



Pengaruh Alkalisasi NaOH Terhadap Kekuatan Tarik Biokomposit Serat Daun Pandan Alas dengan Matriks Resin Poliester BQTN

Malvin Nurhidayat¹, Muhammad Subhan², Husman³, Yulianto⁴

^{1,2,3,4} Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

Email: malvinnur123hidayat@gmail.com

Received:11 Desember 2025; Received in revised form:21 Desember 2025; Accepted:25 Desember 2025

Abstract

Pandanus tectorius leaf fiber exhibits considerable potential as a natural reinforcement material for biocomposites owing to its high cellulose content and robust fibrous structure. This study aims to investigate the influence of NaOH alkalinization treatment on the tensile strength of biocomposites fabricated from BQTN polyester resin reinforced with Pandanus tectorius fibers. The experimental parameters include NaOH concentration (0%, 5%, and 10%), immersion time (3 hours and 5 hours), and fiber volume fraction (10% and 15%). Tensile tests were conducted in accordance with ASTM D638 standards, and the data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and Pareto diagrams. The results revealed that the untreated composite exhibited the highest tensile strength, with an average value of 30.47 MPa at a 15% fiber volume fraction. Conversely, the alkali-treated specimens demonstrated a reduction in tensile strength with increasing NaOH concentration and immersion duration, reaching the lowest value of 19.60 MPa at 10% NaOH for 5 hours. ANOVA results indicated that fiber volume fraction had the most significant effect on mechanical performance, followed by NaOH concentration and immersion time. These findings suggest that the optimization of alkalinization parameters is crucial to enhance fiber–matrix interfacial bonding without significantly compromising the overall mechanical properties of the composite.

Keywords: alkali treatment; biocomposite; pandanus tectorius fiber; polyester resin; tensile strength

Abstrak

Serat pandan alas (*Pandanus tectorius*) memiliki potensi sebagai material penguat komposit alami, karena kandungan selulosanya yang besar dan struktur serat yang kuat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh perlakuan alkalisasi NaOH terhadap kekuatan tarik biokomposit berbasis resin poliester BQTN yang diperkuat serat pandan alas. Variabel perlakuan meliputi konsentrasi NaOH (0%, 5%, dan 10%), waktu perendaman (3 jam dan 5 jam), serta fraksi volume serat (10% dan 15%). Pengujian tarik dilakukan berdasarkan standar ASTM D638, sedangkan analisis data menggunakan ANOVA dan diagram Pareto. Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa komposit tanpa perlakuan alkalisasi memiliki kekuatan tarik tertinggi, dengan nilai rata-rata sebesar 30,47 MPa pada fraksi volume serat 15%. Sementara itu, spesimen dengan perlakuan alkalisasi menunjukkan penurunan kekuatan tarik seiring dengan meningkatnya konsentrasi larutan NaOH dan lamanya waktu perendaman, dengan nilai terendah sebesar 19,60 MPa pada perlakuan NaOH 10% selama 5 jam. Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa fraksi volume serat merupakan faktor paling signifikan terhadap kekuatan mekanik, diikuti oleh konsentrasi NaOH dan waktu perendaman. Dengan demikian, optimasi perlakuan alkalisasi diperlukan untuk meningkatkan ikatan antarmuka serat dan matriks tanpa menurunkan kinerja komposit secara signifikan.

Kata kunci: alkalisasi; biokomposit; serat pandan alas; resin poliester; kekuatan tarik

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di bidang industri, khususnya pada material, mendorong munculnya upaya untuk mencari alternatif bahan komposit yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Salah satu langkah yang banyak dilakukan saat ini adalah memanfaatkan bahan alami sebagai penguat dalam pembuatan material komposit. Komposit merupakan material multifasa yang tersusun dari perpaduan dua atau lebih bahan dengan karakteristik yang berbeda. Secara umum, komposit terdiri atas serat sebagai penguat struktur dan matriks yang berperan merekatkan serat serta menjaga posisinya agar tetap stabil [1]. Sifat material komposit merupakan kombinasi dari karakteristik kedua komponennya, yaitu matriks dan serat (penguat). Perpaduan antara keduanya menghasilkan material yang memiliki kekerasan, kekuatan, dan massa yang relatif ringan. Serat berfungsi sebagai elemen penguat yang mudah dibentuk melalui proses pemotongan atau pencetakan sesuai kebutuhan. Sementara itu, matriks—umumnya berupa resin—bertugas mengikat serat sehingga terbentuk struktur material yang kuat. Tujuan utama pembuatan komposit adalah untuk meningkatkan sifat-sifat material, terutama sifat mekanik yang dimiliki oleh matriksnya [2] [3].

