

**PENGARUH FRAKSI MASSA SERAT DAN KONSENTRASI
ALKALI UNTUK PROSES PERENDAMAN SERAT TERHADAP
KEKUATAN TARIK KOMPOSIT EPOXY BERPENGUAT SERAT
ABACCA**

Skripsi

*Diajukan untuk memenuhi persyaratan penyelesaian program S-1 Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta*



Oleh:

ROKHANI
2410017211091

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA**

2026

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA

EXECUTIVE SUMMARY

Reg No: 01/SKRIPSI/TM/FTI/III-2026

Nama : **Rokhani**
Npm : **2410017211091**
Bagian : **Teknik Mesin**
Judul Skripsi : **Pengaruh Fraksi Massa Serat Dan Konsentrasi Alkali Untuk
Proses Perendaman Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit
Epoxy Berpenguat Serat Abacca**

Telah dikonsultasikan dan disetujui oleh pembimbing untuk di upload ke *website*.

Ir. Rizky Arman, ST., MT (Pembimbing) _____

PENGARUH FRAKSI MASSA SERAT DAN KONSENTRASI ALKALI UNTUK PROSES PERENDAMAN SERAT TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT EPOXY BERPENGUAT SERAT ABACCA

Rokhani¹, Rizky Arman²

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta

[Email: herojrock@gmail.com](mailto:herojrock@gmail.com), [Email: rizky.arman@bunghatta.ac.id](mailto:rizky.arman@bunghatta.ac.id)

ABSTRAK

Perkembangan industri saat ini mendorong meningkatnya kebutuhan akan material, khususnya untuk pembuatan produk. Namun, penggunaan logam sebagai bahan utama pada berbagai komponen mulai berkurang. Hal ini disebabkan oleh berat logam yang relatif tinggi, proses pembentukannya yang cukup rumit, potensi terjadinya korosi, serta biaya produksinya yang mahal. Untuk mengatasi hal tersebut, kini banyak dikembangkan material alternatif yang memiliki sifat serupa dengan logam. Salah satu material yang berkembang pesat adalah komposit. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh fraksi massa serat dan konsentrasi larutan alkali pada proses perendaman serat terhadap kekuatan Tarik komposit berpenguat serat *abacca* bermatriks epoxy. Proses fabrikasi menggunakan metode *hand lay-up* kemudian dilanjutkan dengan proses *pressmolding*. Fraksi massa serat divariasikan 20%, 40% dan 60% serta konsentrasi larutan alkali yaitu 2% dan 6%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan fraksi massa serat dan konsentrasi alkali pada proses perendaman serat pada material komposit memberikan pengaruh terhadap kekuatan Tarik, elongasi serta modulus elastisitas dengan nilai masing-masing sebesar 114,6 MPa, 0,0204%, dan 5,6 GPa pada fraksi massa serat 40% dan konsentrasi alkali 6%. Sehingga dapat diambil Kesimpulan bahwa fraksi massa serat dan konsentrasi alkali untuk perendaman serat memberikan pengaruh pada sifat mekanis material komposit yang dibuat.

Kata Kunci: Serat Abacca, epoxy, material komposit, *hand lay-up* dan *pressmold*, kekuatan tarik

ABSTRACT

Current industrial developments are driving an increasing need for materials, especially for product manufacturing. However, the use of metal as the main material in various components is starting to decline. This is due to the relatively high weight of metal, its complicated forming process, potential for corrosion, and its high production costs. To overcome this, many alternative materials are now being developed that have properties like metal. One of the materials that is developing rapidly is composites. This study aims to analyze the effect of fiber mass fraction and alkali solution concentration in the fiber soaking process on the tensile strength of abaca fiber-reinforced composites with an epoxy matrix. The fabrication process uses the hand lay-up method followed by a press molding process. The fiber mass fraction varies at 20%, 40% and 60% and the alkali solution concentration is 2% and 6%. The results showed that increasing the fiber mass fraction and alkali concentration during the fiber immersion process in the composite material affected the tensile strength, elongation, and elastic modulus, with values of 114.6 MPa, 0.0204%, and 5.6 GPa, respectively, at a fiber mass fraction of 40% and an alkali concentration of 6%. Therefore, it can be concluded that the fiber mass fraction and alkali concentration during fiber immersion influence the mechanical properties of the resulting composite material.

