Pengaruh Perlakuan Alkalid Variasi Fraksi Berat Bermatrix Polyester Berpenguat Serat Sabut Kelapa terhadap Kekuatan Tarik dan Impak

Moch Arief Arya Reswara[1], Suheni[2], dan Andika Dayva Hera Pramudya[3]
Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknlogi Adhi Tama Surabaya[1,2]
e-mail: muhammadariefarya@gmail.com[1], suheni@itats.ac.id, dan 022023110099@mhs.itats.ac.id[3]

ABSTRACT

This paper aims to determine the mechanical properties of polyester composites reinforced with coconut fiber, specifically in terms of tensile, impact, and flexural strength. In the future, these composites could serve as a substitute for more expensive materials that sometimes cannot withstand moisture, such as wood and bamboo, for items like car accessories, ceilings, and boards. The composites are made by utilizing coconut fiber with a 10% NaOH alkali treatment and a polyester matrix. The production method is hand lay-up with fiber weight variations of 2.8%, 5.8%, and 9.5% using silicone molds. Testing was performed using tensile testing with ASTM D638 standards and impact testing with ASTM E23 standards. In tensile testing, the composite with a 9.5% alkali treatment achieved the highest average tensile stress of 15.08 MPa, but differed in average strain, where the highest result was obtained for specimens with both alkali treatment and without alkali treatment at 5.8% and 9.5%, with an average value of 0.023. In terms of the elastic modulus, the composite with a 2.8% alkali treatment achieved the highest average value of 976.92 MPa, while the lowest average value was observed for the 5.8% untreated composite at 549.21 MPa. In impact testing, the results showed that the composite with a 2.8% alkali treatment had the lowest impact energy with an average value of 1.88 J/mm^2, while the specimen with the highest average impact energy was the 9.5% alkali-treated specimen with a value of 7.71 J/mm^2.

Keyword: *composite, resin, alkali treatment, coconut fiber, tensile, impact*

ABSTRAK

Makalah ini bertujuan untuk menentukan sifat mekanis komposit poliester yang diperkuat dengan serat kelapa, khususnya dalam hal kekuatan tarik, impak, dan lentur. Di masa depan, komposit ini berpotensi menjadi alternatif pengganti material yang lebih mahal dan terkadang kurang tahan terhadap kelembaban, seperti kayu dan bambu, untuk berbagai produk seperti aksesori mobil, plafon, dan papan. Komposit ini dibuat dengan memanfaatkan serat kelapa yang telah diberi perlakuan alkali menggunakan larutan NaOH 10% serta matriks poliester. Metode produksi yang digunakan adalah **hand lay-up** dengan variasi fraksi berat serat sebesar **2,8%**, **5,8%**, dan **9,5%**, menggunakan cetakan silikon. Pengujian dilakukan melalui **uji tarik** sesuai standar ASTM D638 dan **uji impak** sesuai standar ASTM E23. Pada uji tarik, komposit dengan perlakuan alkali 9,5% menunjukkan tegangan tarik rata-rata tertinggi sebesar **15,08 MPa**. Namun, hasil rata-rata regangan menunjukkan perbedaan, di mana nilai tertinggi diperoleh pada spesimen dengan dan tanpa perlakuan alkali pada fraksi berat **5,8%** dan **9,5%**, dengan nilai rata-rata **0,023**. Dalam hal **modulus elastisitas**, komposit dengan perlakuan alkali 2,8% memiliki nilai rata-rata tertinggi sebesar **976,92 MPa**, sedangkan nilai rata-rata terendah ditemukan pada komposit tanpa perlakuan alkali dengan fraksi berat **5,8%**, yaitu **549,21 MPa**. Pada uji impak, hasil menunjukkan bahwa komposit dengan perlakuan alkali **2,8%** memiliki energi impak terendah dengan nilai rata-rata **1,88 J/mm^2**, sedangkan spesimen dengan energi impak rata-rata tertinggi adalah spesimen dengan perlakuan alkali **9,5%**, yaitu sebesar **7,71 J/mm^2**.

