



Pengaruh Kosentrasi Natrium Hidroksida Terhadap Ketangguhan Komposit Polyester Berpenguat Serat Serabut Kelapa

Effect of Sodium Hydroxide Cosentration on The Toughness of Polyester Composites Reinforced with Coconut Fiber

Hasyim Ardiyansyah¹, Hisyam Ma'mun¹, Muhammad Safi'i¹, Althesa Androva¹, Muhammad Budi Haryono^{1*}

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang, Semarang, Indonesia

*Corresponding author

E-mail: muhammadbudiharyono@upgris.ac.id

INFO ARTIKEL

Kata kunci:
Komposit;
Kosentrasi NaOH;
Polyester;
Serat Serabut Kelapa;
Waktu Perendaman
Keywords:
Coconut Fiber;
Composites;
Immersion Duration;
NaOH Cosentration;
Polyester

ABSTRAK

Pemanfaatan serat alam seperti serat serabut kelapa sebagai penguat komposit semakin berkembang karena ramah lingkungan dan ketersediannya yang melimpah di lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk meneliti pengaruh kosentrasi dan waktu perendaman larutan natrium hidroksida (NaOH) terhadap ketangguhan komposit polimer berpenguat serat serabut kelapa. Komposit dibuat dengan metode hand lay-up, menggunakan rasio 30% serat serabut kelapa dan 70% matriks polyester. Sebelum pembuatan komposit, serat serabut kelapa mengalami perlakuan meliputi perendaman NaOH 5% atau 10% dengan waktu perendaman selama 4 jam. Pengujian yang dilakukan untuk mengidentifikasi pengaruh perendaman adalah pengujian densitas, pengujian ketangguhan dan foto makro dari patahan. Hasil penelitian menunjukkan kosentrasi NaOH berpengaruh terhadap densitas dan ketangguhan impak dari komposit. Densitas dan ketangguhan impak tertinggi diperoleh dengan perendaman menggunakan NaOH dengan kadar 10% selama 4 jam yaitu $52 \pm 22.6 \text{ g/cm}^3$ untuk densitas dan ketangguhan sebesar 0.708 J/cm^2 . Temuan ini menekankan bahwa peningkatan kosentrasi perlakuan NaOH dapat mengoptimalkan ketangguhan komposit polyester berpenguat serat sarabut kelapa.

ABSTRACT

The use of natural fibers such as coconut fiber as composite reinforcement is increasingly growing due to its environmental friendliness and abundant availability in the environment. This study aims to examine the effect of concentration and immersion time of sodium hydroxide (NaOH) solution on the toughness of polymer composites reinforced with coconut fiber. The composite was made by hand lay-up method, using a ratio of 30% coconut fiber and 70% polyester matrix. Before making the composite, the coconut fiber underwent treatment including immersion in 5% or 10% NaOH with a soaking time of 4 hours. Tests carried out to identify the effect of immersion were density testing, toughness testing and macro photography of fractures. The results showed that the concentration of NaOH affected the density and impact of the toughness of the composite. The highest density and impact toughness were obtained by immersion using 10% NaOH for 4 hours, namely $52 \pm 22.6 \text{ g/cm}^3$ for a density and toughness of 0.708 J/cm^2 . This finding emphasizes that increasing the concentration of NaOH treatment can optimize the toughness of coconut fiber reinforced polyester composites.

1. Pendahuluan

Dalam beberapa tahun terakhir, pemanfaatan serat alam sebagai penguat komposit mengalami perkembangan yang sangat pesat. Salah satunya adalah serat sabut kelapa. Potensi sabut kelapa yang cukup besar belum dimanfaatkan secara optimal untuk kegiatan produksi bernilai tambah ekonomis. Tanpa pemanfaatan yang maksimal, sabut kelapa cenderung hanya menjadi limbah dan

doi

ISSN xxxxxxxx (online), xxxx (print)/© 2026.

Tire is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

berpotensi menimbulkan permasalahan lingkungan [1]. Indonesia merupakan negara agraris di mana sebagian besar penduduknya menggantungkan hidup pada sektor pertanian, yang didukung oleh sumber daya alam melimpah seperti sabut kelapa [2].

