

**Analisis Pengaruh Variasi Waktu Perlakuan Alkalisasi
KOH (*Kalium Hidroksida*) Terhadap Sifat Mekanik Serat Tunggal
Purun Tikus (*Eleocharis Dulcis*)**

Akhmad Syarieff¹, Iphan Fitrian Radam², Muhammad Nizar Ramadhan³, Akhmad Ghiffary
Budianto⁴, Fadliyanur⁵, Aulia Aufa Ramdhasari⁶

^{1,3,6} Program Studi Teknik Mesin, ² Program Studi Teknik Sipil, ⁴ Program Studi Rekayasa Elektro, ⁵ Program
Studi Teknologi Informasi
Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat
Jl. A. Yani km 33,5 Banjarbaru, Indonesia
**Corresponding author: akhmad.syarief@ulm.ac.id*

Abstract

*The utilization of purun tikus (*Eleocharis dulcis*) fiber as a reinforcement material for composites has considerable potential due to its high cellulose content. However, the hydrophilic nature of this fiber limits its interfacial bonding with the matrix, thus requiring chemical treatment to enhance its performance. This study aims to analyze the effect of varying alkali treatment durations using KOH solution on the mechanical properties of single purun tikus fibers. The alkali treatment was conducted by immersion for 3, 6, 9, and 12 hours. Mechanical tests included tensile and pull-out tests to evaluate tensile strength, elongation, elastic modulus, and interfacial shear strength (IFSS). The results showed that treatment for 3 hours provided the most significant improvement, with tensile strength reaching 75.25 MPa, elastic modulus of 12,137.5 MPa, and IFSS of 13.78 MPa. This improvement is attributed to the removal of lignin and hemicellulose, which enhanced fiber-matrix interfacial bonding. Conversely, longer treatment durations led to cellulose degradation and decreased mechanical performance. Therefore, the optimum alkali treatment duration using KOH for purun tikus fibers is 3 hours, which yields maximum improvements in mechanical strength and interfacial bonding quality.*

Keywords: *Purun tikus fiber, KOH alkali treatment, mechanical properties, tensile strength, interfacial shear strength.*

Abstrak

Pemanfaatan serat purun tikus (*Eleocharis dulcis*) sebagai bahan penguat komposit berpotensi besar karena kandungan selulosanya yang tinggi. Namun, sifat hidrofilik serat ini menghambat ikatan optimal dengan matriks, sehingga diperlukan perlakuan kimia untuk meningkatkan kualitasnya. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi waktu perlakuan alkalisasi menggunakan larutan KOH terhadap sifat mekanik serat tunggal purun tikus. Proses alkalisasi dilakukan dengan metode perendaman selama 3, 6, 9, dan 12 jam. Uji mekanik meliputi uji tarik dan *pull-out* untuk mengevaluasi kekuatan tarik, regangan, modulus elastisitas, serta *interfacial shear strength* (IFSS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan selama 3 jam menghasilkan peningkatan paling signifikan, dengan kekuatan tarik mencapai 75,25 MPa, modulus elastisitas 12.137,5 MPa, dan IFSS 13,78 MPa. Peningkatan ini disebabkan oleh penghilangan lignin dan hemiselulosa yang memperbaiki ikatan antarmuka serat-matriks. Sebaliknya, perlakuan lebih lama menyebabkan degradasi selulosa dan menurunkan performa mekanik serat. Dengan demikian, waktu optimum perlakuan alkalisasi KOH pada serat purun tikus adalah 3 jam, yang mampu memberikan peningkatan maksimal terhadap kekuatan mekanik dan kualitas ikatan antarmuka. Namun, waktu perlakuan yang lebih lama menyebabkan degradasi struktur selulosa yang berdampak pada penurunan sifat mekanik serat. Dengan demikian, waktu optimum perlakuan alkalisasi KOH terhadap serat purun tikus adalah selama 3 jam.

Kata kunci: Serat purun tikus, alkalisasi KOH, sifat mekanik, kekuatan tarik, *interfacial shear strength*..