Kata kunci: Komposit, resin, alkali, serat alam, tensile, impact

PENDAHULUAN

Pemanfaatan teknologi saat ini mengalami perkembangan yang sangat pesat. Mempunyai dampak yang signifikan terhadap penggunaan serat sebagai material komposit. Serat sabut kelapa merupakan serat yang paling umum digunakan. Kehadiran limbah sabut kelapa di masyarakat sekitar memudahklan pengadaan bahan baku dan pemanfaatan serat sabut kelapa sebagai material komposit yang menawarkan keuntungan dalam peningkatan kualitas material.

Komposit adalah material yang terdiri dari dua atau lebih bahan yang memiliki karakteristik yang berbeda dengan bahan utamanya. Bahan komposit terdiri dari dua bahan dasar: matriks dan serat (reinforcement). Matriks berfungsi sebagai bahan struktur komposit dan mengikat serat agar tetap di tempatnya. Penggabungan keduanya menghasilkan bahan yang ringan, dan kuat[1]. Material komposit menggunakan serat sebagai penguat, yang bisa berupa serat sintetik atau serat alam. Serat sintetik adalah serat anorganik yang telah diolah dengan bahan kimia tertentu, sedangkan serat alam bersala langsung dari alam, seperti serat goni, aren, pandan, ijuk, dan sabut kelapa. Di Indonesia serat alam masih banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti kendaraan, alat olahraga, dan peralatan rumah tangga[2].

ISSN 2775-5630

Berbagai faktor dapat mempengaruhi sifat komposit, salah satunya adalah perlakuan serat dengan larutan NaOH. Komposit yang tidak melalui proses perendaman NaOH akan mengakibatkan kualitas ikatan antara serat dan matriks menjadi kurang optimal karena terhalang oleh kandungan lilin alami pada serat[3].
Serat serabut kelapa diharapakan menjadi bahan yang akan digunakan untuk membantu mengurangi limbah sebagai serat penguat komposit alam, dikarenakan jumlah pepohonan kelapa yang ada di indonesia sangat besar, khusunya pada wilayah riau. Serat ini mulai menjadi bahan perbincangan banyak perusahaan dikarenakan akses untuk mendapatkan sangatlah mudah, murah, dan dapat mengurai pencemaran lingkungan disekitar dan tidak dapat mempengaruhi kesehatan manusia oleh karena itu manfaat yang didapatkan terus diolah dan menghasilkan bahan komposit yang sesuai dengan standart. Pada observasi sebelumnya banyak hal-hal yang dapat merubah ketangguhan dari komposit alam yaitu perlakuan terhapat alkali, pencampuran alkali dapat menghasilkan kekuatan tarik dan impak yang sangat signifikan terhadapt komposit dan komposit yang tidak diperkuat tanpa alkali, maka ikatan antara matriks dan serat menjadi tidak sempurna karena terhalang lapisan atau kotoran yang menyerupai lilin di permukaan serat [4].

METODE

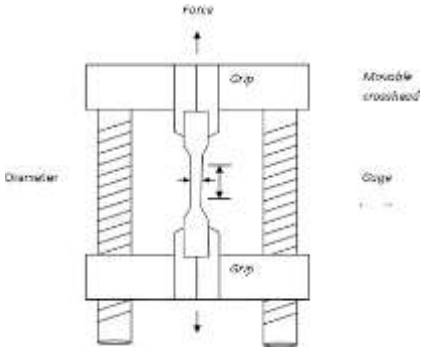
Penelitian ini dilakukan dengan perlakuan alkali terhadap serat sabut kelapa dengan variasi fraksi berat 2,8%, 5,8% dan 9,5% dengan pencampuran alkalisasi 10% dengan waktu lama perendaman dua jam dan tanpa perlakuan. Setelah melakukan proses alkalisasi maka dilakukan pembersihan terhadap serat agar sisa-sisa alkalisasi tidak menyatu dengan matrix. Setelah dilakukan proses alkalisasi dilakukan proses pencetakan komposit sesuai standard ASTM D638 dan ASTM E23. Setelah dilakukan proses pencetakan komposit dilakukan pengujian menggunakan uji tarik dan uji impak.

