

Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Sifat Tarik Komposit Diperkuat Serat Tebu Dengan Matrik Poliester

Revival Praise Harita^{1*}, Yuli Dharta¹, Robert Napitupulu¹

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

*E-mail : revivalpraise19@gmail.com

Received: 8 Januari 2025; Received in revised form: 14 Januari 2025; Accepted: 14 Januari 2025

Abstract

Indonesia, which has a tropical climate, is one of the largest producers of cane sugar in the world. Therefore, waste from the sugar cane production process has the potential to be an alternative material for composite material fillers, as it is easily available and environmentally friendly. Along with industrial development, innovation in composite materials is also advancing, especially thanks to the abundance of abundant and renewable resources. This research aims to develop composites from sugarcane fibers with polyester resin as the binder matrix. The prepared fibers were then soaked in 5% NaOH solution with volume fraction variations of 10%, 15%, and 20%, and arranged randomly. The composite manufacturing process was carried out using the hand lay-up method. Tests carried out on the specimens were tensile tests with ASTM D638 standards, which were carried out at the Bangka Belitung State Manufacturing Polytechnic. The results showed that the highest tensile strength was recorded at a volume fraction of 20% sugarcane fiber after soaking for 4 hours with NaOH, which was 27.94 MPa. In contrast, the lowest tensile strength was obtained at a volume fraction of 10% sugarcane fiber with 2 hours of NaOH immersion, which reached 24.25 MPa. This finding is consistent with previous research which shows that fiber volume fraction and immersion time with NaOH play an important role in increasing the strength of fiber structures in composites.

Keywords: Alkali; Composite; Sugarcane; Tensile Strength

Abstrak

Indonesia yang memiliki iklim tropis, adalah salah satu produsen gula tebu terbesar di dunia. Oleh karena itu, limbah dari proses produksi tebu berpotensi menjadi bahan alternatif untuk pengisi material komposit, karena mudah diperoleh dan ramah lingkungan. Seiring dengan perkembangan industri, inovasi dalam bahan material komposit juga semakin maju, terutama berkat banyaknya sumber daya yang melimpah dan dapat diperbaharui. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan komposit dari serat tebu dengan resin poliester sebagai matriks pengikat. Serat yang telah disiapkan kemudian direndam dalam larutan NaOH 5% dengan variasi fraksi volume 10%, 15%, dan 20%, serta disusun secara acak. Proses pembuatan komposit dilakukan menggunakan metode hand lay-up. Pengujian yang dilakukan pada spesimen adalah uji tarik dengan standar ASTM D638, yang dilaksanakan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik tertinggi tercatat pada fraksi volume serat tebu 20% setelah perendaman selama 4 jam dengan NaOH, yakni sebesar 27,94 MPa. Sebaliknya, kekuatan tarik terendah didapatkan pada fraksi volume serat tebu 10% dengan perendaman NaOH selama 2 jam, yang mencapai 24,25 MPa. Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa fraksi volume serat dan lama perendaman dengan NaOH berperan penting dalam meningkatkan kekuatan struktur serat pada komposit.

Kata kunci: Alkali ; Kekuatan Tarik ; Komposit ; Tebu

1. PENDAHULUAN

Dengan perkembangan digital yang semakin pesat pada saat ini mendorong

terjadinya pergantian produk berbahan fosil menjadi produk yang ramah lingkungan dan dapat dikembangkan. Situasi ini mendorong

penerapan berbagai metode rekayasa material, pemilihan material yang sesuai dengan aplikasi, dan pemanfaatan limbah dari rumah tangga dan industri. Di Indonesia, pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang material komposit telah banyak dilakukan oleh berbagai pihak, baik dari sektor pendidikan maupun industri, salah satunya adalah komposit yang terbuat dari serat alam.