Material komposit umumnya terdiri dari dua jenis penyusun, yaitu matriks yang berfungsi sebagai pengikat dan serat—baik alami maupun sintetis—yang berperan sebagai penguat untuk meningkatkan ketangguhan impact komposit. Serat alami telah lama digunakan dalam pembuatan komposit bermatriks polimer karena memiliki biaya rendah, mudah diperoleh, ringan, dan memiliki kekuatan yang baik. Beberapa serat alami yang umum digunakan sebagai bahan penguat dalam komposit antara lain flax, hemp, jute, roselle, abaca, serta serat daun nanas, dan masih banyak lagi yang lazim digunakan dalam manufaktur komposit [2,3].

Sabut kelapa, atau coir, membentuk lapisan terluar buah kelapa. Ketebalannya biasanya berkisar 5-6 cm, terdiri dari lapisan luar (exocarpium) dan lapisan dalam (endocarpium). Endocarpium mengandung serat halus yang digunakan untuk membuat tali, karpet, sikat, keset, isolator panas dan suara, filter, bantalan jok kursi/mobil, serta panel hardboard. Satu butir kelapa menghasilkan sekitar 0,4 kg sabut, yang mengandung sekitar 30% serat [5].

Karena serat alam memiliki sifat *hydrophilic* (sukaterhadap air) sulit berikatan dengan matriks yang bersifat hidropobik (tidak sukaair). Permukaan serat sabut kelapa yang mengandung banyak kotoran akan mempengaruhi proses perikatannya dengan matriks. Perlakuan permukaan serat dapat dilakukan dengan cara kimiawi, fisis, atau mikrobiologis. Salah satu cara yang banyak dilakukan untuk menghilangkan kotoran-kotoran pada permukaan serat ialah proses perlakuan kimia. Senyawa kimia yang banyak digunakan yaitu natrium hidroksida (NaOH atau alkali). Perlakuan dengan alkali bisa dilakukan untuk variasi lama perendaman, atau persentase konsentrasi alkali [6].

Pada penelitian sebelumnya mengkaji pengaruh alkalisasi NaOH 5% dan 10% pada serat sabut kelapa terhadap sifat mekanis komposit polyester. Komposit dibuat dengan metode hand lay-up (30% serat, 70% resin) dan diuji tarik serta impact. Hasil menunjukkan bahwa alkalisasi 5% menghasilkan kekuatan tarik tertinggi (17,47 MPa), sedangkan alkalisasi 10% memberikan regangan dan ketangguhan impact tertinggi [7].

Pada penelitian Rahman tahun 2011 tentang variasi waktu perendaman, hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama perendaman serat aren dalam larutan NaOH 5% cenderung menurunkan kekuatan impact. Nilai energi terserap dan kekuatan impact tertinggi diperoleh pada serat tanpa perlakuan alkali (10,15 J dan 0,321 J/mm²). Meskipun energi terserap pada beberapa variasi waktu (4 jam > 2 jam dan 8 jam > 6 jam) meningkat, kekuatan impactnya tetap menurun. Hal ini disebabkan oleh kerusakan serat akibat proses mekanik dan perlakuan alkali berlebih yang membuat serat rapuh. Selain itu, distribusi serat yang tidak merata serta karakteristik patahan tunggal (getas) juga menyebabkan rendahnya kekuatan impact, meskipun perlakuan alkali meningkatkan daya lekat antara serat dan matriks [8].

Pada tahun 2020, serat sabut kelapa digunakan sebagai penguat pada resin epoksi dengan variasi kandungan serat antara 0% hingga 11%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik meningkat dari 34,74 MPa menjadi 44,1 MPa dengan penambahan serat hingga 5%, namun menurun menjadi 42,7 MPa ketika kandungan serat ditingkatkan hingga 10% [9]. Selanjutnya, pada tahun 2024, serat sabut kelapa digunakan sebagai penguat pada komposit bermatriks polyester. Komposit yang dihasilkan menunjukkan ketangguhan impact rata-rata berkisar antara 1,11 kJ/m² hingga 2,44 kJ/m² dengan kandungan serat antara 5% hingga 15% [10]. Haryono dkk., pada tahun 2025 meneliti pengaruh rasio serat serabut kelapa terhadap kekuatan impact dari komposit bermatriks epoxy. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat sabut kelapa (0–50%) pada komposit epoxy menurunkan massa material, tetapi meningkatkan ketangguhan impact. Massa berkurang dari sekitar 11,0 g menjadi 9,3 g, sedangkan ketangguhan impact meningkat dari 0,027 J/mm² menjadi 0,075 J/mm². Peningkatan ini dipengaruhi oleh distribusi serat yang semakin merata, meskipun masih ditemukan cacat seperti void dan fenomena fiber pull-out pada permukaan patahan [11].