1. Pendahuluan

Keberlanjutan dan kesadaran lingkungan telah menjadi isu utama di berbagai bidang industri, terutama terkait dengan kebutuhan akan material yang ramah lingkungan. Seiring meningkatnya perhatian dunia terhadap dampak negatif penggunaan material sintetis, kebutuhan untuk mencari alternatif yang lebih berkelanjutan semakin mendesak. Salah

satu alternatif yang mulai banyak dilirik adalah penggunaan serat alam. Keunikan serat alam terletak pada sifatnya yang ringan, kuat, dan dapat diurai secara alami. Serat alami merupakan material yang berkelanjutan, mudah tersedia di alam dengan keunggulan, yaitu berbiaya rendah, ringan, terbarukan, biodegradabilitas, dan sifat spesifik yang tinggi [1]. Berbagai jenis serat alam, seperti kapas,

linen, purun tikus, dan jute, telah menjadi fokus penelitian dalam upaya menciptakan material yang inovatif dan berkinerja tinggi. Pengenalan biofiber dari serat alami telah menarik perhatian banyak peneliti untuk diteliti sebagai penguat komposit polimer [2]. Dari segi arah pembebanannya, serat memiliki arah pembebanan di berbagai arah [1].

Salah satu serat alam yang potensial namun masih jarang dimanfaatkan adalah purun tikus (*Eleocharis dulcis*). Tanaman ini banyak tumbuh di daerah rawa Kalimantan Selatan, dan selama ini lebih sering digunakan untuk kerajinan tangan sederhana oleh masyarakat sekitar. Tanaman purun tikus berbentuk rimpang pendek dan stolon yang memanjang berujung bulat gepeng. Tanaman purun tikus memiliki nama ilmiah *Eleocharis dulcis* dalam ilmu taksonomi tergolong *Cyperaceae*, merupakan tanaman khas lahan rawa. Rumput ini banyak dijumpai di daerah pasang surut yang bertanah sulfat masam [3].

Purun tikus memiliki kandungan selulosa yang berpotensi untuk digunakan sebagai serat alami, rata-rata kandungan selulosa yang diperoleh dari serat purun tikus tanpa perlakuan adalah 54,74% [4]. Selulosa berfungsi sebagai struktur utama (tulang) tanaman, maka dari itu tingginya kandungan selulosa pada serat purun tikus menjadikannya sebagai inovasi material yang dapat dikembangkan untuk inovasi material yang ringan, kuat, berkualitas, terjangkau, serta mudah didapat. Namun, untuk memaksimalkan pemanfaatan serat purun tikus, perlu dilakukan peningkatan kualitas serat. Serat alam umumnya terbuat dari bermacam-macam tumbuhan, pada umumnya memiliki sifat mudah menyerap air [4]. Membuat serat jika digunakan sebagai penguat komposit tidak bekerja maksimal, karena tidak maksimalnya transfer tegangan dari matriks ke serat.

Permasalahan lain yang sering muncul adalah pada proses pembuatan komposit polyester. Reaksi antara poliester dan katalis menghasilkan panas, yang menyebabkan air di dalam serat menguap dan membentuk gelembung udara. Gelembung ini masuk ke dalam matriks poliester dan menimbulkan cacat berupa *void* yang dapat menurunkan sifat mekanik komposit. Oleh karena itu, penerapan perlakuan fisika dan kimia untuk memodifikasi serat-serat ini sangat penting. Modifikasi serat telah terbukti efektif dalam memperbaiki daya rekat yang lemah antara serat tanaman dan matriks [5]. Salah satu cara yang dilakukan dalam penelitian ini adalah perlakuan alkalisasi, yang dapat mempengaruhi sifat struktural dan kinerja mekanis serat. Proses alkalisasi dapat menghilangkan komponen penyusun serat yang kurang efektif dalam menentukan kekuatan seperti hemiselulosa, lignin atau zat lain [6].