Keywords: Abaca fiber, epoxy, composite material, hand lay-up and press mold, tensile strength

I. PENDAHULUAN

Perkembangan industri modern menyebabkan meningkatnya kebutuhan terhadap material untuk berbagai produk rekayasa. Namun demikian, penggunaan logam sebagai bahan utama pada berbagai komponen mulai mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh beberapa keterbatasan logam, seperti massa jenis yang relatif tinggi, proses pembentukan yang cukup kompleks, kerentanan terhadap korosi, serta biaya produksi yang cenderung mahal. Oleh karena itu, berbagai penelitian terus dilakukan untuk mengembangkan material alternatif yang mampu memiliki karakteristik mendekati logam tetapi dengan keunggulan tertentu. Salah satu material yang berkembang pesat adalah komposit (Fatkhurrohman et al., 2022). Komposit merupakan material yang tersusun dari dua atau lebih bahan dengan sifat fisik dan kimia yang berbeda sehingga menghasilkan sifat baru yang lebih unggul. Pada umumnya, komposit terdiri atas matriks dan bahan penguat yang dapat berupa serat maupun partikel seperti serbuk logam, serat kaca, karbon, aramid (kevlar), keramik, serta serat logam berbentuk silinder panjang dengan ukuran tertentu yang tersebar di dalam matriks (Gibson, 2007).

Dalam beberapa tahun terakhir, pemanfaatan serat alam sebagai bahan pengisi atau penguat pada komposit polimer semakin banyak dikembangkan dalam bidang rekayasa material. Hal ini disebabkan oleh ketersediaannya yang melimpah di alam, biaya yang relatif rendah, serta variasi jenis serat yang cukup beragam (Fatkhurrohman & Zunairoh, 2018). Salah satu serat alam yang memiliki potensi besar adalah serat yang berasal dari pelepah pisang (Simbaña et al., 2020). Serat ini memiliki karakteristik mekanik yang cukup baik, massa jenis yang rendah, serta keunggulan sebagai material yang ramah lingkungan. Komposit polimer yang diperkuat oleh serat alam diketahui memiliki sifat biodegradable (Fatkhurrohman et al., 2020), mudah didaur ulang, serta dapat dimusnahkan melalui proses pembakaran tanpa menghasilkan gas beracun atau residu berbahaya sehingga termasuk dalam kategori material yang lebih ramah lingkungan. Selain itu, serat alam juga memiliki sejumlah keunggulan seperti ringan, kuat, tahan gores, aman bagi kesehatan, serta ekonomis sehingga sangat potensial digunakan sebagai bahan penguat dalam matriks polimer untuk menghasilkan komposit struktural yang fungsional (Zulkifli et al., 2020).

Seiring dengan perkembangan teknologi material, serat alam berbasis selulosa tidak lagi hanya dimanfaatkan pada industri tekstil dan kertas, tetapi juga mulai dikembangkan untuk berbagai aplikasi teknik sebagai biokomposit parsial maupun full-biocomposites. Indonesia sebagai negara tropis memiliki keanekaragaman tanaman penghasil serat yang sangat besar, termasuk serat dari batang tanaman non-kayu seperti serat abacca. Meskipun demikian, potensi pemanfaatannya dalam bidang teknik masih belum dimanfaatkan secara optimal, berbeda dengan serat kayu dan bambu yang telah banyak digunakan sebagai material struktural (Khalid et al., 2021). Oleh karena itu, penelitian ini memiliki kebaruan dalam pengembangan komposit berbasis serat abacca sebagai penguat dalam matriks epoxy. Penelitian ini mengevaluasi secara simultan pengaruh variasi fraksi massa serat (20%, 30%, dan 40%) serta konsentrasi larutan alkali NaOH (2% dan 6%) pada proses perlakuan serat terhadap sifat mekanik komposit, khususnya kekuatan tarik. Proses fabrikasi dilakukan menggunakan metode hand lay-up dan press mold. Melalui pendekatan ini diharapkan dapat diperoleh kombinasi perlakuan serat yang paling efektif dalam meningkatkan ikatan antar muka antara serat dan matriks. Hasil penelitian