Komposit

Ketika berbicara tentang material komposit, yang di maksud adalah material yang terdiri dari dua atau lebih komponen berbeda, baik digabungkan atau secara makroskopis. Ungkapan "*To Compose*" yang berarti mencampur atau menyusun adalah asal kata "komposit" pertama kali muncul. Akibatnya, material komposit terdiri dari dua jenis material berbeda secara bersamaan. Dua komponen utama material komposit seringkali adalah matriks, yang berfungsi sebagai perekat serat, dan serat, yang berfungsi sebagai pengisi. Serat berfungsi sebagai material utama dalam pemanfaatan material komposit, sedangkan material polimer berfungsi sebagai bahan pengikat yang kuat untuk memperkuatnya. Manfaat utama material komposit adalah orientasi seratnya, yang memungkinkan kekuatan diorientasikan ke segala arah yang diinginkan[5]. Pada penelitian ini dilkaukan dengan menggunakan serat sabut kelapa dengan variasi fraksi berat yg berbeda-beda untuk mengetahui pengaruh jumlah serat pada komposit serat alam terhadap kekuatan tarik dan impak.

Pengujian Tarik

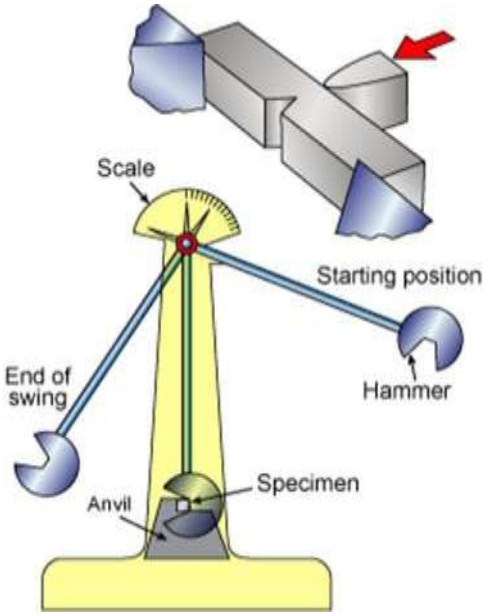
Pengujian tarik melibatkan mencengkeram dan menarik suatu material hingga patah untuk menentukan kekuatannya. Menemukan Modulus Young, perpanjangan, dan kekuatan tarik material adalah tujuannya. Untuk menganalisis data, kurva tegangan dan beban dibuat menggunakan data longitudinal dari sampel uji. Dengan melakukan uji tarik spesimen komposit diberi beban aksial yang semakin besar secara terus menerus hingga patah, akibatnya spesimen komposit akan mengalami pertambahan panjang setelah dilakukan pengujian.



Gambar 1. Mesin Uji Tarik

Pengujian impak (*Impact Test*) adalah pengujian terhadap suatu material uji dengan cara menjatuhkan pendulum dari sudut awal hingga material putus. Tujuan dari uji impak adalah untuk mengukur ketahanan suatu bahan terhadap berat kejut. Karena uji impak dilakukan dengan pembebanan yang lebih cepat dibandingkan uji tarik dan kekerasan, maka prosedurnya berbeda. Pengujian impak juga digunakan untuk

mengevaluasi kondisi pengoperasian material pada peralatan konstruksi atau transportasi ketika beban terjadi secara tiba-tiba dan bukan secara bertahap [6].



