

Pengaruh Perbandingan Fraksi Volume Serat Eceng Gondok Dan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kekuatan Tarik Bermatrik Resin Epoxy

T. Endramawan^{1*}, A. Sifa¹, F. Dionisius¹, Sukroni², and S. Prasetya¹

¹Perancangan Manufaktur, Politeknik Negeri Indramayu, Indramayu, Indonesia.

²Teknik Mesin, Politeknik Negeri Indramayu, Indramayu, Indonesia

ABSTRAK – Tujuan penggunaan serat alam sebagai penguat material komposit adalah diharapkan mampu menjadi material alternatif pengganti dari penggunaan serat fiberglass dan diharapkan mampu menaikkan kualitas dari serat eceng gondok dan serat sabut kelapa. Pada penelitian ini untuk menentukan nilai kekuatan tarik terbaik maka dilakukan beberapa percobaan menggunakan faktor penentu fraksi volume serat 20%, 25%, 30% dan faktor perendaman dengan larutan NaOH selama 4 dan 6 jam dengan menggunakan matrik berupa resin epoxy. Hasil pengujian menunjukkan bahwa variasi perendaman dengan media larutan alkali (NaOH) selama 6 jam dengan fraksi volume 30% diperoleh hasil kekuatan tarik yang paling baik dengan masing-masing variasi jenis serat, serat eceng gondok diperoleh hasil terbaik 23,32 MPa sedangkan serat sabut kelapa diperoleh hasil terbaik sebesar 22,10 MPa.

Kata kunci: Serat eceng gondok, serat sabut kelapa, kekuatan tarik, komposit.

ABSTRACT – The purpose of using natural fibers as reinforcement for composite materials is expected to be an alternative material to replace the used of fiberglass fibers and is expected to be able to increase the quality of water hyacinth fibers and coconut coir fibers. In this study, to determine the best tensile strength value, several experiments were carried out using the determine factor of the fiber volume fraction of 20%, 25%, 30% and the immersion factor with NaOH solution for 4 and 6 hours using a matrix in the form of epoxy resin. The test results showed that the variation of soaking in alkaline solution media (NaOH) for 6 hours with a volume fraction of 30% obtained the best tensile strength results with each type of fiber, water hyacinth fiber obtained the best results of 23.32 MPa while coco fiber the best result was 22.10 MPa.

Keyword: Water hyacinth fiber, coconut fiber, tensile strength, composite.

Dikirim: 21 Mei 2024; Direvisi: 12 Desember 2024; Diterima: 12 Desember 2024

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil komoditas serat alam terbesar. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil komoditas serat alam terbesar dan serat alam, besarnya penghasilan serat di Indonesia maka perlu pemanfaatan yang baik dan benar agar limbah serat yang dihasilkan dapat bermanfaat dan menghasilkan nilai mutu jual yang tinggi, industri serat juga sangat bermanfaat bagi suatu negara karena serat alam akan bermanfaat untuk dijadikan bahan baku lainnya dan akan mampu mengeksplor berbagai produk jenis serat ke berbagai belahan Negara lainnya.

Klasifikasi serat ada tiga yaitu serat alam, serat semisintetik, dan serat sintetik. Serat serabut kelapa, serat eceng gondok, serat nanas, serat pisang adalah serat-serat yang dikelompokkan ke dalam serat alam.

Pemanfaatan serat alam dapat digunakan dalam bidang industri maupun dunia otomotif. Dalam bidang teknologi material dan bahan, serat alam merupakan bahan penguat yang dapat menghasilkan bahan komposit yang ringan, kuat, ramah lingkungan serta ekonomis [1]. Jenis serat alam yang sering di gunakan seperti misalnya; sisal, flex, hemp, jute, rami, kelapa, serat-serat tersebut biasa digunakan sebagai bahan penguat untuk komposit polimer [2].