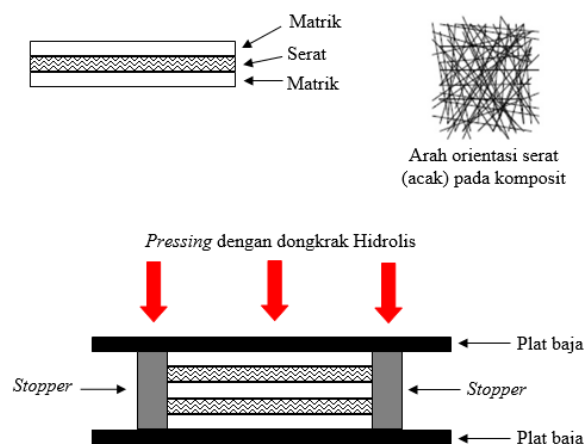
ini diharapkan dapat diaplikasikan pada komponen otomotif seperti over fender, dashboard, door trim, dan bumper kendaraan.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Workshop PT. Bersama Sejahtera Sakti – PKS Gunung Aru selama 5 bulan dimulai bulan Agustus 2025 sampai dengan Desember 2025. Pengujian Tarik dilakukan di Laboratorium Uji Bahan Politeknik Negeri Malang.

Penelitian ini diawali dengan melakukan studi literatur yang bertujuan untuk memperoleh pemahaman mendalam mengenai karakteristik serat abaka, pengaruh perlakuan larutan alkali terhadap serat alami, metode pembuatan komposit, serta standar pengujian sifat mekanik material komposit. Tahap ini menjadi landasan teoretis yang esensial dalam merancang dan melaksanakan penelitian secara sistematis. Setelah memperoleh acuan yang relevan dari studi literatur, langkah selanjutnya adalah persiapan alat dan bahan. Alat yang digunakan meliputi peralatan untuk proses perendaman, pembuatan komposit, serta mesin uji tarik. Adapun bahan yang digunakan terdiri dari serat abaka, larutan natrium hidroksida (NaOH) dengan konsentrasi 2% dan 6%, serta matriks polimer sebagai bahan dasar pembuatan komposit.

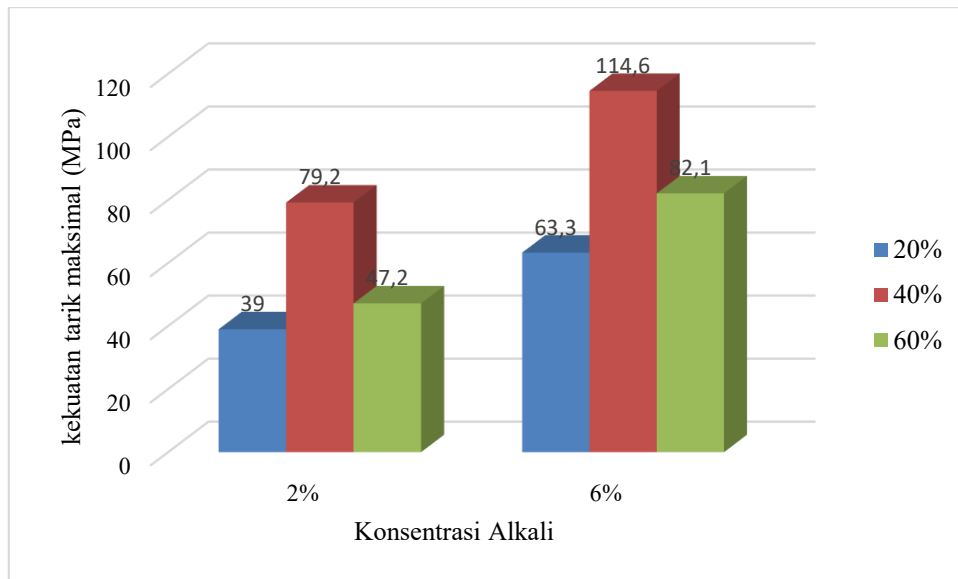
Proses inti dimulai dengan perendaman serat abaka ke dalam larutan NaOH pada dua variasi konsentrasi, yakni 2% dan 6% selama 60 menit berdasarkan penelitian terdahulu (Fatkhurrohman, et al., 2021) pada konsentrasi tersebut alkali dapat mengeliminasi kandungan lignin, hemiselulosa dan pektin pada serat alam. Perlakuan alkali ini bertujuan untuk membersihkan kotoran dan lignin dari permukaan serat serta meningkatkan ikatan antarmuka antara serat dan matriks dalam komposit. Serat yang telah direndam kemudian dikeringkan sebelum digunakan dalam proses fabrikasi komposit. Langkah berikutnya adalah proses pembuatan komposit dengan memvariasikan fraksi massa serat abaka sebesar 20%, 40%, dan 60% seperti skematik yang ditunjukkan pada Gambar 1. Variasi ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh kandungan serat terhadap kekuatan tarik komposit yang dihasilkan. Proses fabrikasi dilakukan secara hati-hati agar diperoleh material komposit yang homogen dan berkualitas. Setelah komposit terbentuk dan mengalami proses pengerasan, dilakukan pemotongan spesimen uji tarik sesuai dengan standar ASTM D-638, guna menjamin kesesuaian dimensi spesimen terhadap prosedur pengujian. Spesimen yang telah dipersiapkan kemudian diuji menggunakan mesin uji tarik untuk memperoleh data kekuatan tarik masing-masing variasi komposit.