Serat sabut kelapa alami merupakan material ramah lingkungan yang terbukti efektif sebagai penguat dalam matriks polimer, sekaligus dapat menurunkan densitas material dan biaya produksi. Serat ini memiliki berbagai keunggulan, seperti biaya produksi rendah, kandungan lignin tinggi, densitas rendah, ketersediaan melimpah, regangan putus yang baik, serta elastisitas yang rendah. Dengan karakteristik tersebut, serat sabut kelapa banyak dimanfaatkan di sektor konstruksi karena mampu meningkatkan keberlanjutan material dan mengurangi limbah konstruksi [12].

Berdasarkan literature diatas, serat serabut kelapa memiliki potensi yang besar dalam meningkatkan ketangguhan komposit bermatriks polimer. Penelitian ini berfokus pada perbedaan kadar NaOH dan waktu perendaman serat serabut kelapa yang bertujuan meningkatkan kekuatan impact dari komposit polyester berpenguat serat serabut kelapa.

2. Metode Penelitian

2.1. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi serat serabut pisang dengan panjang 12.7 cm dan ketebalan 0.2 mm, natrium hidroksida (NaOH) dengan kadar 5% dan 10%, resin polyester dan katalis.

2.2. Metode

Langkah pertama dalam melakukan penelitian ini adalah menyiapkan serat serabut kelapa yang sudah dipotong dengan Panjang 12.7 cm lalu dibilas dengan air dan dikeringkan dibawah matahari. Selanjutnya serat tersebut direndam menggunakan NaOH 5% atau 10% selama 4 jam. Setelah itu serat dikeringkan selama 48 jam. Proses selanjutnya adalah pembuatan komposit, pembuatan komposit sendiri hanya menggunakan satu rasio yaitu 70% berbdaning 30% Dimana 70% adalah rasin polyester dan 30% adalah serat serabut kelapa. Proses pertama adalah mencampur resin polyester dengan katalis pada air hangat secara manual, selanjutnya cairan tersebut dituang ke dalam cetakan impak (ASTM 6110) hingga 1/3 cetakan, lalu ditambahkan serat serabut kelapa yang disusun satu arah dalam cetakan dan diakhiri dengan penuangan sisa cairan campuran resin polyester dan katalis. Sampel dikeringkan selama 24 jam hingga kering.

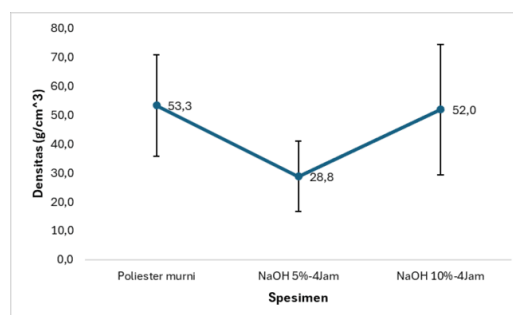
2.3. Pengujian

Peengujian yang dilakukan adalah pengujian impak dengan metode *Charpy*, pengujian dilakukan sebanyak 3 kali pervariable dan dirata-rata. Selanjutnya hasil patahan diinvestigasi menggunakan alat uji foto makro *Drive Forge G1000*. Pengujian densitas dilakukan menggunakan timbangan digital SF 400 dan sampel yang digunakan berukuran 1 cm * 1 cm * 1cm. Adapun rumus yang digunakan dalam menghitung densitas komposit adalah:

$$\rho_{benda} = \frac{massa_{udara}}{massa_{udara} - massa_{air}} \quad (1)$$

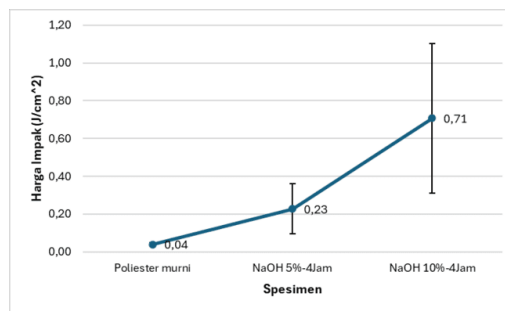
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian densitas menunjukkan bahwa resin poliester memiliki densitas tertinggi $53.3 \pm 17.6 \text{ g/cm}^3$ dan terendah terdapat pada komposit polimer dengan waktu perendaman serat serabut kelapa selama 2 jam ($28.8 \pm 12.2 \text{ g/cm}^3$). Densitas komposit meningkat dengan meningkatnya waktu perendaman, densitas meningkat menjadi $52 \pm 22.6 \text{ g/cm}^3$ atau mendekati densitas dari resin poliester murni. Gambar 1 menunjukkan hasil pengujian densitas. Peningkatan kadar NaOH umumnya membuat permukaan serat lebih kasar dan memperbaiki adhesi antara serat dan matriks pada komposit [13].

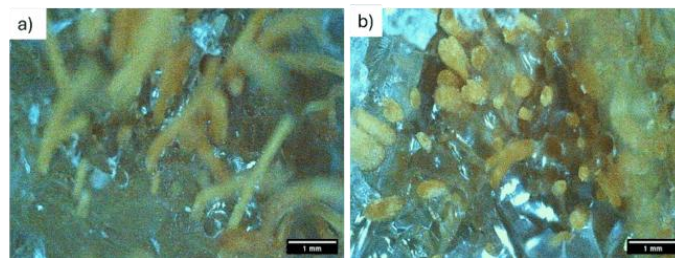


Gambar 1. Pengaruh kadar NaOH terhadap densitas komposit.

Gambar 2 menunjukkan terjadi peningkatan ketangguhan dari komposit disebabkan oleh peningkatan kadar NaOH. Ketangguhan meningkat dari $0.23 \pm 0.13 \text{ J/cm}^2$ menjadi $0.71 \pm 0.4 \text{ J/cm}^2$. Ketangguhan komposit melebihi ketangguhan polyester murni yaitu $0.04 \pm 0.01 \text{ J/cm}^2$. Perlakuan alkali pada serat alam sangat perlu dilakukan dikarenakan dapat mengurangi kecenderungan penyerapan kelembaban oleh serat sehingga dapat memberikan ikatan antara serat dan matrik yang lebih baik dan meningkatkan sifat mekanis komposit [14].



Gambar 2. Pengaruh kadar NaOH terhadap ketangguhan komposit.



Gambar 3. Foto makro pada patahan impact komposit.

Gambar 3 menunjukkan foto makro dari patahan komposit. Serat serabut kelapa terlihat lebih Panjang pada patahan sampel perendaman 5% NaoH dibandingkan dengan kadar NaOH 10%. Hal ini dimungkinkan karena ikatan yang baik antara serat dan matriks yang menyebabkan distribusi yang lebih merata pada matriks dan penguat. Perlakuan NaOH dapat membuat permukaan serat lebih kasar dan meningkatkan adhesi dengan resin seperti polyester [15].

4. Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini adalah peningkatan kadar NaOH dari 5% ke 10% selama 4 jam dapat meningkatkan densitas dari komposit tersebut. Densitas meningkat dari $28.8 \pm 12.2 \text{ g/cm}^3$ ke $52 \pm 22.6 \text{ g/cm}^3$ dan ketangguhan dari komposit polyester berpenguat serat serabut kelapa meningkat dari $0.23 \pm 0.13 \text{ J/cm}^2$ menjadi $0.71 \pm 0.4 \text{ J/cm}^2$.