Pemanfaatan serat alam tersebut dapat dimaksimalkan dan memiliki peluang untuk digunakan sebagai bahan penguat material komposit [1]. Beberapa contoh serat alami yang telah diteliti dalam pengembangan komposit antara lain serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS), serat ampas tebu, serat pisang, serat rami, dan serat alami lainnya [2][3]. Bahan alami ini dapat digunakan sebagai penguat dalam bahan komposit. Istilah "bahan komposit" mengacu pada bahan berskala makro yang terdiri dari dua atau lebih komponen utama dengan bentuk skala makro yang berbeda dengan tujuan untuk menghasilkan bahan yang lebih berkualitas [4]. Sifat material komposit dipengaruhi oleh sifat masing-masing komponen, geometri, dan distribusi penyusunnya. Salah satu parameter yang penting adalah fraksi volume (berat) penguat atau rasio volume serat. Distribusi penguat ini menentukan tingkat homogenitas atau keseragaman material [5].

Serat ampas tebu adalah jenis serat yang banyak tersedia di Indonesia, namun penggunaannya agak terbatas dan hanya digunakan sebagai pupuk, bahan ketel uap, dan bahan pembuatan kertas [6]. Serat juga dijadikan alternatif untuk membuat komposit, secara ilmiah pemanfaatannya masih perlu dikembangkan lagi. Data produksi tanaman tebu di Indonesia tahun 2019 berjumlah 2.258.200 ton dan terus meningkat dari tahun ke tahun [7]. Penggunaan serat ampas tebu sebagai penguat pada material komposit memiliki peran penting dalam pemanfaatan limbah industri khususnya pada industri gula di Indonesia yang masih belum optimal dari segi ekonomi dan pengolahan hasilnya. Namun, serat alam ini memiliki kelemahan yaitu mudah patah dan getas, sehingga perlu ditambahkan bahan kimia untuk memperkuat dan meningkatkan kekuatan serat alam tersebut. Penelitian tentang

inovasi perlakuan pada material komposit berpenguat serat alam telah dilakukan dalam beberapa tahun ini. Yuniarti [8] telah melakukan Penelitian untuk mengevaluasi pengaruh perlakuan alkali, fraksi volume serat, dan panjang serat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik tertinggi pada komposit sandwich diperoleh setelah perendaman alkali selama 30 menit, dengan panjang serat 60 mm dan fraksi volume serat 40%, yang mencapai 274,278 kgf/cm².

Penelitian mengenai inovasi perlakuan pada material komposit dengan penguat serat alam telah banyak dilakukan dalam beberapa tahun terakhir. Dengan judul "Komposit berpenguat serat tandan kelapa sawit terhadap kekuatan tarik dan dampak dengan perendaman asap cair," Muriana [9] melakukan penelitian. Pada penelitian tersebut digunakan variasi fraksi volume serat sebesar 15%, 20%, dan 25%, serta variasi waktu perendaman serat dengan asap cair selama 1 jam, 2 jam, dan 3 jam. Hasil terbaik pada uji tarik mencapai 25,83 MPa, sedangkan nilai tertinggi pada uji dampak sebesar 156,97 KJ/m², yang diperoleh pada spesimen dengan fraksi volume serat 25% dan perendaman asap cair selama 3 jam.

Pengujian terhadap serat tebu dilakukan pada penelitian lain dengan menggunakan rasio volume serat tebu sebesar 4%:96%, 8%:92%, dan 12%:88%. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kekuatan tarik tertinggi dihasilkan oleh rasio volume 12%:88%, dengan nilai sekitar 28,43 MPa, sedangkan nilai terendah dihasilkan oleh rasio volume 4%:96%, atau sekitar 20,47 MPa. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa perbedaan volume serat tebu berpengaruh terhadap nilai tarik. Semakin banyak serat yang digunakan, semakin tinggi pula kekuatan elastis yang dihasilkan. [10].

Meskipun demikian, penelitian mengenai pemanfaatan serat tebu sebagai penguat komposit dengan perlakuan serat menggunakan larutan alkali masih memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi apakah kekuatan tarik dipengaruhi oleh variasi fraksi volume serat dalam komposit dan durasi perendaman serat dengan larutan alkali.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Mei hingga September 2024. Proses pembuatan dan pengujian material dilakukan di laboratorium material Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Mesin Tensile Test dengan kapasitas 1000 kg digunakan untuk menguji kekuatan tarik komposit. Bahan yang digunakan dalam pembuatan komposit pada penelitian ini meliputi resin polyester merek YUKALAC

Sebelum membuat sampel, hal pertama yang perlu dilakukan adalah mendesain penelitian. Pada tahap ini,

tipe 157 BQTN-EX sebagai matriks komposit, ampas tebu sebagai penguat komposit, katalis methyl ethyl ketone peroxide sebagai pengeras resin polyester, Mirror Glaze untuk mencegah komposit menempel pada cetakan saat proses pengeringan, dan cetakan komposit untuk membentuk material.