Gambar 1. Ilustrasi proses fabrikasi material komposit

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh Konsentrasi Alkali Terhadap Kekuatan Tarik



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi alkali terhadap kekuatan tarik maksimal (σ_{\max})

Gambar 2 menunjukkan pengaruh variasi konsentrasi alkali (2% dan 6%) terhadap kekuatan tarik maksimal (σ_{\max}) material komposit pada fraksi penguat 20%, 40%, dan 60%. Secara umum, peningkatan konsentrasi alkali dari 2% menjadi 6% menghasilkan peningkatan nilai σ_{\max} pada seluruh variasi fraksi penguat. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan alkali berperan signifikan dalam meningkatkan kinerja mekanik tarik material komposit.

Pada konsentrasi alkali 2%, nilai σ_{\max} meningkat dari 39 MPa pada fraksi 20% menjadi 79,2 MPa pada fraksi 40%, kemudian mengalami penurunan menjadi 47,2 MPa pada fraksi 60%. Tren yang sama juga diamati pada konsentrasi alkali 6%, di mana σ_{\max} meningkat dari 63,3 MPa (20%) menjadi nilai maksimum sebesar 114,6 MPa (40%), sebelum menurun menjadi 82,1 MPa pada fraksi 60%. Pola ini mengindikasikan bahwa fraksi penguat 40% merupakan kondisi optimum untuk mencapai kekuatan tarik maksimal, baik pada konsentrasi alkali rendah maupun tinggi.