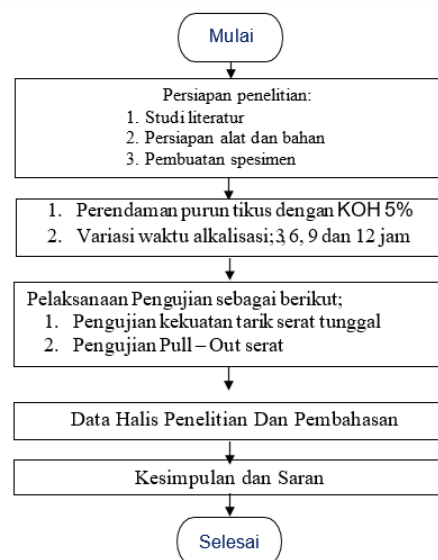
Alkalisasi pada serat merupakan metode dengan proses perendaman serat ke dalam senyawa basa alkali [7]. Perlakuan alkalisasi kali ini menggunakan Kalium Hidroksida (KOH) untuk merubah sifat kimia serat. Karakteristik serat dipengaruhi oleh

variabel perawatan seperti jenis dan konsentrasi alkali, durasi perlakuan, suhu, serta penambahan aditif. Studi yang ada menunjukkan bahwa konsentrasi alkali optimal 0,5 hingga 10% digunakan untuk perawatan serat selama 2 hingga 48 jam pada suhu kamar (25–28 °C) untuk mendapatkan sifat yang lebih baik [8].

Dari beberapa uraian di atas dapat diketahui bahwa serat tanaman memiliki potensi yang besar. Serat purun tikus memiliki ketersediaan yang banyak dan ini dapat menjadi peluang dalam menghasilkan material yang berkelanjutan terutama sebagai bahan penguat komposit. Akan tetapi, di samping kelebihan, serat tanaman memiliki kekurangan yaitu sifatnya yang hidrofilik, sehingga mengakibatkan lemahnya ikatan antara serat dan matriks. Untuk itu, diperlukan perlakuan alkalisasi guna meningkatkan kualitas serat dan memperbaiki ikatan dengan matriks. Penelitian ini secara khusus difokuskan pada analisis pengaruh variasi waktu perlakuan alkalisasi KOH terhadap sifat mekanik serat tunggal purun tikus (*Eleocharis dulcis*), dengan tujuan memperoleh kondisi perlakuan yang optimal untuk meningkatkan kekuatan mekanik serat.

Berdasarkan latar belakang tersebut, permasalahan penelitian ini dirumuskan sebagai berikut: bagaimana pengaruh variasi waktu perlakuan alkalisasi menggunakan larutan KOH terhadap sifat mekanik serat tunggal purun tikus? Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh variasi waktu perlakuan alkalisasi menggunakan larutan KOH terhadap sifat mekanik serat tunggal purun tikus.

2. Metode Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni – September 2025 di Laboratorium Material dan Metalurgi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan berupa cetakan kaca komposit, gelas ukur, jarum, beaker glass, jangka sorong, alat uji tarik serat, sarung tangan, dan timbangan digital. Adapun bahan yang digunakan, yaitu purun tikus, larutan KOH, resin, catalis, wax, tisu, lem kaca.

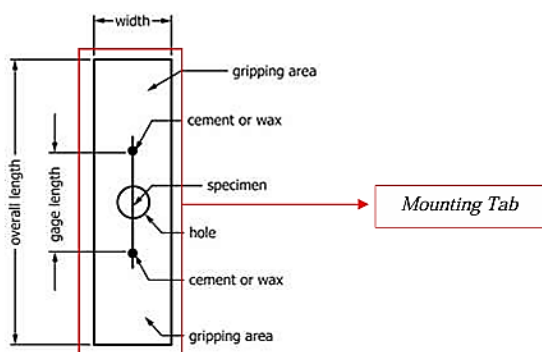
2.2 Pembuatan Spesimen Uji Tarik Serat Tunggal