2.1. Rancangan eksperimen

langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan faktor dan level, seperti yang tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Faktor Dan Level Penelitian

Faktor	Level		
	1	2	3
Fraksi volume serat	10%	15%	20%
Lama Perendaman	2 jam	3 jam	4 jam

2.2. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- 1. Timbangan digital
- 2. Wadah
- 3. cutter
- 4. Kuas
- 5. Penggaris
- 6. Mangkok
- 7. Kaca
- 8. Sikat kawat

- Setelah tebu dijemur kemudian tebu akan disisir menggunakan sikat kawat sambil dipukul-pukul menggunakan palu untuk memisahkan serat tebu dari kotoran-kotoran yang menempel.
- Selanjutnya serat tebu didiamkan sampai mengkering sebelum serat nantinya akan siap digunakan

Pembuatan spesimen uji komposit akan menggunakan resin polyester YUCALAC-BQTN 157 sebagai campuran pengikat dengan langkah pembuatan sebagai berikut.

2.3. Pengolahan serat dan pembuatan spesimen

Untuk mendapatkan serat tebu yang diinginkan, diperlukan beberapa langkah untuk mengolah ampas tebu sehingga menghasilkan serat yang akan digunakan dalam pembuatan komposit.

- Ambil batang tebu yang sudah diperas sebelumnya, kemudian lakukan perendaman dengan air selama 1 hari agar nantinya mudah memisahkan antara jaringan gabus dan serat dari tebu.
- Tebu yang telah dilakukan proses perendaman selanjutnya akan dijemur sampai kadar air dalam tebu sedikit berkurang.

- Serat tebu yang sudah diolah sebelumnya akan di rendam kedalam larutan NaOH dengan kadar 5% selama 2,3,dan 4 jam.
- Kemudian timbang serat yang akan digunakan menggunakan timbangan digital.
- Bersihkan cetakan komposit sebelum melakukan pencetakan spesimen.
- Susun serat dengan orientasi acak secara merata pada cetakan dan tuangkan larutan resin yang sudah dicampur *hardener* kedalam cetakan.
- Tutup cetakan dengan kaca agar larutan resin dapat menyebar rata mengisi cetakan komposit
- Kemudian tunggu sampai cetakan mengeras sekitar 30-60 menit.

- Buka kaca penutup dan lepaskan spesimen dari cetakan komposit.
- Bersihkan sisa resin yang menempel pada spesimen.
- Spesimen siap digunakan.

2.4. Pengujian Komposit

Langkah yang berikutnya adalah menguji sampel menggunakan mesin uji tarik untuk menganalisis karakteristik mekanik serta nilai kekuatan tarik komposit serat tersebut [11]. Mesin uji tarik yang digunakan dalam penelitian ini adalah Zwick Roell Z200, yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Mesin Uji Tarik

Adapun prosedur pengujian tarik pada spesimen uji dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut.

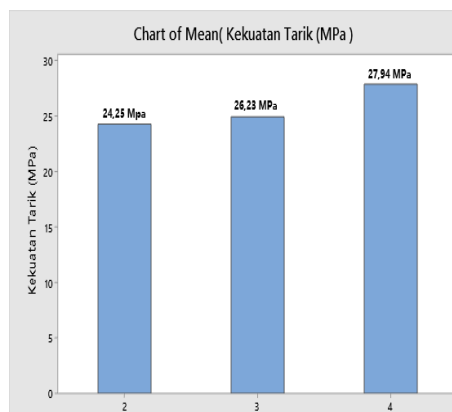
- Menyalakan mesin uji tarik Zwick Roell Z200
- Mengatur settingan awal spesimen uji seperti panjang daerah cekam dan ketebaan dari sampel yang akan dicekam.
- Menghidupkan kompresor tekanan udara (pneumatic).
- Memasang pengecam spesimen pada mesin uji
- Melakukan pengecaman pada spesimen dan memastikan spesimen