Gambar 2. Mesin Pengujian Impak

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Tarik

Hasil pengujian tarik pada sampel komposit yang diperkuat dengan serat sabut kelapa menunjukan bahwa kekuatan tarik rata-rata bervariasi pada fraksi berat 2,8%, 5,8% dan 9,5%. Panjang serat yang digunakan adalah 15 mm, dengan diameter 0,5 hingga 1 mm. hasil ini menunjukan bahwa dengan perlakuan dan tanpa perlakuan serta variasi panjang serat dan fraksi berat dapat mempengaruhi kekuatan tarik komposit[7].

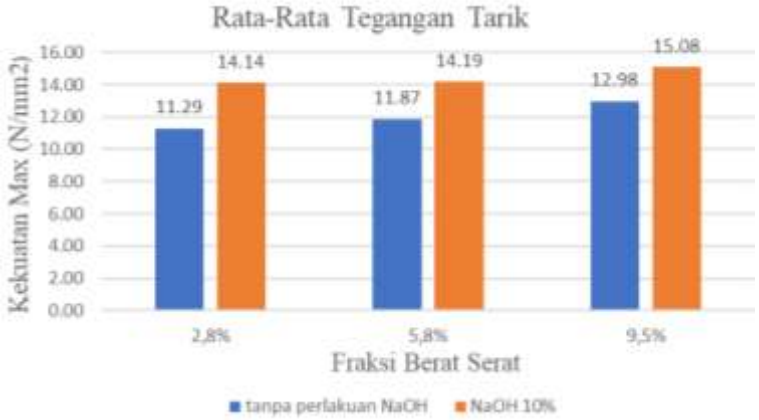
Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan beberapa data uji kekuatan tarik dari masing-masing fraksi berat dengan perlakuan dan tanpa perlakuan. Hal tersebut dapat ditunjukan pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Rata-Rata Uji Tarik

Berat Serat	Variasi Perlakuan serat	Kekuatan Max (MPa)	Regangan	Modulus Elastisitas (MPa)
2,8%	NaOH 10%	14,14	0,015	976,92
	Tanpa perlakuan NaOH	11,29	0,015	736,53
5,8%	NaOH 10%	14,19	0,016	859,46
	Tanpa perlakuan NaOH	11,87	0,023	549,21
9,5%	NaOH 10%	15,08	0,023	667,52
	Tanpa perlakuan NaOH	12,98	0,020	650,69

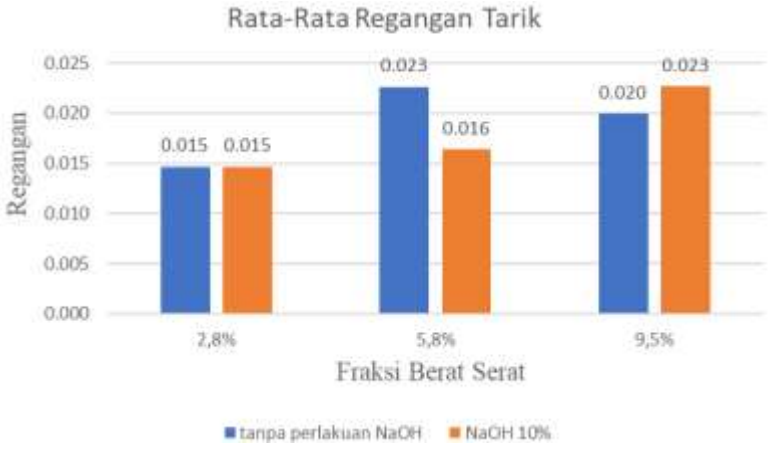
ISSN 2775-5630

Berdasarkan Tabel 1 apabila dipresentasikan dalam bentuk grafik tegangan, regangan dan modulus elastisitas, akan terlihat pada grafik gambar 3, 4 dan gambar 5 di bawah ini.