Penelitian kali ini akan dilakukan uji tarik serat tunggal pada serat purun tikus (*eleocharis dulcis*) menggunakan standar ASTM C1557 [9]. Spesimen disiapkan dengan pemasangan serat yang stabil, sejajar dan bebas dari geser untuk memastikan hasil pengujian yang valid. Oleh karena itu, digunakan mounting tab sebagai media penyangga, yaitu strip dari material tipis seperti kertas/plastik, sehingga gaya tarik yang diberikan dapat terdistribusi secara optimal. Berikut adalah prosedur pembuatan spesimen uji :

- Pembuatan mounting tab memerlukan kertas karton (230 gsm), buatlah mounting tab seperti Gambar 2. dengan ukuran mengikuti Tabel 1
- Serat dipotong dengan panjang 3 cm.
- Tempelkan ujung-ujung serat pada *mounting tab* menggunakan lem epoxy, pastikan serat terpasang lurus dan berada di tengah *hole*.
- Simpan spesimen pada tempat kering sebelum dilakukan pengujian.

Tabel 1. Dimensi Spesimen Uji Tarik Serat Tunggal

Dimension	Nilai
Gage Length	3 cm
Overall Length	9 cm
Width	1,5 cm
Hole	0,5 cm



Gambar 2. Spesimen Uji Tarik Serat Tunggal

2.3 Pembuatan Spesimen Uji Pull-Out Serat Tunggal

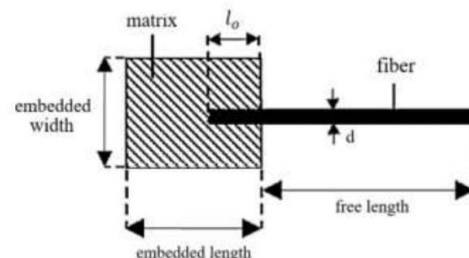
Sutrisno (2021) melakukan pengujian pull-out serat tunggal dalam penelitiannya [10]. Penelitian

kali ini akan menerapkan hal yang serupa terhadap serat purun tikus (*eleocharis dulcis*), spesimen disiapkan dengan serat tunggal yang ditanam dalam matriks dengan kedalaman tanam yang telah ditentukan. Berikut adalah prosedur pembuatan spesimen uji :

- Serat yang telah siap dipotong sepanjang 3,5 cm, tandai 0,2 cm dari salah satu ujung serat sebagai panjang yang akan ditanam.
- Pembuatan cetakan matriks membutuhkan kaca berukuran 1 x 0,5 x 1 cm, matriks yang digunakan adalah resin epoxy.
- Cetakan di lapisi dengan wax dan masukan resin secara perlahan, lalu masukan ujung serat sejauh 0,2 cm kedalam resin dan 3 cm serat dibiarkan tidak tertanam sebagai bagian free length.
- Pastikan serat berdiri tegak lurus dan tidak menyentuk dinding cetakan. Tunggu resin mengeras sempurna pada suhu ruang. Setelah mengeras, lepaskan spesimen dari cetakan dan simpan pada tempat kering sebelum dilakukan pengujian.

Tabel 2. Dimensi Spesimen Uji Pull-Out Serat Tunggal

Dimension	Nilai
Free Length	3 cm
Fiber Embedded Length (l_0)	0,2 cm
Fiber Diameter (d)	0,1 cm
Embedded Length	1 cm
Embedded Width	1 cm



Gambar 3. Spesimen Uji Pull-Out Serat Tunggal

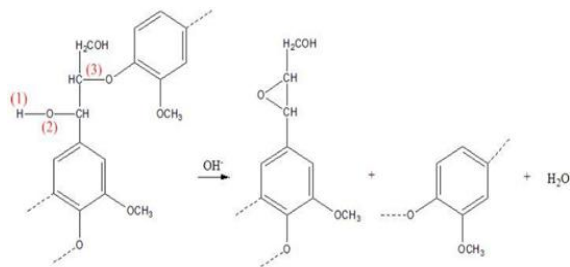
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Perlakuan Alkalisasi

Alkalisasi tidak hanya dilakukan dengan larutan NaOH, namun ada zat kimia lain yang bisa digunakan untuk perlakuan serat alam. Seperti larutan kalium hidroksida (KOH) larutan yang dapat menggedasi kandungan lignin dan zat pengotor lainnya sehingga sifat *hydropobic* pada serat meningkat dan setelah itu serat dapat disimpan dalam waktu lama [11][12].