dapat tercekam dengan baik sebelum dilakukan pengujian tarik

- Melakukan pengujian tarik dan tunggu sampai spesimen uji patah atau sudah mencapai titik maksimum.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari uji tarik diperoleh dalam bentuk tabel yang mencakup nilai kekuatan tarik dan representasi grafiknya, yang kemudian dirangkum. Setelah itu, data yang terkumpul akan dianalisa untuk menentukan nilai tertinggi dari setiap sampel yang telah diperiksa. Berikut adalah grafik yang menggambarkan nilai tarik yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Uji Tarik

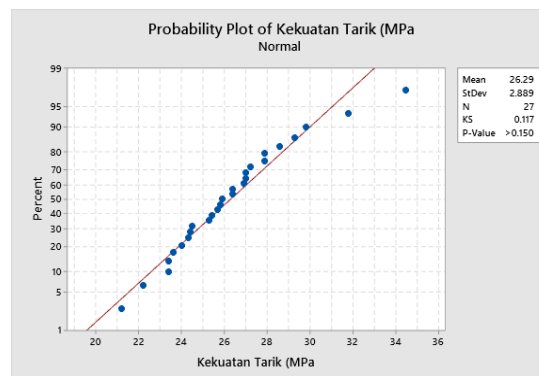
Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali untuk setiap variabel perlakuan serat. Kekuatan tarik rata-rata tertinggi komposit serat ampas tebu dengan perlakuan perendaman NaOH 5% adalah 27,94 MPa, dicapai dengan fraksi volume 20% dan waktu perendaman alkali selama 4 jam. Sedangkan kekuatan tarik terendah memiliki nilai rata-rata sebesar 24,25 MPa. Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa kekuatan tarik komposit tebu meningkat seiring dengan bertambahnya fraksi volume serat dan lama perendaman alkali.

Hasil uji tarik yang diperoleh nantinya akan diperiksa menggunakan uji normalitas dengan menggunakan metode uji

Kolmogorov-Smirnov, dan analisis data akan dilakukan dengan metode *Analysis of Varian* (ANOVA).

3.1 Uji kenormalan data

Hasil dari pengujian kekuatan tarik kemudian akan dilakukan uji normalitas. Uji normalitas ini dilakukan sebelum dilakukan analisis data lebih mendalam untuk mengetahui apakah data mengikuti distribusi normal atau tidak. Pada penelitian ini, normalitas data diperiksa dengan menggunakan metode Kolmogorov-Smirnov dengan menggunakan aplikasi MINITAB versi 19.



Gambar 3. Uji Normalitas Data

Hasil uji normalitas yang telah dilakukan menunjukkan nilai mean sebesar 25,67, standar deviasi sebesar 2,953, P-value sebesar 0,150, nilai Kolmogorov-Smirnov sebesar 0,257, dan jumlah data eksperimen sebanyak N. Hasil tersebut menunjukkan bahwa P-value lebih besar dari F-tabel (0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0

gagal ditolak dan data terdistribusi secara normal.

3.2. Uji ANOVA

Setelah diketahui bahwa data hasil pengujian dapat berdistribusi secara normal, kemudian dilakukan uji ANOVA untuk mendapatkan nilai P-Value yang digunakan untuk mengambil keputusan.

Tabel 2. Uji ANOVA

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
F. Volume	2	104,702	52,351	40,92	0,000
Perendaman Alkali	2	80,082	40,041	31,30	0,000
F. Volume *	4	9,156	2,289	1,79	0,017
Perendaman Alkaline					
Error	18	23,027	1,279		
Total	26	216,967			

Untuk faktor fraksi volume, nilai P-value = 0.000, yang menunjukkan bahwa nilai P-value dari faktor fraksi volume lebih kecil

dari tingkat signifikansi (0.05). Oleh karena itu, H_0 ditolak, dan ditentukan bahwa fraksi

volume memiliki dampak yang patut diperhatikan pada kekuatan tarik.

