar 3** menunjukkan bahwa spesimen komposit serat ampas tebu mampu menjadi material alternatif dalam pembuatan dinding insulasi. Hal ini disebabkan nilai uji tekuk standar fabrikasi (U.S.) dari *Styrofoam insulation* hanya sebesar 0,275 N/mm<sup>2</sup>, masih di bawah nilai matriks dari *polyurethane* yang sebesar 0,441 N/mm<sup>2</sup>. Sedangkan data hasil pengujian uji tekuk kekuatan spesimen komposit serat ampas tebu yang diteliti mendapatkan nilai rata-rata tertinggi sebesar 0,768 N/mm<sup>2</sup> (Polystyrene *et al.*).



**Gambar 4.** Penampang patahan pengujian tekuk (a) tanpa serat 0% (b) fraksi volume serat 40%, (c) 50% dan (d) 60%

Berdasarkan pada hasil uji struktural foto makro dan penampang patahan pengujian spesimen uji tekuk yang ditunjukkan pada **Gambar 4** menunjukkan patah ulet secara makro

ditandai dengan tepi penampang patahan yang membentuk sudut dan dapat dilihat bahwa *polyurethane* tanpa serat membentuk sudut sebesar  $10^{\circ}$  pada **Gambar 4 (a)**, sedangkan dengan penambahan fraksi volume serat dapat meningkatkan perubahan sudut sebesar  $18^{\circ}$  pada **Gambar 4 (b)** kemudian pada **Gambar 4 (c)** terjadi peningkatan seiring bertambahnya serat yaitu sebesar  $20^{\circ}$  dan perubahan sudut tertinggi pada **Gambar 4 (d)** fraksi volume serat 60% yaitu sebesar  $22^{\circ}$ , ini menunjukkan spesimen semakin ulet dan *defleksi* semakin besar, sehingga kekerasan material yang memiliki sifat elastis (Pratama, 2017).



**Gambar 5.** Foto hasil uji struktur makro pengujian tekuk (a) tanpa serat 0% (b) fraksi volume serat 40%, (c) 50% dan (d) 60%

Berdasarkan hasil uji struktur foto makro pengujian spesimen uji tekuk yang ditunjukkan pada **Gambar 5** menunjukkan terjadi adanya *void* dan patahan *fiber pull out*, dari **Gambar 5 (a)** *polyurethane* tanpa serat tidak terjadi *void* sedangkan pada **Gambar 5 (b)** fraksi volume serat 40% menunjukkan terjadi patahan *fiber pull out* dan **Gambar 5 (c)** fraksi volume serat 50% terjadi *void*, salah satu faktor yang dapat mempengaruhi hal tersebut adalah proses preparasi spesimen. Khusus pada saat pembuatan benda uji tekuk dengan metode hand lay-up, terdapat udara yang terjebak pada lapisan antara serat dan matriks. Hal ini mengindikasikan bahwa ikatan antarmuka (*interface*) antara serat dan matriks tidak terjalin dengan sempurna sehingga distribusi gaya tidak dapat sepenuhnya diterima oleh serat, namun tidak pengaruh terhadap peningkatan kekuatan tekuk. Peningkatan terbesar terjadi pada **Gambar 5 (d)** pada fraksi volume serat 60% namun terjadi sedikit *void* yang memungkinkan ada udara yang terjebak di dalam, tetapi terlihat penyebaran serat secara merata dan terlihat patahan yang baik dari fraksi serat

sebelumnya dan menunjukkan serat masih dalam kondisi yang optimal (Bale *et al.*, 2020:27-35).

## KESIMPULAN

Pengaruh serat ampas tebu pada matriks *polyurethane* terhadap uji tekuk, terjadi peningkatan seiring penambahan serat dari fraksi volume serat 0% ke 40 % sebesar 41,04 %, sedangkan dari 40% ke 50 % sebesar 10,29 %, dan terakhir dari fraksi volume serat 50 % ke 60 % terjadi kenaikan sebesar 11,95 %. Kekuatan tekuk komposit berpenguat serat ampas tebu pada matriks *polyurethane* tertinggi pada presentase fraksi volume serat 0 % ke 60% yaitu sebesar 74,1 %.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aurista, A. M. I. (2020). Analisis Konduktivitas Panas Pada Material Alternatif Sebagai Insulasi Dinding Ruang Akomodasi Kapal Berbasis Limbah Ampas Tebu Dan Serbuk Kayu. *Journal Online of Physics*, 5(2), 17–21. <https://doi.org/10.22437/jop.v5i2.9389>
- Bale, J. S., Pell, Y. M., Boimau, K., & Lelu, F. (2020). Analisis Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Berpenguat Chip Daun Gwang. *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana*, 7(1), 27–35.
- Fajri, R. I., Tarkono, & Sugiyanto. (2013). Studi Sifat Mekanik Komposit Serat *Sansevieria Cylindrica* Dengan Variasi Fraksi Volume Bermatrik Polyester. *Prof.Sumantri Brojonegoro*, 1(2), 704947
- Margono, B., Haikal, H., & Widodo, L. (2020). Analisis Sifat Mekanik Material Komposit Plastik Hdpe Berpenguat Serat Ampas Tebu Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Dan Bending. *AME (Aplikasi Mekanika Dan Energi): Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 6(2), 55. <https://doi.org/10.32832/ame.v6i2.3069>.
- Nasution, P., Fitri, S. P., & Semin. (2014). Karakteristik Fisik Komposit Sabut Kelapa Sebagai Insulator Palka Ikan. *Berkala Perikanan Terubuk*, 42(2), 82–92.
- Polystyrene, E., Insulation, F., Dow, T., Company, C., Solutions, D. B., & Use, B. (n.d.). *Foam Insulation*.
- Pramono, C., Widodo, S., & Ardiyanto, M. G. (2019). Karakteristik Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu Dengan Matriks Epoxy. *Journal of Mechanical Engineering*, 3(1), 1–7. <https://doi.org/10.31002/jom.v3i1.1442>.
- Pratama, A. (2017). *Analisis Kegagalan Water Injection pada Vertical Roller Mill di Finish Mill PT. Holcim Tuban Plant Indonesia*. 120.

Sari, N. H., & 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>.