Proses alkalisasi berlangsung ketika lignin bereaksi dengan KOH yang terionisasi menjadi K^+ dan OH^- . Ion OH^- berinteraksi dengan gugus H pada lignin, membentuk H_2O , sedangkan gugus O mengalami radikalasi dan berikatan dengan C untuk membentuk cincin epoksi. Tahap ini memicu pelepasan ikatan gugus O, menghasilkan dua cincin benzena terpisah dengan gugus O yang aktif. Gugus O tersebut bereaksi dengan K^+ dan larut dalam

larutan basa, sehingga lignin terbuang setelah pencucian. [13].

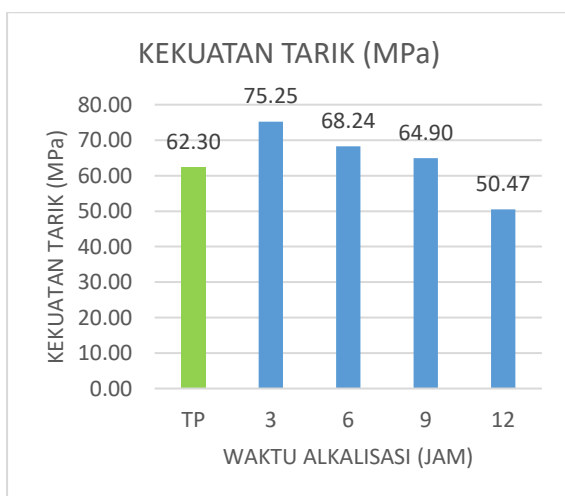


Gambar 4. Reaksi Proses Alkali

3.2 Kekuatan Tarik Serat

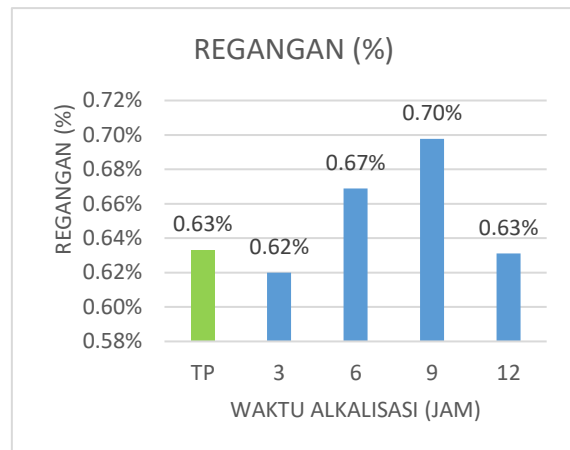
Hasil dari pengujian tarik serat tunggal disajikan pada Gambar 4 menunjukkan bahwa perlakuan alkalisasi menggunakan larutan KOH dengan variasi waktu memiliki pengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik serat. Nilai kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada perlakuan dengan waktu alkalisasi 3 jam sebesar 75,25 MPa, meningkat dari kondisi tanpa perlakuan (TP) yang hanya sebesar 62,30 MPa. Peningkatan ini disebabkan oleh proses alkalisasi yang berhasil menghilangkan senyawa pengotor seperti lignin dan hemiselulosa di permukaan serat, sehingga meningkatkan ikatan antar molekul selulosa serta memperbaiki adhesi antar muka pada aplikasi komposit.