Dua jenis serat yang dapat digunakan sebagai penguat yaitu serat alam dan serat sintetis. Dalam beberapa tahun terakhir peminat serat alami meningkat dan lebih sering digunakan karena sifatnya yang berbeda dan spesifik, selain serat serabut kelapa terdapat serat eceng gondok. Serat eceng gondok merupakan bahan penguat komposit yang sangat potensial mengingat dari ketersediaan bahan baku serat alam yang cukup melimpah di Indonesia. Dalam penelitian Sifat Mekanik Serat Eceng Gondok sebagai Material Komposit Serat Alam yang Biodegradable komposit berpenguat serat alam eceng gondok dengan perlakuan pada larutan NaOH dan Etanol dengan variasi 10%, 20%, 30% dengan variasi waktu lama perendaman 2, 4, 6 jam. Hasil yang didapatkan yaitu pada variasi NaOH 20% dengan lama waktu perendaman 4 jam menghasilkan nilai uji tarik tertinggi sebesar 28,402 N/mm² sedangkan pada etanol dengan variasi 20% dan waktu perendaman selama 2 jam menghasilkan nilai kekuatan tarik sebesar 48,197 N/mm² [3].

Pemanfaatan eceng gondok sebagai bahan penambah pada produksi kertas dengan cara mencampurkan eceng gondok dan plug dengan perbandingan tertinggi diperoleh pada percampuran 40% pulp eceng gondok. Serat eceng gondok yang mengalami proses alkalisasi akan mengalami massa loss sebesar 50%, dengan begitu proses alkalisasi akan menghilangkan kandungan lignin didalam serat, dan proses pengeringan pun berdasarkan suhu ruangan. Arah serat sangat berpengaruh dari nilai kekuatan material komposit, karena peletakan serat akan membantu memperkuat komposit pada saat material tersebut mengalami perlakuan tarik, ada beberapa faktor peletakan arah serat yaitu one dimensional reinforcement yang mempunyai arah kekuatan dan modulus maksimum pada arah axis serat, two dimensional reinforcement mempunyai kekuatan dua arah atau masing-masing yang berbeda arah orientasi serat, three dimensional reinforcement mempunyai nilai isotropik yang lebih tinggi [4].

Klasifikasi matriks komposit yaitu MMC (Metal Matriks Composite) CMC (Ceramic Matriks Composite) dalam metode ini menggunakan ceramic sebagai matriks perekatnya, dan yang terakhir adalah PMC (Polymer Matriks Composite) [5]. Pemilihan serat alam sebagai material bahan pengisi dari matriks komposit adalah karena serat alam mudah di temukan, densitas nya yang rendah, dan mudah di daur ulang serta biodegradable, dan murah dari segi ekonomis. Faktor pembuatan serat adalah panjang serat, nilai kekuatan dari serat komposit sebagai penguat adalah panjang pendeknya serat alam yang digunakan dalam pengujian, serat pendek jauh lebih baik dibandingkan serat panjang. Tipe serat komposit perlu diperhatikan dalam pembuatan dan peletakan arah serat pada pembuatan komposit yaitu dengan memperhatikan tipe serat komposit yang digunakan karena memperoleh kekuatan komposit yang maksimal maka disesuaikan dengan penyusunan serat dengan kebutuhannya. Continuous Fiber Composite jenis tipe serat ini adalah mempunyai susunan serat yang panjang serta tersusun sejajar lurus, jenis tipe serat ini sering di gunakan, Woven Fiber Composite jenis tipe serat ini adalah susunan serat yang paling saling tegak lurus antar serat namun memiliki kelemahan dalam jenis ini yaitu mengakibatkan kekakuan dan kekuatan dari material komposit itu akan melemah, Discontinuous Fiber Composite jenis tipe serat ini dalam penyusunan serat dibentuk dengan potongan pendek dan acak.

Pembuatan lambung dan badan kapal dengan penguat serat eceng gondok dan HDPE dengan variasi fraksi volume dan kadar air dengan variasi serat 55%, 65%, dan 75% sedangkan variasi pada kadar air nya adalah 5%, 8%, 10%. Ukuran standar yang digunakan ASTM D-638 dan ASTM D-790. Pada variasi fraksi volume terbesar pada variasi serat 75% dan resin 25% lalu kadar air 10% dengan nilai kekuatan tarik 35,8 Mpa [6]. Material komposit lebih baik dari material logam dari segi mekanik, metode delignifikasi digunakan dalam penelitian ini bertujuan untuk menghilangkan lignin dari serat-serat selulosa, dengan jumlah serat 15% dengan perlakuan variasi delignifikasi menggunakan larutan alkali NaOH 0% sampai dengan 5% selama 2 jam. Dengan perlakuan delignifikasi massa jenis dari serat turun sekitar 50%. Hasil terbaik dari pengujian tersebut pada variasi 15% serat dan 85% resin dengan perlakuan delignifikasi larutan NaOH selama 2 jam perendaman [7].