Gambar 3. Grafik Tegangan

Berdasarkan gambar 3. dapat dilihat bahwa nilai rata-rata tegangan tertinggi sebesar 15,08 MPa. Nilai tersebut dapat diperoleh pada komposit dengan fraksi serat 9,5% dengan perlakuan NaOH sebesar 10%. Pada gambar 1.3 juga dapat disimpulkan tegangan yang yang sangat baik diperoleh dengan perlakuan perlakuan NaOH 10% dibandingkan tanpa perlakuan NaOH. Hal ini membuktikan bahwa sifat mekanik pada komposit berpenguat serat kelapa dapat meningkatkan kekuatan mekanik dengan penambahan perlakuan alkali NaOH 10% selama 2 jam. Pada hasil pengujian ini fraksi berat serat juga dapat meningkatkan kekuatan tarik. Hal ini sejalan dengan penilitian [8] yang menghasilkan semakin tinggi fraksi serat, maka kekuatan mekanik komposit semakin meningkat. Pada saat spesimen menerima tekanan gaya aksial yang diterima pertama ialah matriks lalu gaya tersebut disalurkan ke serat. Pada gambar 3. menunjukan bahwa nilai yang didapatkan pada serat lebih tinggi pada komposit yang menggunakan perlakuan NaOH 10% dibandingkan tanpa perlakuan NaOH, hal ini dikarenakan komposit tanpa perlakuan NaOH masih memiliki kotoran yang menempel pada serat seperti lignin, selulosa dan hemiselulosa[3]. Selain itu pada gambar 3. menunjukan komposit dengan nilai rata-rata terendah mencapai 11,29 MPa Nilai tersebut diperoleh pada komposit dengan fraksi serat 2,8% tanpa perlakuan NaOH hal ini disebabkan ikatan antara matriks dan serat tidak sempurna karena terhalang oleh lignin, selulosa dan hemiselulosa yang terdapat pada serat kelapa[1]. Sehingga menimbulkan kekuatan yang dihasilkan menurun. Hasil pengujian yang diperoleh pada serat tanpa menggunakan perlakuan mendapatkan nilai rata-rata terendah 11,29 MPa pada fraksi berat 2,8%%, dan pada nilai rata-rata tertinggi dengan nilai sebesar 12,98 MPa, hal ini disebabkan ikatan antara matriks dan serat tidak homogen yang menyebabkan masih adanya serat yang tipis dan tebal pada serat.

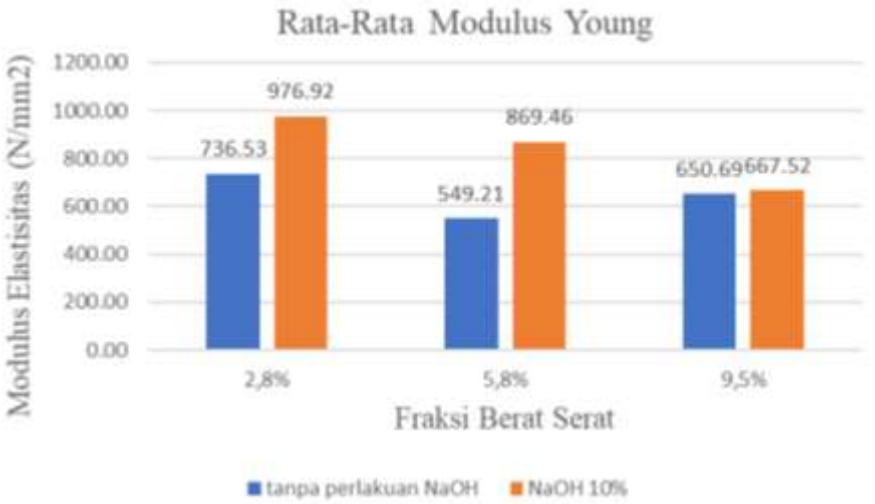


Gambar 4. Grafik Regangan

Berdasarkan gambar 4. dapat dilihat nilai rata-rata regangan tarik tertinggi mencapai nilai 0,023 pada fraksi berat 9,5% dan 5,8% dengan perlakuan alkali NaOH dan tanpa perlakuan, komposit dengan nilai yang terendah mendapatkan nilai rata-rata 0,015 pada fraksi berat 2,8% dengan perlakuan dan tanpa perlakuan memiliki nilai yang sama. Terdapat gaya adhesi yang kecil pada komposit dengan fraksi 9,5% dan 5,8% dengan perlakuan