Namun, seiring bertambahnya waktu perlakuan hingga 12 jam, nilai kekuatan tarik justru menurun signifikan menjadi 50,47 MPa. Penurunan ini disebabkan oleh degradasi struktur selulosa akibat reaksi alkalisasi yang terlalu lama, sehingga serat mengalami kerusakan internal dan kehilangan kekuatan mekaniknya. Selain itu, nilai kekuatan tarik cenderung menurun pada perlakuan KOH karena lignin, yang berperan sebagai matriks alami, terdegradasi oleh proses alkalisasi. Lama perendaman dengan larutan KOH dapat mempengaruhi lapisan lignin pada serat [14].



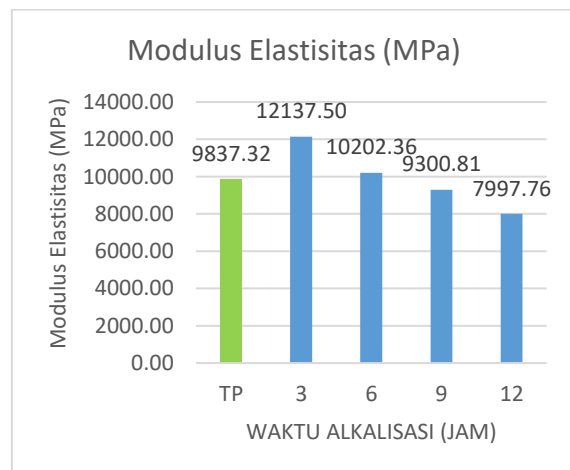
Gambar 4. Grafik Pengaruh Variasi Waktu Perlakuan Alkalisasi KOH Terhadap Kekuatan Tarik Serat

Hasil regangan maksimum serat (Gambar 5) menunjukkan hasil yang serupa, di mana regangan meningkat hingga waktu perlakuan 9 jam dan menurun kembali setelah 12 jam. Hal ini mengindikasikan bahwa serat mengalami perbaikan elastisitas hingga titik tertentu, namun kehilangan sifat elastiknya jika perlakuan dilakukan terlalu lama.



Gambar 5. Grafik Pengaruh Variasi Waktu Perlakuan Alkalisasi KOH Terhadap Regangan Serat

Modulus elastisitas tertinggi diperoleh pada waktu perlakuan 3 jam sebesar 12137,5 MPa, sebelum mengalami penurunan secara bertahap pada durasi 6 hingga 12 jam (Gambar 6). Durasi perlakuan yang terlalu lama dapat menyebabkan kerusakan struktur mikrofibril dan mengurangi kekuatan tarik serta modulus elastisitas serat [15].

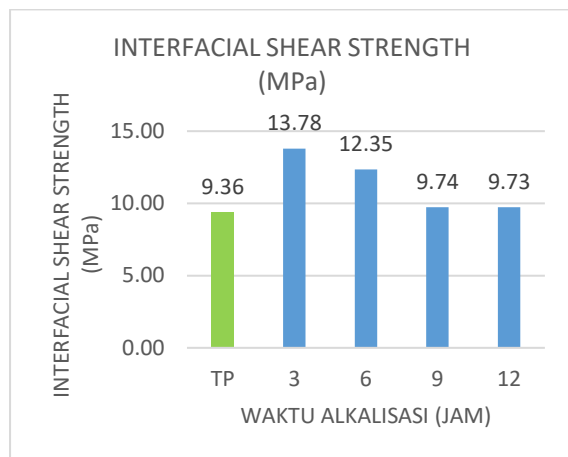


Gambar 6. Grafik Pengaruh Variasi Waktu Perlakuan Alkalisasi KOH Terhadap Modulus Elastisitas Serat