Indonesia pohon kelapa mampu memproduksi pertahunnya mencapai 18 juta ton namun yang bisa di manfaatkan hanya sekitar 3% [8]. Pemanfaatan Limbah Serat Sabut Kelapa sebagai Bahan Pembuat Helm Pengendara Kendaraan Roda Dua”, pengujian mengacu pada standar ASTM D 638 dengan panjang spesimen 50 mm dan variasi volume serat masing-masing 27%, 30%, 36%, 42%, dan 60%. Hasil pengujian membuktikan setiap penambahan fraksi volume serat meningkatkan hasil kekuatan tarik, nilai tegangan tarik paling optimum adalah fraksi volume 60% serat sabut kelapa dengan resin polyester 40% yaitu sebesar 14,7 MPa [9]. Filamen kecil dari bahan alami atau sintetis yang memiliki aspek rasio minimum 100 kali dan memiliki sifat fleksibel dan kuat [10].

Pengaruh persentase serat sabut kelapa dan resin polyester terhadap sifat fisik dan mekanik papan beton ringan” yang ditulis oleh (Jatmika and Mahyudin 2017) meneliti tentang perubahan papan beton ringan dengan gabungan serat sabut kelapa sebagai filler (pengisi) dengan campuran resin polyester, serat sabut kelapa memiliki nilai kuat tarik sebesar 1784,5 kg/cm² dan memiliki nilai keuletan (elongation) yang paling tinggi dari serat alam yang lain, dengan penjelasan tersebut serat alam sangat cocok untuk dijadikan sebagai filler pengisi material komposit berbahan serat alam [11].

Kajian Kekuatan Kejut Biokomposit Serat Serabut Kelapa sebagai Bahan yang Ramah Lingkungan” tujuan peneliti adalah menganalisa pengaruh fraksi berat serat serabut kelapa dengan variasi 5%, 15%, 25%, 35% dan 45% terhadap kekuatan kejut biokomposit serta menganalisa serta melihat hasil patahan dari penelitian tersebut. Dalam penelitian ini menggunakan unsaturated polyester tipe 157 BQTN sebagai matriks penguat, serat akan mengalami proses perlakuan alkali NaOH dengan H₂O [12]. Kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada spesimen komposit dengan kombinasi faktor perlakuan alkali selama 2 jam, panjang serat 10 mm dan fraksi volume serat 35% dan hasil kekuatan tarik tersebut telah memenuhi standar minimal kekuatan tarik papan serat kerapatan tinggi (hardboard) menurut ANSI A135.4 2004. [13]

Serat sabut kelapa dengan arah serat lurus dan menggunakan perlakuan alkali (NaOH) dengan waktu perendaman selama 2 jam, pengujian mengacu pada standar uji ASTM D 6110 dan menggunakan matriks berjenis Polyester BQTN 157. Serat serabut kelapa dan resin dengan perbandingan antara serat 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60 dan 70 sedangkan resin adalah 100, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30. Ini menghasilkan bahwa perlakuan alkali yang sama namun berbeda dengan volume yang berbeda maka akan menghasilkan nilai kekuatan tarik yang berbeda, dari semua variasi fraksi volume serat yang di uji dengan komposisi serat 70% dan resin 30% menghasilkan nilai modulus elastis bending sebesar 4893.410928 MPa [14].

Berdasarkan hal diatas, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji kekuatan tarik komposit dengan berpenguat serat eceng gondok dan serat sabut kelapa dengan menggunakan matriks resin epoxy dengan menggunakan variasi fraksi volume serat 20%, 25%, 30% dan faktor perendaman dengan larutan NaOH selama 4 dan 6 jam.

TEORI SIMULASI

Serat eceng gondok memiliki massa jenis sebesar 0,25 g/cm³ sedangkan pada serat sabut kelapa memiliki massa jenis yang lebih besar yaitu 1,25 g/cm³. untuk mencari densitas serat komposit:

$$\rho_c = \rho_m \cdot v_m + \rho_p \cdot v_p$$

Fraksi volume adalah salah satu variable penentu dalam pengerjaan ini, untuk mengetahui volume serat alam dan resin setiap fraksi yang diperlukan dibutuhkan sebuah perhitungan. Dalam penelitian menggunakan rumus untuk mencari masing-masing fraksi volume dari serat dan resin yang dibutuhkan sebagai berikut [15]:

Mencari volume serat:

$$V_s = V_c \times FV_s \quad (2.1)$$

Keterangan :

V_s = Volume serat (cm^3)

V_c = Volume cetakan (cm^3)

FV_s = Fraksi Volume serat

Mencari Massa serat yang dibutuhkan:

$$M_s = V_s \times \rho_s \quad (2.2)$$

Keterangan :

M_s = Massa serat (gram)

V_s = Volume serat (cm^3)

ρ_s = Massa Jenis serat (gr/cm^3)

Mencari Volume matriks:

$$V_m = V_c \times FV_m \quad (2.3)$$

Keterangan :

V_m = Volume matriks (cm^3)

V_c = Volume cetakan (cm^3)

FV_m = Fraksi Volume cetakan

Mencari perbandingan volume resin dengan hardener 2:1

$$V_r = \frac{2}{3} \times V_m \quad (2.4)$$

Keterangan :

V_r = Volume resin (gram)

V_m = Volume matriks (cm^3)

$$V_h = \frac{1}{3} \times V_m \quad (2.5)$$

Keterangan :

V_h = Volume hardener (gram)

V_m = Volume matriks (cm^3)

Pengujian yang dilakukan adalah uji tarik untuk menentukan nilai hasil dari kekuatan tarik sebuah material diperlukan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (2.6)$$

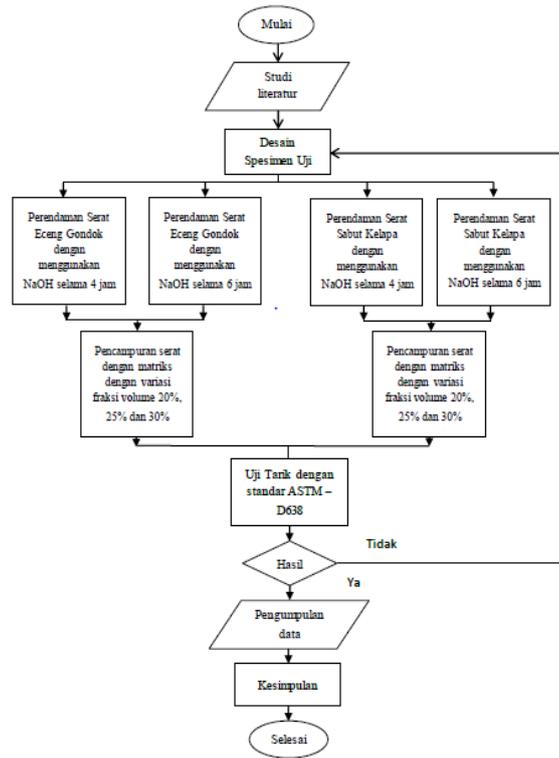
Keterangan :

σ = Tegangan (Mpa) atau (N/mm^2)

P = Beban (N)

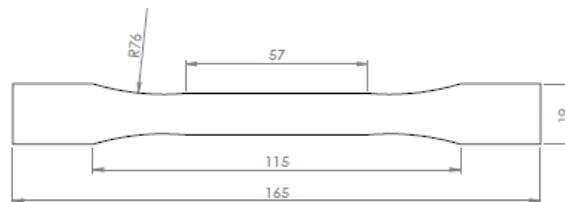
A = Luas penampang (mm^2)

METODE



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Untuk pengujian tarik menggunakan mesin uji tarik tipe UTC 220. Pembuatan spesimen uji sesuai dengan standar ASTM – D638 dengan spesifikasi ukuran panjang uji benda 165 mm, lebar 13 mm dan tebal 3 mm peletakan grip mesin uji tarik sepanjang 25 mm. Berikut ukuran spesimen uji tarik:



Gambar 2. Ukuran spesimen uji tarik

Proses Pembuatan Spesimen Uji

- Menyiapkan serat eceng gondok dan serat sabut kelapa dengan variasi fraksi volume serat 20%, 25%, 30% yang telah dilakukan perendaman dengan NaOH konsentrasi 10% selama 4 jam dan 6 jam.
- Setelah semua siap susun terlebih dahulu serat yang akan diletakan di ke dalam cetakan gunanya adalah mempermudah saat resin di oleskan ke dasar cetakan
- Setelah semua siap oleskan mold realease ke cetakan kaca menggunakan kuas, bertujuan agar memudahkan material komposit di lepaskan dari cetakan
- Lalu siapkan resin epoxy dengan harderner dengan perbandingan antara resin dengan harderner 2:1
- Setelah semua siap tuangkan resin untuk menjadi dasar benda uji lalu letakan serat secar merata dengan searah
- Ratakan serat lalu tambahkan kembali resin hingga merata
- Lalu diamkan selama sehari sampai spesimen uji mengeras