Pandan laut (*Pandanus tectorius*) merupakan tanaman pesisir yang termasuk dalam famili *Pandanaceae* dan tergolong ke dalam genus *Pandanus*. Tanaman ini banyak dijumpai di wilayah tropis, termasuk Indonesia. Daun pandan laut umumnya dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan tenun, kerajinan tangan, tikar, maupun obat tradisional. Kandungan selulosa yang cukup tinggi pada daun pandan laut menjadikannya berpotensi digunakan sebagai bahan penguat dalam pembuatan material komposit [4]. Daun pandan alas dikenal memiliki struktur serat yang kuat, fleksibel, dan ringan, sehingga berpotensi tinggi sebagai material penguat dalam komposit berbasis polimer. Serat dari daun pandan alas mengandung selulosa (48,8%), hemiselulosa (19,9%), lignin (18,6%), dan ekstraktif lainnya. Selulosa merupakan komponen utama yang bertanggung jawab terhadap kekuatan mekanik serat, sementara lignin memberikan kekakuan serta ketahanan terhadap degradasi biologis [5]. Kandungan selulosa yang tinggi dan struktur serat yang berserat panjang menjadikan daun pandan alas sangat potensial untuk aplikasi material Teknik. Gambar 1 memperlihatkan wujud tanaman pandan alas yang banyak tumbuh di daerah tropis seperti Bangka Belitung.



Gambar 1. Tanaman Pandan Alas

Pada penelitian ini, akan dilakukan proses alkalisasi pada serat daun pandan alas. Alkaline treatment atau *mercerization* adalah perlakuan kimia yang paling sering digunakan untuk serat alami. Tujuan dari alkalisasi yang paling penting disini adalah mengacaukan ikatan hydrogen di stuktur serat, sehingga menambah kekasaran serat tersebut. Proses alkalisasi menghilangkan komponen penyusun serat yang kurang efektif dalam menentukan kekuatan antar muka yaitu hemiselulosa, lignin atau pektin [6]. Proses alkalisasi menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH). Natrium hidroksida adalah senyawa kimia yang bersifat basa (alkali) dan berfungsi untuk menghilangkan berbagai zat pengotor yang menempel pada serat sisal. Senyawa ini berbentuk kristal padat berwarna putih dan memiliki sifat reaktif, sehingga mudah berinteraksi serta terurai ketika berada di lingkungan yang mengandung bahan kimia lain [7]. Selain itu, perlakuan alkali menggunakan natrium hidroksida juga dapat memodifikasi struktur kristal pada serat penguat, sehingga mampu mengurangi sifat hidrofilik dan meningkatkan derajat kristalisasi serat. Hal ini berpengaruh pada peningkatan kualitas adhesi antara serat dan matriks dalam material komposit [8].

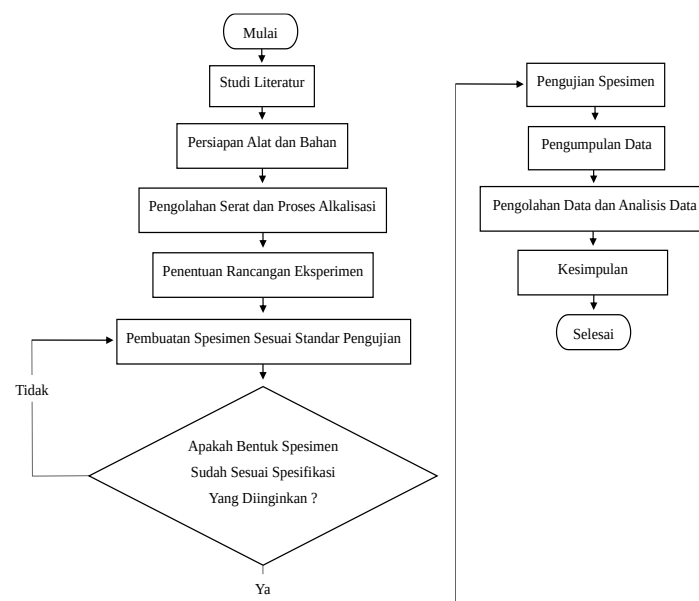
Pada penelitian yang dilakukan Sudarisman dkk. [9] Serat pandan berduri (*Pandanus tectorius*) yang direndam dalam larutan NaOH 2,5 % pada suhu 95 °C selama 3 jam memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi daripada perlakuan 5 % NaOH, ini menunjukkan bahwa optimasi kondisi alkalisasi penting untuk menghasilkan sifat mekanik maksimal. Hasil ini sejalan dengan penelitian Kris dkk. [10] pada serat mendong, yang mengungkapkan bahwa peningkatan konsentrasi dan waktu rendaman NaOH menyebabkan perubahan morfologi permukaan serat—seperti peningkatan kekasaran mikro—sehingga meningkatkan penyerapan air dan kekuatan tarik komposit. Sifat ini membuat NaOH sangat relevan sebagai bahan pendukung dalam berbagai proses peningkatan karakteristik bahan berbasis serat alam.