3.3 Pull-Out Serat Tunggal

Uji *pull-out* dilakukan untuk mengetahui kekuatan interaksi antar muka antara serat dan matriks dalam komposit. Kekuatan rekat antarmuka serat dan matriks didapatkan dari mengukur tegangan geser yang dihasilkan pada area

antarmuka serat dan matriks. Nilai *interfacial shear strength* (IFSS) menunjukkan seberapa kuat daya lekat antara permukaan serat dengan matriks, yang sangat dipengaruhi oleh kebersihan permukaan serat dan kompatibilitas kimianya dengan matriks. Semakin kuat daya ikat antarmuka, semakin besar gaya yang dibutuhkan untuk *pull-out*. Kondisi ini menjadikan komposit memiliki kekuatan tinggi karena transfer beban antara matriks dan serat berlangsung lebih efisien. [16]



Gambar 7. Grafik Pengaruh Variasi Waktu Perlakuan Alkalisasi KOH Terhadap IFSS Serat

Pada grafik diperoleh bahwa nilai IFSS tertinggi terjadi pada perlakuan KOH selama 3 jam, yaitu sebesar 13,78 MPa. Perlakuan ini menunjukkan bahwa proses alkalisasi KOH mampu meningkatkan daya ikat antar muka dengan baik dalam durasi yang optimal. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Harish (2018) yang menunjukkan bahwa perlakuan KOH dapat meningkatkan adhesi antar muka serat dengan matriks akibat penghilangan senyawa amorf seperti lignin dan hemiselulosa dari permukaan serat.

Peningkatan IFSS pada waktu 3 jam disebabkan oleh meningkatnya kekasaran permukaan serat dan terbentuknya area aktif (reaktif) baru yang memungkinkan terjadinya ikatan mekanik dan kimia yang lebih kuat dengan matriks. Namun, pada waktu alkalisasi 6 jam (12,35 MPa), terjadi sedikit penurunan IFSS, dan lebih lanjut pada 9 dan 12 jam nilai IFSS menurun drastis mendekati nilai awal (tanpa perlakuan), yakni 9,74 MPa dan 9,73 MPa.

Penurunan yang terjadi menandakan bahwa lamanya alkalisasi dapat menyebabkan degradasi struktur permukaan serat sampai tingkatan mikrostruktur, sehingga area ikatan efektif dengan matriks berkurang. Perlakuan kimia yang berlebihan juga berpotensi menghilangkan komponen penting dinding sel serat, yaitu kandungan selulosa dan menurunkan kualitas ikatan antarmuka komposit.

4. Kesimpulan

Variasi waktu perlakuan alkalisasi menggunakan larutan KOH berpengaruh signifikan terhadap sifat mekanik serat purun tikus (*Eleocharis dulcis*). Perlakuan alkalisasi selama 3 jam menghasilkan modulus elastisitas, kekuatan tarik, dan kekuatan antar muka (IFSS) tertinggi dibandingkan dengan sampel lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa durasi tersebut merupakan waktu optimum yang mampu menghilangkan lignin, hemiselulosa dan senyawa pengotor secara efektif, sehingga meningkatkan adhesi antar muka dan integritas mekanik serat.

Namun, seiring bertambahnya waktu perlakuan hingga 12 jam, terjadi penurunan pada seluruh parameter mekanik. Penurunan ini disebabkan oleh kandungan selulosa yang ikut terdegradasi akibat perlakuan alkalisasi yang terlalu lama, sehingga melemahkan kekuatan serat.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa waktu alkalisasi optimal menggunakan KOH untuk serat purun tikus adalah selama 3 jam, karena memberikan peningkatan paling signifikan terhadap kekuatan tarik, modulus elastisitas, serta kekuatan antar muka serat dan matriks dalam aplikasi komposit.