alkali NaOH dan tanpa perlakuan yang menyebabkan ikatan antara molekul tidak kuat yang menyebabkan komposit mudah memanjang dan terlepas dari ikatannya, hal ini juga dapat disebabkan besarnya nilai dari regangan dapat dipengaruhi oleh ikatan matrik dan serat [4]. Pada hasil nilai tanpa perlakuan NaOH dan tanpa perlakuan cenderung mengalami nilai rata-rata yang sama dikarenakan pada proses pembuatan peletakan serat pada cetakan tidak seragam yang menghasilkan nilai yg didapat tidak optimal.

Dari nilai-nilai regangan dan tegangan didapatkan nilai modulus young dengan perbandingan variasi fraksi berat dengan perlakuan alkali dan tanpa perlakuan dapat dilihat pada gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Grafik Modulus Young

Modulus elastisitas atau modulus young adalah parameter yang mengukur kekakuan suatu bahan dengan menunjukan seberapa besar tekanan yang diperlukan untuk meregangkan bahan tersebut hingga dua kali lebih panjang aslinya (Rizaldi, 2023). Data yang diperoleh dari nilai regangan dan tegangan menghasilkan modulus elastisitas, yang kemudian dipresentasikan dalam bentuk grafik hasil dari pengujian tarik pada sampel yang diteliti. Dari gambar 1.5 dapat disimpulkan bahwa komposit yang menggunakan perlakuan alkali memiliki elastisitas young rata-rata tertinggi mencapai 976,92 MPa dan terendah 667,52 MPa, sedangkan pada tanpa perlakuan alakalisasi modulus elastisitas rata-rata tertinggi hanya mencapai 736,53 MPa dan terendah 549,21 MPa. Perbedaan ini disebabkan oleh perbandingan volume serat yang menunjukkan jumlah banyak serat dalam komposit dapat mempengarui kekuatan tariknya, semakin tinggi nilai modulus elasitias maka besar juga nilai kekuatan pada komposit hal ini disebabkan karena dari hubungan antara regangan dan tegangan yang mana nilai berbanding terbalik. Kecacatan pada spesimen komposit sering disebabkan oleh tidak menyatunya serat terhadap matriks karena beberapa alasan salah satunya serat yang menumpuk sehingga kandungan serat tidak menyatu pada matriks, dan kondisi serat masih memiliki kotoran seperti lignin, selulosa dan hemiselulosa yang berdampak berkurangnya kekuatan dan fungsi-fungsi sebagai penguat.

Pengujian Impak

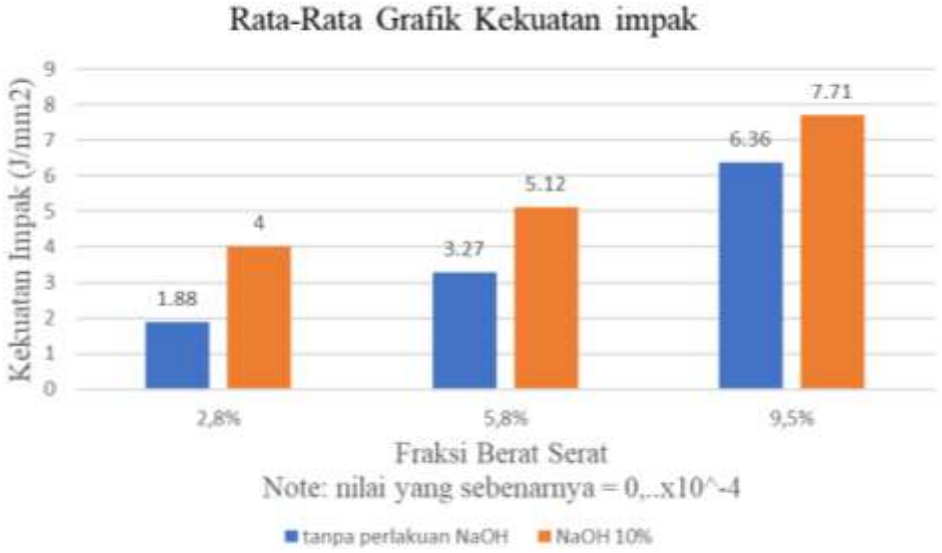
Hasil pengujian impak pada sampel komposit yang diperkuat dengan serat sabut kelapa menunjukan bahwa kekuatan impak rata-rata bervariasi pada fraksi berat 2,8%, 5,8% dan 9,5%. Panjang serat yang digunakan adalah 15 mm, dengan diameter 0,5 hingga 1 mm. hasil ini menunjukan bahwa dengan perlakuan dan tanpa perlakuan serta variasi panjang serat dan fraksi berat dapat mempengaruhi kekuatan impak