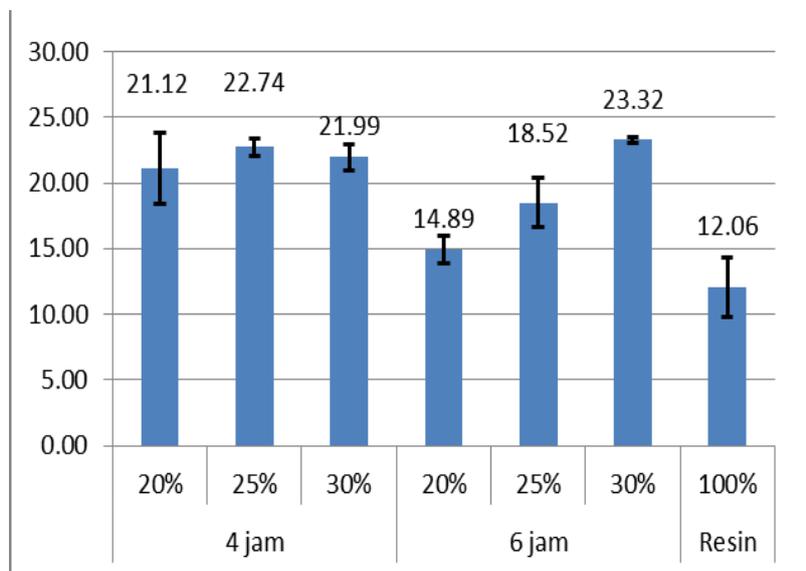
Parameter variasi dari spesimen uji pada penelitian seperti pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Variasi parameter spesimen uji

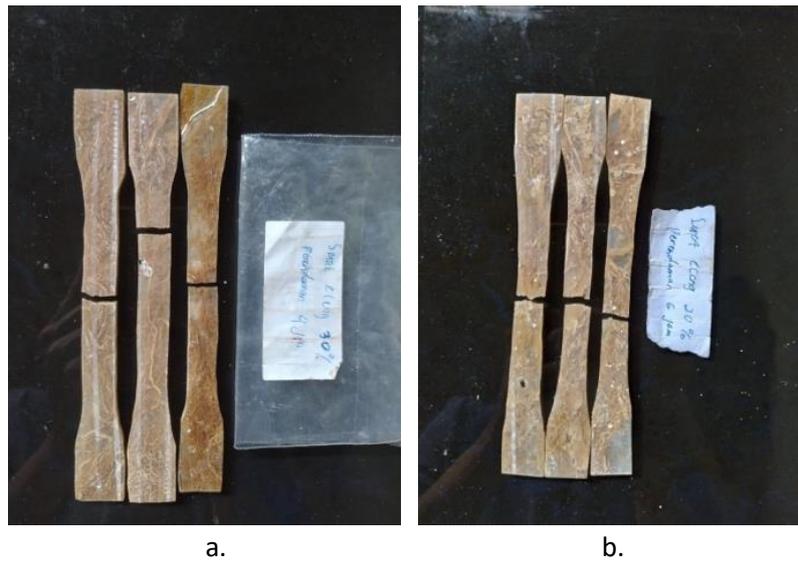
Spesimen	Waktu perendaman (jam)	Serat (%)	Resin (%)
Eceng Gondok	4	20	80
		25	75
		30	70
Eceng Gondok	6	20	80
		25	75
		30	70
Sabut Kelapa	4	20	80
		25	75
		30	70
Sabut Kelapa	6	20	80
		25	75
		30	70