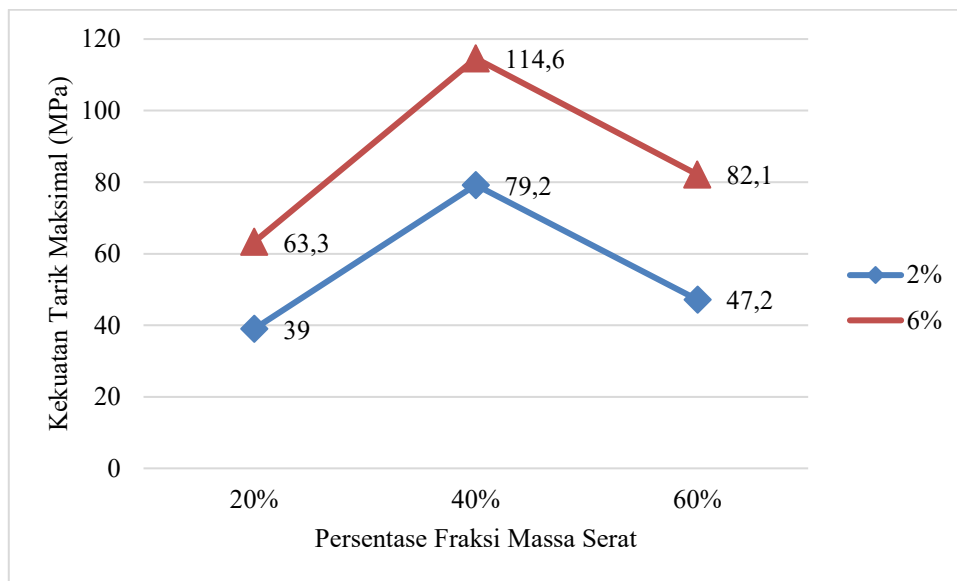
Peningkatan kekuatan tarik akibat perlakuan alkali berkaitan erat dengan perubahan karakteristik permukaan penguat. Perlakuan alkali diketahui mampu menghilangkan komponen non-selulosa seperti lignin, hemiselulosa, dan lapisan lilin pada permukaan serat, sehingga meningkatkan kekasaran permukaan dan luas kontak efektif antara penguat dan matriks. Kondisi ini memperbaiki ikatan antarmuka serta meningkatkan efisiensi transfer beban dari matriks ke penguat saat material mengalami pembebanan tarik (Bledzki et al., Tabil et al., dan Jawaid et al.) Akibatnya, tegangan yang diterapkan dapat didistribusikan secara lebih merata, sehingga menunda inisiasi dan propagasi retak.

Nilai σ_{\max} tertinggi yang diperoleh pada kombinasi fraksi penguat 40% dan konsentrasi alkali 6% menunjukkan bahwa keseimbangan antara jumlah penguat dan kontinuitas matriks tercapai secara optimal. Pada kondisi ini, penguat berperan efektif sebagai elemen penahan beban, sementara matriks masih mampu membasahi dan mengikat penguat secara menyeluruh. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa perlakuan alkali dengan konsentrasi optimum dapat meningkatkan kekuatan tarik komposit serat alami secara signifikan (Tabil et al., dan Sreekala, et al.)

Sebaliknya, penurunan kekuatan tarik yang terjadi pada fraksi penguat 60% mengindikasikan adanya keterbatasan sistem komposit dalam mempertahankan kinerja mekanik pada kadar penguat yang terlalu tinggi. Kandungan penguat berlebih dapat menyebabkan aglomerasi, distribusi yang tidak homogen, serta berkurangnya fraksi matriks yang berfungsi sebagai media transfer tegangan. Selain itu, meskipun perlakuan alkali meningkatkan kekasaran permukaan penguat, konsentrasi yang terlalu tinggi juga berpotensi menyebabkan degradasi struktur penguat, yang pada akhirnya menurunkan kekuatan tarik material (Jawaid et al., dan Mohanty, et al.)

Dengan demikian, hasil pada Gambar 2 menegaskan bahwa peningkatan konsentrasi alkali secara umum berdampak positif terhadap kekuatan tarik material komposit, namun efektivitasnya sangat bergantung pada fraksi penguat yang digunakan. Optimasi kombinasi konsentrasi alkali dan fraksi penguat menjadi faktor kunci dalam memperoleh sifat tarik maksimal. Pola peningkatan hingga titik optimum dan penurunan pada fraksi tinggi menunjukkan perilaku khas material komposit berbasis penguat alami, yang konsisten dengan temuan-temuan dalam literatur penelitian-penelitian terdahulu.