Nilai $P\text{-Value} = 0.000$ menunjukkan bahwa nilai $P\text{-Value}$ faktor perendaman alkali lebih kecil dari nilai α sebesar (0.05). Akibatnya, H_0 ditolak, dan ditetapkan bahwa faktor perendaman alkali berpengaruh signifikan terhadap uji tarik.

Berkenaan dengan dua komponen yang berinteraksi, nilai $P\text{-Value} = 0.006$ menunjukkan bahwa faktor fraksi volume dan perendaman alkali memiliki nilai $P\text{-Value}$ yang lebih kecil dari tingkat signifikansi (0.05), sehingga mengesampingkan H_0 dan disimpulkan bahwa terdapat pengaruh interaksi yang signifikan terhadap kekuatan tarik.

4. SIMPULAN

Setelah melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh dari fraksi volume serat dan lama perendaman alkali, dapat disimpulkan bahwa kedua faktor tersebut memiliki peranan dalam nilai kekuatan tarik suatu komposit. Nilai rata-rata kekuatan tarik tertinggi dari komposit serat ampas tebu dengan perlakuan perendaman NaOH 5% mendapatkan hasil rata-rata sebesar 27,94 MPa dengan fraksi volume 20% dan lama perendaman alkali selama 4 jam. Dan untuk nilai kekuatan tarik terendah memiliki rata-rata nilai kekuatan tarik sebesar 24,25 MPa. Perlu dilakukan penelitian lanjut dengan parameter atau campuran yang berbeda untuk lebih mengetahui pengaruh serat terhadap kekuatan tarik komposit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. I. Mahir, K. N. Keya, B. Sarker, K. M. Nahiun, and R. A. Khan, "Review a brief review on natural fiber used as a replacement of synthetic fiber in polymer composites," *Mater. Eng. Res.*, vol. 1, no. 2, pp. 86-97, 2019, doi: 10.25082/MER.2019.02.007.
- [2] R. Lusiani, S. Sunardi, and Y. Ardiansah, "Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Papan Partikel dengan Variasi Panjang Serat," *Flywheel J. Tek. Mesin Untirta*, vol. I, no. 1, pp. 46-54, 2015C.
- [3] M. P. Artika and A. Mahyudin, "Pengaruh Persentase Serat Pinang terhadap Sifat Mekanik dan Biodegradabilitas Komposit Polipropilena dengan Penambahan Pati Pisang," *J. Fis. Unand*, vol. 8, no. 2, pp. 158-163, 2019.
- [4] R. M. Jones, *Mechanics of Composite Materials*. Virginia, USA: CRC Press, 2021.
- [5] I. M. Daniel dan O. Ishai, *Engineering Mechanics Of Composite Materials*, New York: Oxford University Press, 2006.
- [6] Agus Sabarudin, Sri Mulyo Bondan Respati, dan Muhammad Dzulfikar, "Pengaruh arah serat pada serat ampas tebu polymer composites," *jurnal teknik mesin Universitas Wahid Hasyim*, Vol. 15, No. 2, Hal. 156-161, 2019.
- [7] Badan Pusat Statistik. (2017). *Badan Pusat Statistik* (pp. 335-358). <https://doi.org/10.1055/s-2008-1040325>
- [8] M. A. Yuniarti, "Pengaruh Perlakuan Alkali, Fraksi Volume Serat, Dan Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Skin Komposit Sandwich Berbahan Dasar Serat Tebu," *Skripsi*, 2011.
- [9] S. Muriana, "Analisis Komposit Berpenguat Serat Tandan Sawit Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekuatan Impak dengan Perendaman Asap Cair," *Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung*, 2023.
- [10] Pramono, S. Widodo, and M. G. Ardiyanto, "Karakteristik Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu Dengan Matriks Epoxy," *J. Mech. Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 1-7, 2019.
- [11] Li, C., Chen, H., Zhang, H., & Marrow, T. J. "Mechanical properties of magnesium-based wood-like material subjected to splitting tensile tests," *Case Studies in Construction Materials*, 20, e02955, 2024, <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cscm.2024.e02955>