HASIL EKSPERIMEN

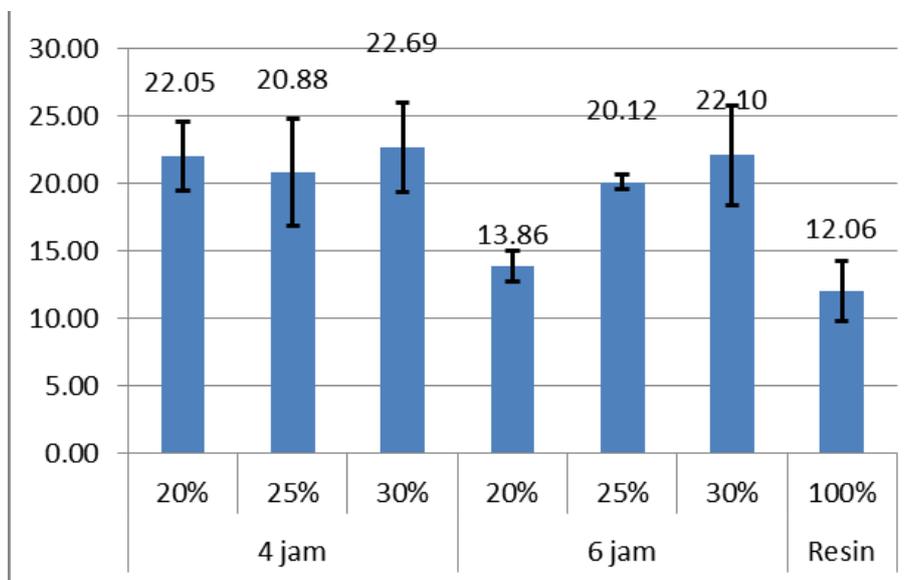
Berdasarkan gambar 3, hasil yang didapat pada pengujian serat eceng gondok didapatkan hasil yang maksimal pada perendaman 6 jam tertinggi 23,32 MPa pada fraksi volume 30%, standar devisiasi yang diperoleh pun sangat kecil menunjukkan setiap spesimen yang di uji jarak hasil nilai uji tarik tidak jauh, sedangkan hasil yang terendah pada fraksi 20% perendaman 6 jam diperoleh hasil terendah 14,89 MPa (Gambar 4). Proses perendaman menggunakan NaOH akan membuat serat menjadi lebih murni [7]. Adanya proses perlakuan NaOH untuk merendam serat alam digunakan untuk membersihkan kotoran pada permukaan serat alam akan menyebabkan berkurangnya lignin atau kotoran [16].



Gambar 3. Hasil uji tarik eceng gondok



Gambar 4 a. Hasil patahan EG 30% 6 jam; b.hasil patahan EG 20% 4 Jam



Gambar 5. Hasil uji tarik sabut kelapa

Berdasarkan Gambar 5. diperoleh hasil terbaik pada perendaman 4 jam dengan nilai tertinggi sebesar 22,69 Mpa pada fraksi 30%. Sedangkan variasi terkecil pada fraksi volume 20% dengan lamanya waktu perendaman 6 jam diperoleh hasil 13,86 Mpa (Gambar 6). Faktor konsentrasi alkali NaOH dan perlakuan perendaman akan sangat menentukan kekuatan tarik dari sabuk kelapa, proses perendaman akan memberikan lignin dan akan meningkatkan daya ikat antara serat dan matriks sehingga akan meningkatkan kuat tariknya [17].



Gambar 6. a. Hasil patahan SSB 30% 4 Jam; b. Hasil patahan SSB 20% 6 Jam

KESIMPULAN

Dari hasil percobaan yang dilakukan pada material komposit berbahan dasar serat eceng gondok dan serat sabut kelapa diperoleh hasil kesimpulan yaitu proses perendaman menggunakan NaOH akan membuat serat menjadi lebih murni dan akan membersihkan kotoran pada permukaan serat alam akan menyebabkan berkurangnya lignin atau kotoran dan akan meningkatkan daya ikat antara serat dan matriks sehingga akan meningkatkan kuat tariknya. Serat eceng gondok mempunyai kekuatan tarik yang lebih baik dibandingkan dengan serat sabut kelapa dengan parameter terbaik pada fraksi volume 30% dengan waktu perendaman dengan larutan alkali selama 6 jam dengan kekuatan tarik sebesar 23,32 MPa.

UCAPAN TERIMA KASIH (JIKA ADA)

Ucapan terimakasih kami haturkan kepada Politeknik Negeri Indramayu melalui Pusat Penelitian dan pengabdian pada masyarakat yang telah memberikan bantuan pendanaan dana hibah penelitian internal tahun anggaran 2023 dengan nomor kontrak 0866/PL42.11/AL.04/2023.