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan beberapa data uji kekuatan impak dari masing-masing fraksi berat dengan perlakuan dan tanpa perlakuan. Hal tersebut dapat ditunjukan pada tabel 2. di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian Rata-Rata Uji Impak

Uji Impak NaOH 10%									
Berat Serat	L (m)	W (kg)	c (mm)	d (mm)	A (mm^2)	α (◦)	β (◦)	ΔE (J)	Is (J/mm^2)
2,8%	0,5502	7,012	10	8	80	15	13	0,032	4
5,8%	0.5502	7,012	10	8	80	15	12,4	0,041	5,12
9,5%	0.5502	7,012	10	8	80	15	10,9	0,061	7,71
Uji Impak Tanpa Perlakuan NaOH 10%									
2,8%	0,5502	7,012	10	8	80	15	14,1	0,015	1,88
5,8%	0.5502	7,012	10	8	80	15	13,4	0,026	3,27
9,5%	0.5502	7,012	10	8	80	15	11,7	0,051	6,36

Berdasarkan Tabel 2. apabila dipresentasikan dalam bentuk grafik, akan terlihat pada diagram gambar 6. dibawah ini.



Gambar 6. Grafik Kekuatan Tarik

Berdasarkan grafik kuat impak pada Gambar 4.4 dapat disimpulkan bahwa komposit yang diuji dengan variasi volume 9,5% menghasilkan nilai Rata-rata sebesar 7,71 J/mm^2 mempunyai kuat benturan paling tinggi dari seluruh benda uji penelitian yang diuji. Sebaliknya, komposit yang tidak menggunakan perlakuan alkali memiliki kekuatan impak paling rendah yaitu dengan rata-rata 1,88 J/mm^2. Menjelaskan bahwa kekuatan impak yang dicapai meningkat seiring dengan jumlah serat yang digunakan. Hal ini berkaitan dengan gagasan bahwa semakin banyak serat yang digunakan, semakin tinggi kekuatannya, karena peningkatan keuletan benda semakin kuat[6]. Hal ini terbukti dari benda uji dengan perlakuan alkalinisasi 9,5% memperoleh rata-rata nilai kekuatan patah yang tinggi, kekuatan impak yang diperoleh dengan volume serat yang sama berbeda karena adanya perlakuan alkalisasi dan tanpa perlakuan pada serat yang digunakan. rata-rata yang lebih besar membandingkan sampel yang diberi perlakuan dan tidak diberi perlakuan. Selain itu, dapat disimpulkan bahwa penggunaan NaOH dapat meningkatkan kekuatan impak, seperti yang ditunjukkan oleh spesimen tanpa perlakuan alkalisasi 2,8% yang memiliki kekuatan patah rata-rata dan nilai keuletan rata-rata lebih rendah dibandingkan spesimen dengan perlakuan alkalisasi 2,8%.