Referensi

- [1] I. M. Astika, I. P. Lokantara, dan I. M. G. Karohika, "Sifat Mekanis Komposit Polyester dengan Penguat Serat Sabut Kelapa," *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 6, no. 2, 2013.
- [2] D. Wijaya dan S. Hidayat, "Pengaruh Fraksi Volume Serat Pada Komposit Hibrid Serat Tebu Dan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kekuatan Tarik," in *Prosiding The 13th Industrial Research Workshop dan National Seminar Bandung*, 2022, vol. 13, pp. 78–83.
- [3] N. F. Purnama, I. K. Suarsana, dan N. Santhiarsa, "Pengaruh Campuran Matriks Epoxy-Polyester Pada Komposit Berpenguat Serat Daun Prasok Terhadap Kekuatan Bending Dan Morfologi," *J. Ilm. Tek. DESAIN Mek.*, vol. 14, no. 4, pp. 322–326, 2025.
- [4] A. Wiranto dan Suhardiman, "Analisa Kekuatan Komposit Polimer Dengan Penguat Serat Daun Nanas Ahmad," *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 4, no. 1, pp. 47–55, 2021.
- [5] B. Maryanti, K. Arifin, dan A. N. P. Saputro, "Karakteristik Kekuatan Impak Komposit Serabut Kelapa Dengan Variasi Panjang Serat," in *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri*, 2019, pp. 342–346.
- [6] Y. Kondo dan M. Arsyad, "Analisis Kadanungan Lignin , Sellulosa , dan Hemisellulosa," *INTEK J. Penelit.*, vol. 5, no. 2, pp. 94–97, 2018.
- [7] K. Pramudya, B. D. Cahyo, B. Junipitoyo, dan P. P. Surabaya, "Uji Tarik Dan Uji Impak Pada Serat Komposit Sabut Kelapa Tanpa Pengaruh Alkalisasi Dan Perlakuan Alkalisasi 5% Dan 10%," in *Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan (SNITP)*, 2022, pp. 1–8.
- [8] M. B. N. Rahman, B. Riyanta, dan K. Diharjo, "Pengaruh Fraksi Volume Serat dan Lama Perendaman Alkali terhadap Kekuatan Impak Komposit Serat Aren-Polyester," *J. Ilm. SEMESTA Tek.*, vol. 14, no. 1, pp. 26–32, 2011.
- [9] D. Saragih, M. Y. R. Siahaan, dan R. A. Siregar, "Analisis Kekuatan Mekanik Material Komposit Berserat Sabut Kelapa yang Berpeluang Diaplikasikan pada Pembuatan Spakbor Sepeda Motor Analysis of Mechanical Strength Coconut Fiber Fibrous Composite Material," *J. Agroteknologi dan Ilmu Pertan.*, vol. 6, no. 1, pp. 27–33, 2021, doi: 10.31289/agr.v6i1.6212.
- [10] T. Putra, W. Hidayat, R. D. Anjani, dan D. T. Santoso, "Analisis Sifat Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa dengan Perlakuan Alkalisasi Etanol dan Filler Arang Tempurung Kelapa," *J. Serambi Eng.*, vol. IX, no. 1, pp. 7880–7889, 2024.

- [11] M. B. Haryono, H. Ma, J. Yulianto, A. Burhanuddin, dan M. F. Febridanyono, "Tailoring Epoxy Resin Impact Performance By Varying Coconut Coir Fiber Reinforcement," vol. 1888, pp. 4–7, 2026.
- [12] D. L. Faria, "Physical And Mechanical Properties Of Polyurethane Thermoset Matrices Reinforced With Green Coconut Fibres," *Sage Journals*, vol. 54, no. 30, 2020.
- [13] K. Witono, Y. S. Irawan, R. Soenoko, dan H. Suryanto, "Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) Terhadap Morfologi dan Kekuatan Tarik Serat Mendong," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 4, no. 3, pp. 227–234, 2013.
- [14] F. Adyatama, A. Mujaanto, H. T. Waluyo, dan K. Setiyam, "Pengaruh Lama Perendaman Serat Pada Larutan Alkali Terhadap Kekuatan Mekanik Komposit Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit," *J. Mech.*, vol. 14, no. 178, pp. 6–9, 2023.
- [15] A. Y. Pratama, S. Duratun, dan N. Rosady, "The Effect Of The Number Of Fiber Sheets And Naoh Concentration On The Impact Strength Of Alkali-Treated Arthocarpus Elasticus Peeled Fiber Compositestitle," *J. Appl. Mech. Eng. Technol. Innov.*, vol. 1, no. 1, pp. 10–20, 2025.