REFERENSI

- [1] Maryanti, dkk "Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik. *Rekayasa Mesin*, 2(2), 123–129., vol. 2, no. 2, pp. 123-129, 2011.
- [2] Yan Kondo, dkk, "*Efek Perendaman Alkali Terhadap Kandungan Lignoselulosa Serat Sabut Kelapa*," Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M) , pp. 40-44, 2018.
- [3] Sri Hastuti, Catur Pramono, Yafi Akhmad, "*Sifat Mekanis Serat Enceng Gondok Sebagai Material Komposit Serat Alam Yang Biodegradable*," *Journal of Mechanical Engineering*, Vol. 2, No. 1, Maret 2018, vol. 2, no. 1, pp. 22-28, 2018.
- [4] Ayunda, V., Humaidi, S., & Barus, D. A., "*Paper Making and Characterization from pineapple leaves and water hyacinth*," vol. 1, pp. 1-6, 2011.
- [5] Burhanuddin, *Teknologi Dan Rekayasa Material Polimer Komposit*, Samata-Gowa: Prodi Teknik Arsitektur UIN Alauddin, 2015.
- [6] Khotimah, Fia Khusnul, "Analisis Serat Eceng Gondok dan HDPE (High Density Polyethylene) Sebagai Material Alternatif Pada Lambung Kapal," Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya , Surabaya, 2018.
- [7] Daffa, M., Tausa, A. R., Sidi, P., & Primaningtyas, W. E. (n.d.). *Pengaruh Variasi Perlakuan Alkali terhadap Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Eceng Gondok*. 2654, 254–258., "Pengaruh Variasi Perlakuan Alkali terhadap Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Eceng Gondok," in *Proceeding 5th Conference on Design and Manufacture Engineering and its Application*, Surabaya, 2023.
- [8] Marcel Bondra, Andreas Pandu Setiawan, Poppy Firtatwentyna Nilasari, "*Penelitian Serabut Kelapa Sebagai Material Lantai Ecofriendly dan Biodegradable*," *JURNAL INTRA* , vol. 6, no. 2, pp. 431-436, 2018
- [9] Muh Amin, Samsudi, "*Pemanfaatan Limbah Serat Sabut Kelapa Sebagai Bahan Pembuat Helm Pengendara Kendaraan Roda Dua*," in *Prosiding Seminar Unimus*, Semarang, 2010.
- [10] Ono Suparno, "*Potensi Dan Masa Depan Serat Alam Indonesia Sebagai Bahan Baku Aneka Industri*," *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, vol. 30, no. 2, pp. 221-227, 2020.
- [11] Lara Putri Jatmika, Alimin Mahyudin, "*Pengaruh Persentase Serat Sabut Kelapa dan Resin Polyester Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Papan Beton Ringan*," *Jurnal Fisika Unand* Vol. 6, No. 4, Oktober 2017, vol. 6, no. 4, pp. 387-393, 2017.
- [12] Nawanji Prasetyo, Ari kristanto, Wibowo dan Wijoyo, "*Kajian Kekuatan Kejut Biokomposit Serat Serabut Kelapa Sebagai Bahan Yang Ramah Lingkungan*," *Teknik Mesin*, Fakultas Teknologi Industri Universitas Surakarta, Surakarta, 2013.
- [13] Yudha Yoga Pratama, R. Hari Setyanto, dan Ilham Priadythama, "*Pengaruh Perlakuan Alkali,Fraksi Volume Serat,Dan Panjang Seratterhadap Kekuatan Tarik Komposit Seratsabut Kelapa-Polyester*," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, pp. 8-15, 2014.
- [14] Lumintang, Jonathan Oroh Frans P Sappu Romels Cresano, "*Analisis Sifat Mekanik Material Komposit Dari Serat Sabut Kelapa*," *Jurnal Poros Teknik Mesin Unsrat*, vol. 1, no. 1, pp. 1-10, 2013.
- [15] Rizkialah, "*Analisa Perlakuan Akali (NaOH) Dan Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Daun Nanas Bermatrks Resin Epoxy*," pp. 7-8, 2021.
- [16] Erika Lastri, "*Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Sifat Mekanik Pada Komposit Berpenguat Serat Alam : Penelitian Kepustakaan*," Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten, 2023.
- [17] Muh. Sholekan, "*Pengaruh Konsentrasi Alkali dan Waktu Perendaman Terhadap Kuat Geser Rekatan pada Antarmuka Serat Serabut Kelapa-Epoksi*," Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta, 2015.