Ucapan terimakasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Lambung Mangkurat yang telah memberikan dana penelitian/pengabdian kepada masyarakat tahun 2025 dengan no kontrak 1643/UN8/LT/2025

Referensi

- [1] Siagian, D. E. N., & Putra, M. H. S. (2024). Serat alam sebagai bahan komposit ramah lingkungan. *CIVeng: Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 5(1), 55-60. http://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/civen_g
- [2] Sunardi, S. (2021). *Analisis Kandungan Kimia Dan Sifat Serat Tanaman Purun Tikus (Eleocharis Dulcis) Asal Kalimantan Selatan*. *Bioscientiae*, 9(2), 15-28. <http://fmipa.unlam.ac.id/bioscientiae>
- [3] Haryanti, N. H. (2016). Potensi serat alam sebagai material komposit. Universitas Lambung Mangkurat
- [4] Haryanti, N. H., dkk (2021). Modification of purun tikus (*Eleocharis dulcis*) as a natural fiber composite using KMnO₄ and NaOH. *Spektra: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 6(1), 37-48. <https://doi.org/10.21009/SPEKTRA.061.05>
- [5] Wu, H., et al (2023). A review of recent developments in the application of plant fibers as concrete reinforcement. *Journal of Cleaner*

- Production*, 419, 138265.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138265>
- [6] Z. Zulkifli, I. B. Dharmawan, and W. Anhar, "Analisa pengaruh perlakuan kimia pada serat terhadap kekuatan impak charpy komposit serat sabut kelapa bermatriks epoxy," *J. Polimesin*, vol. 18, no. 1, pp. 47–52, 2020. B. Maryan
- [7] Syarief, A., Fadliyanur, F., Fadilah, A., Ramadhasari, A. A., & Budianto, A. G. (2023). Pengaruh alkalisasi hybrid composite bulu itik (*Anas Plathycus borneo*) - serat purun tikus (*Eleocharis dulcis*) bermatrix polyester terhadap kekuatan tekan dan lentur. *TURBO: Jurnal Program Studi Teknik Mesin UM Metro*, 12(2), 354–362.
<https://doi.org/10.24127/trb.v12i2.2910>
- [8] Kumar, N., et al (2022). *Effective utilization of natural fibres (coir and jute) for sustainable low-volume rural road construction – A critical review. Construction and Building Materials*, 347, 128606.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128606>
- [9] ASTM International. (2020). *ASTM C1557-20: Standard test method for tensile strength and Young's modulus of fibers*. ASTM International.
<https://doi.org/10.1520/C1557-20>
- [10] Sutrisno. (2021). *Pengaruh perlakuan perendaman serabut kelapa pada air batu kapur terhadap daya rekat dengan matriks* [Disertasi doktor, Universitas Brawijaya]. Universitas Brawijaya Institutional Repository.
- [11] M..A. Alim et al., "Manufacturing and compatibilization of binary blends of superheated steam treated jute and poly (lactic acid) biocomposites by melt-blending technique," *Heliyon*, vol. 8, no. 8, p. e09923, 2022, doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e09923.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09923>
- [12] P. E. Lado, D. G. H. Adoe, and J. C. A. Pah, "Studi Pengaruh Perlakuan KOH Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Rami," *LONTAR J. Tek. Mesin Undana*, vol. 10, no. 01, pp. 56–61, 2023, doi: 100.35508/ljtmu.v10i01.11989.
<https://doi.org/10.35508/ljtmu.v10i01.11989>
- [13] Tanarko, H. I. (2018). *Pengaruh Perlakuan Larutan KOH terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Kulit Batang Maja dengan Epoxy* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- [14] Rokhim, M. A., & Irfai, M. A. (2021). *Pengaruh Arah Sudut Dan Lama Perendaman Serat Rami Pada Larutan Koh Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekuatan Bending Kopolit Dengan Matrik Epoxy*. *Jurnal Teknik Mesin*, 09(1), 135–144.
- [15] Krishnan, SG, Pua, FL, & Fan, Z. (2023). *Pengaruh Pra-Perlakuan Kimia terhadap Kinerja Katalitik Serat Tandan Kelapa Sawit yang Didukung Katalis Asam Magnetik. Sustainability*, 15 (11), 8637.
- [16] Afiana, S. Z., Hasanuddin, H., & Asri, A. (2023). *Penentuan Panjang Kritis Serat Alam Menggunakan Metode Pull-Out Fiber Test*. *Phi: Jurnal Pendidikan Fisika dan Terapan*, 9(2), 8-16.