KESIMPULAN

Berdasarkan temuan penelitian dan perbandingan antara uji impak dan uji tarik dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari pembahasan hasil uji tarik dimana tegangan maksimal yang paling besar di antara variasi penelitian ini terjadi pada fraksi berat 9,5% dengan perlakuan NaOH 10% dengan nilai rata-rata mencapai 15,08 MPa. Sedangkan pada nilai regangan nilai rata- rata tertinggi terjadi pada fraksi berat 5,8% dan 9,5% dengan nilai regangan paling besar di antara variasi sebesar 0,023. sementara pada nilai modulus elastisitas paling besar di antara variasi mencapapai rata 976,92 MPa yang terjadi pada fraksi berat 2,8% dengan perlakuan NaOH 10%. Hasil ini dapat disimpulkan bahwa sifat mekanik komposit serat sabut kelapa dapat ditingkatkan dengan melalui perlakuan alkalisasi.
2. Setelah pengujian, benda uji dengan kekuatan impak tertinggi yang menggunakan perlakuan alkali 9,5% dengan nilai rata-rata 7,71 J/$mm2$. Terdapat hasil yang berbeda bila perendaman tanpa alkali dan nilai terendah tanpa menggunakan perlakuan alkali dengan fraksi 2,8% dengan rata-rata sebesar 1,88 J/$mm2$. Hasil pengujian menghasilkan patahan yang sangat getas.
3. Dapat disimpulkan bahwa perlakuan NaOH dapat meningkatkan daya serap terhadap matriks dan mampu membersihkan kotoran yang menghalangi ikatan antara serat dan matriks, sehingga dapat menaikkan sifat mekanis pada komposit.

DAFTAR PUSTAKA

[1] P. Zarviansyah, "Pengaruh Variasi Fraksi Volume Dan Panjang Serat Komposit Serat Sabut Kelapa Bermatrik Polyester Terhadap Pengujian Tarik Proyek Akhir." Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2023.

[2] M. B. N. Rahman, B. Riyanta, and K. Diharjo, "Pengaruh fraksi volume serat dan lama perendaman alkali terhadap kekuatan impak komposit serat aren-polyester," *Semesta Tek.*, vol. 14, no. 1, pp. 26–32, 2011.

[3] F. A. Rizaldi and N. S. Drastiawati, "Analisa Pengaruh Perendaman NaOH dan Fraksi Volume dengan Resin Polyester Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending pada Komposit Serat Sabut Kelapa," *J. Tek. Mesin*, vol. 11, no. 03, pp. 27–34, 2023.

[4] N. Nurfajri, K. Arwizet, J. Jasman, and A. Arafat, "Analisis kekuatan tarik komposit serabut kelapa dan ijuk dengan perlakuan alkali (NaOH)," *Ranah Res. J. Multidiscip. Res. Dev.*, vol. 1, no. 4, pp. 791–797, 2019.

[5] R. D. N. Bifel, E. U. K. Maliwemu, and D. G. H. Adoe, "Pengaruh Perlakuan Alkali Serat Sabut Kelapa terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester," *LONTAR J. Tek. Mesin UNDANA*, vol. 2, no. 1, pp. 61–68, 2015.

[6] M. Muslimin, K. Umar, and A. U. Usman, "Pengaruh Perlakuan Sabut Kelapa dengan Asap Cair dan NaOH Terhadap Kuat Tarik dan Impak Komposit," in *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*, 2022, vol. 6, no. 1, pp. 197–200.

[7] F. DELZA ALVARIZA, "PENGARUH SIFAT MEKANIK KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA BERMATRIK POLYESTER TERHADAP PENGUJIAN TARIK DAN LENTUR." Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2022.

[8] A. Gavrila, B. Junipitoyo, and L. Winiasri, "Uji Tarik dan Uji Impact pada Komposit Serat Sabut Kelapa dengan Alkalisasi dan Non Alkalisasi," in *Prosiding SNITP (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan)*, 2021, vol. 5, no. 2.