3.2 Pengaruh Fraksi Massa Serat Terhadap Kekuatan Tarik



Gambar 3. Pengaruh persentase fraksi massa serat terhadap kekuatan tarik maksimal (σ_{max})

Berdasarkan Gambar 3, kekuatan tarik maksimal komposit serat abaca-epoxy menunjukkan peningkatan yang signifikan ketika fraksi massa serat dinaikkan dari 20 % ke 40 % pada kedua variasi konsentrasi alkali. Pada fraksi massa 40 %, serat abaca mampu berfungsi optimal sebagai elemen penahan beban, sementara matriks epoxy masih cukup untuk membasahi serat secara merata selama proses hand lay-up dan dipadatkan lebih baik melalui press mold. Kondisi ini menghasilkan transfer tegangan yang efisien dari matriks ke serat, sehingga kekuatan tarik mencapai nilai maksimum. Namun, ketika fraksi massa serat dinaikkan hingga 60 %, kekuatan tarik justru menurun, yang mengindikasikan bahwa kandungan serat yang terlalu tinggi menyebabkan keterbatasan matriks dalam mengisi rongga antarserat, sehingga meningkatkan potensi terbentuknya void dan ikatan antarmuka yang tidak sempurna.

Perlakuan alkali 6 % menghasilkan kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan 2 % pada seluruh variasi fraksi massa serat. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi alkali yang lebih tinggi

lebih efektif dalam memodifikasi permukaan serat abaca dengan menghilangkan lignin, hemiselulosa, dan lapisan lilin yang bersifat hidrofobik. Akibatnya, adhesi antara serat abaca dan matriks epoxy meningkat, terutama saat tekanan diberikan pada proses press mold. Ikatan antarmuka yang lebih kuat ini memungkinkan distribusi tegangan yang lebih merata dan menunda terjadinya kegagalan tarik. Meski demikian, peningkatan konsentrasi alkali tetap harus dikontrol, karena perlakuan yang berlebihan dapat merusak struktur selulosa serat dan menurunkan kekuatan intrinsik serat abaca itu sendiri.

Hasil ini sejalan dengan penelitian oleh Ramesh et al. yang melaporkan bahwa komposit serat abaca-epoxy dengan fraksi serat menengah menunjukkan kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan fraksi rendah maupun tinggi, akibat keseimbangan antara jumlah serat dan kemampuan impregnasi resin. Selain itu, studi oleh Alavudeen et al. menyatakan bahwa perlakuan alkali pada serat abaca meningkatkan kekuatan tarik komposit epoxy secara signifikan karena perbaikan ikatan antarmuka, dengan konsentrasi NaOH optimum berada pada rentang 5–6 % (. Alavudeen et al.). Penelitian lain menunjukkan bahwa kombinasi *hand lay-up* dan *press mold* mampu mengurangi porositas dan meningkatkan densitas komposit serat alami, sehingga berdampak positif terhadap sifat tarik material (Baskoro et al.). Kesamaan tren ini menguatkan validitas hasil yang diperoleh pada penelitian ini.

Penggunaan metode *hand lay-up* yang dilanjutkan dengan *press mold* terbukti berperan penting dalam meningkatkan kualitas komposit serat abaca-epoxy. *Hand lay-up* memungkinkan distribusi awal serat dan resin secara manual, sedangkan *press mold* memberikan tekanan tambahan yang meningkatkan kontak serat-matriks serta mengurangi void. Kombinasi proses ini paling efektif pada fraksi massa serat 40 % dengan perlakuan alkali 6 %, yang menghasilkan kekuatan tarik maksimal. Penurunan kekuatan pada fraksi 60 % menegaskan bahwa keterbatasan resin dan peningkatan aglomerasi serat tidak dapat sepenuhnya dikompensasi oleh tekanan *press mold*. Oleh karena itu, optimasi fraksi massa serat, konsentrasi alkali, dan parameter tekanan *press mold* merupakan faktor krusial dalam pengembangan komposit serat abaca berbasis epoxy untuk aplikasi struktural ringan dan ramah lingkungan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dibahas, dapat diambil kesimpulan bahwa:

- Material komposit menggunakan matriks epoxy dengan penguat serat abaca telah berhasil dibuat dan diuji tarik. Kekuatan tarik maksimum tertinggi didapatkan pada komposisi fraksi massa serat 40% dengan perendaman serat pada konsentrasi alkali 6% sebesar 114,6 MPa, regangan sebesar 0,0204% dan modulus elastisitas sebesar 5,60 GPa. Sedangkan untuk kekuatan tarik maksimum terendah ada pada komposisi fraksi massa serat 20% dengan perendaman serat pada konsentrasi 2% sebesar 39 MPa, regangan sebesar 0,0130% dan modulus elastisitas sebesar 3 GPa.
- Fraksi massa serat memberikan pengaruh terhadap kekuatan tarik dari material komposit yang dibuat. Fraksi massa serat 20% ke 40% kekuatan tarik mengalami peningkatan yang signifikan, namun dari fraksi massa serat 40% ke 60% kekuatan tarik mengalami penurunan.
- Konsentrasi larutan alkali untuk proses perendaman serat sebelum proses fabrikasi material komposit juga memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan tarik maksimum dari material komposit. Hal ini terlihat bahwa dari konsentrasi larutan alkali 2% ke 6% kekuatan tarik mengalami peningkatan.

ACKNOWLEDGEMENTS

Penulis mengucapkan terima kasih kepada keluarga tercinta dan saudara-saudaraku yang telah memberikan dukungannya dalam pelaksanaan penelitian ini, serta kepada Bapak Ir. Rizky Arman, ST., MT. atas bimbingan yang telah diberikan selama pengerjaan skripsi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Alavudeen, N. Rajini, S. Karthikeyan, N. Muthukrishnan, and S. Thiruchitrabalam, "Mechanical properties of banana/kenaf fiber-reinforced hybrid polymer composites: Effect of alkali treatment," *Materials & Design*, vol. 66, pp. 246–257, 2015.
- A. S. Baskoro, D. S. Widodo, and I. S. Rahayu, "Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat mekanik komposit serat alam bermatriks epoxy," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 9, no. 2, pp. 85–92, 2017.
- A. K. Bledzki and J. Gassan, "Composites reinforced with cellulose based fibres," *Progress in Polymer Science*, vol. 24, no. 2, pp. 221–274, 1999, doi: 10.1016/S0079-6700(98)00018-5.
- A. K. Mohanty, M. Misra, and L. T. Drzal, "Surface modifications of natural fibers and performance of the resulting biocomposites: An overview," *Composite Interfaces*, vol. 8, no. 5, pp. 313–343, 2001, doi: 10.1163/156855401753255422.
- Alamsyah, M. H., & Gundara, G. (2021). Analisis Sifat Mekanik Komposit Bahan Kampas Rem Dengan Penguat Serbuk Kayu Jati Dan Serbuk Kuningan. *R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal*, 5(1), 9–13. <https://doi.org/10.21070/r.e.m.v5i1.870>
- Bledzki, A. K., & Gassan, J. (1999). Composites reinforced with cellulose-based fibres. *Progress in Polymer Science*, 24(2), 221–274. [https://doi.org/10.1016/S0079-6700\(98\)00018-5](https://doi.org/10.1016/S0079-6700(98)00018-5)
- Cao, Y., Shibata, S., & Fukumoto, I. (2006). Mechanical properties of biodegradable composites reinforced with bagasse fibre before and after alkali treatments. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 37(3), 423–429. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2005.05.045>
- Fatkhurrohman, Budi Rochardjo, H. S., Kusumaatmaja, A., & Yudhanto, F. (2020). Extraction and effect of vibration duration in ultrasonic process of cellulose nanocrystal (CNC) from ramie fiber. *AIP Conference Proceedings*, 2262(September). <https://doi.org/10.1063/5.0015794>
- Fatkhurrohman, F., Ismail, I., & Yudhanto, F. (2022). Analisis Kekuatan Bending Komposit Lamina Serat Ijuk Anyam dan Serat Ijuk Acak bermatriks Polyester. *Quantum Teknika : Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 4(1), 55–61. <https://doi.org/10.18196/jqt.v4i1.16593>
- Fatkhurrohman, F., & Machmudi, M. (2022). *Jurnal Polimesin*. 20(2), 208–212.
- Fatkhurrohman, & Zunairoh. (2018). Effect of fiber volume fraction to tensile strength in composites polyester reinforced Sugar Palm Fiber (SPF). *Journal of Advances in Technology*

and *Engineering Research*, 4(6), 222–229. <https://doi.org/10.20474/jater-4.6.2>

Gibson, R. F. (2007). *Principles of Composite Material Mechanics*. *Principles of Composite Material Mechanics*. <https://doi.org/10.1201/9781420014242>

John, M. J., & Thomas, S. (2008). Biofibres and biocomposites. *Carbohydrate Polymers*, 71(3), 343–364. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2007.05.040>

Kalia, S., Kaith, B. S., & Kaur, I. (2009). Pretreatments of natural fibers and their application as reinforcing material in polymer composites—A review. *Polymer Engineering & Science*, 49(7), 1253–1272. <https://doi.org/10.1002/pen.21328>

Karimah, A., Ridho, M. R., Munawar, S. S., Adi, D. S., Ismadi, Damayanti, R., Subiyanto, B., Fatriasari, W., & Fudholi, A. (2021). A review on natural fibers for development of eco-friendly bio-composite: characteristics, and utilizations. *Journal of Materials Research and Technology*, 13, 2442–2458. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.06.014>

Khalid, M. Y., Al Rashid, A., Arif, Z. U., Ahmed, W., Arshad, H., & Zaidi, A. A. (2021). Natural fiber reinforced composites: Sustainable materials for emerging applications. *Results in Engineering*, 11(July), 100263. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2021.100263>

Li, X., Tabil, L. G., & Panigrahi, S. (2007). Chemical treatments of natural fiber for use in natural fiber-reinforced composites: A review. *Journal of Polymers and the Environment*, 15(1), 25–33. <https://doi.org/10.1007/s10924-006-0042-3>

M. Ramesh, K. Palanikumar, and K. H. Reddy, “Mechanical property evaluation of abaca–jute–glass fiber reinforced epoxy composites,” *Composites Part B: Engineering*, vol. 48, pp. 1–9, 2013.

M. Jawaid and H. P. S. Abdul Khalil, “Effect of alkali treatment on mechanical properties of natural fiber composites,” *Polymers*, vol. 13, no. 12, Art. no. 2005, 2021, doi: 10.3390/polym13122005.

Mallick, P. K. (2007). *Fiber-Reinforced Composites: Materials, Manufacturing, and Design* (3rd ed.). CRC Press.

Mwaikambo, L. Y., & Ansell, M. P. (2002). Chemical modification of hemp, sisal, jute, and kapok fibers by alkalization. *Journal of Applied Polymer Science*, 84(12), 2222–2234.

S. Sreekala, M. G. Kumaran, and S. Thomas, “Effect of surface modification on the mechanical properties of oil palm fiber reinforced phenol formaldehyde composites,” *Composites Science and Technology*, vol. 57, no. 9–10, pp. 1115–1125, 1997, doi: 10.1016/S0266-3538(97)00055-9.

Shomad, M. A., Yudhanto, F., & Anugrah, R. A. (2020). *Manufaktur dan Analisa Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Serat Glass / Carbon untuk Aplikasi Pembuatan Blade Turbin Savonius*. 2(1), 47–51.

- Simbaña, E. A., Ordóñez, P. E., Ordóñez, Y. F., Guerrero, V. H., Mera, M. C., & Carvajal, E. A. (2020). Abaca: Cultivation, obtaining fibre and potential uses. *Handbook of Natural Fibres: Second Edition, 1*, 197–218. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818398-4.00008-6>
- Strong, A. B. (2008). *Fundamentals of Composites Manufacturing: Materials, Methods and Applications* (2nd ed.). Society of Manufacturing Engineers.
- X. Li, L. G. Tabil, and S. Panigrahi, “Chemical treatments of natural fiber for use in natural fiber-reinforced composites: A review,” *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, vol. 38, no. 4, pp. 1083–1097, 2007, doi: 10.1016/j.compositesa.2006.10.022.
- Zulkifli, Dharmawan, I. B., & Anhar, W. (2020). Analisa pengaruh perlakuan kimia pada serat terhadap kekuatan impak charpy komposit serat sabut kelapa bermatriks epoxy Effect of chemical treatment of composite coir fiber with epoxy matrix on the Charpy impact strength. *Jurnal Polimesin*, 18(1), 47–52.