Resin BQTN memiliki viskositas yang rendah dan dapat mengeras pada suhu ruang dengan penambahan katalis MEKPO (Methyl Ethyl Ketone Peroxide) sebesar 1–2%, tanpa menimbulkan gas selama proses pengerasan (curing). Efektivitas penggunaan resin poliester BQTN 157 juga telah dibuktikan dalam penelitian Subhan dkk. [11] yang mengkaji komposit serat kelapa dan tebu, di mana resin ini mampu mendukung terbentuknya ikatan yang baik antara serat dan matriks. Dengan mempertimbangkan beberapa keunggulan, resin poliester BQTN menjadi pilihan yang tepat sebagai matriks dalam pembuatan biokomposit berbasis serat daun pandan alas, guna menghasilkan material yang ringan, kuat, dan ramah lingkungan [12].

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh perlakuan alkalisasi NaOH terhadap kekuatan biokomposit berbasis serat daun pandan alas. Variasi yang digunakan meliputi konsentrasi NaOH sebesar 0%, 5%, dan 10% dengan waktu perendaman selama 3 jam dan 5 jam. Pengujian sifat mekanik dilakukan melalui uji tarik untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap performa komposit yang dihasilkan.

2. METODE PENELITIAN

Secara umum, metodologi penelitian menjelaskan tahapan-tahapan yang dilakukan selama proses penelitian. Diagram alir pada Gambar 2 menunjukkan tahapan penelitian yang telah disusun secara sistematis.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

2.1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi serat daun pandan alas (*Pandanus tectorius*) sebagai penguat dan resin sebagai bahan pengikat. Serat yang dipakai berasal dari jenis pandan laut (*Pandanus tectorius*). Matriks yang digunakan adalah resin poliester BQTN 157, sedangkan larutan NaOH (natrium hidroksida) dengan konsentrasi 5% dan 10% yang digunakan untuk menghilangkan kotoran dan lignin pada serat. Gambar 3 menunjukkan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 3. Bahan-bahan Pembuatan Komposit

2.2. Persiapan Serat Daun Pandan Alas

Serat pandan alas diperoleh dari daun pandan alas (*Pandanus tectorius*) yang telah tua. Proses persiapan serat dilakukan melalui beberapa langkah berikut:

1. Pemilihan Daun:
Daun pandan alas berukuran besar dan panjang dipilih untuk diambil seratnya.
2. Pengambilan Serat:
Serat diambil secara manual menggunakan pisau tajam melalui metode *scraping*, yaitu dengan cara mengikis lapisan daun hingga hanya tersisa bagian serat.
3. Pencucian Awal:
Serat dicuci menggunakan air bersih untuk menghilangkan kotoran, getah, dan sisa jaringan daun.
4. Pengeringan Awal:
Setelah dicuci, serat dikeringkan dengan suhu ruang selama 1 hingga 4 hari hingga kadar airnya berkurang.

2.3. Proses Alkalisasi Serat Daun Pandan Alas

Proses alkalisasi bertujuan untuk menghilangkan komponen non-selulosa seperti lignin, hemiselulosa, serta minyak atau lilin pada permukaan serat. Perlakuan ini dimaksudkan untuk meningkatkan daya ikat antara serat dan matriks resin melalui modifikasi permukaan serat.

Tahapan proses alkalisasi adalah sebagai berikut:

1. Persiapan Larutan NaOH:
Larutan natrium hidroksida (NaOH) disiapkan dengan konsentrasi 5% dan 10%.
2. Perendaman Serat:
Serat pandan alas yang telah dikeringkan direndam dalam larutan NaOH sesuai variasi konsentrasi dan waktu perendaman, yaitu selama 3 jam dan 5 jam.
3. Pembilasan:
Setelah perendaman, serat dibilas dengan air mengalir, kemudian dicuci menggunakan air netral ($\text{pH} \pm 7$) untuk menghentikan reaksi kimia dan membersihkan sisa larutan basa.
4. Pengeringan Ulang:
Serat yang telah dibersihkan dikeringkan kembali dengan suhu ruang hingga benar-benar kering sebelum digunakan dalam proses pembuatan komposit.

2.4. Pembuatan Spesimen Uji Komposit

Pembuatan spesimen uji komposit dilakukan menggunakan cetakan silikon dengan ukuran sesuai standar pengujian. Proses pembuatan spesimen dilaksanakan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Pencampuran Resin dan Katalis:
Resin polyester dicampur dengan katalis *Methyl Ethyl Ketone Peroxide* (MEKP) sebanyak 2% dari volume resin.
2. Penuangan Resin Lapisan Awal:

Sebagian resin yang telah tercampur dengan katalis dituangkan tipis pada dasar cetakan. Tujuannya untuk memastikan dasar cetakan tertutup sempurna oleh resin sehingga tidak terdapat rongga udara di bagian bawah spesimen.

3. Peletakan Serat:
Serat pandan alas yang telah dikeringkan dan dipotong sesuai ukuran spesimen disusun di atas lapisan resin awal secara merata di dalam cetakan. Penyusunan serat dilakukan dengan rapi agar serat tersebar merata di seluruh bagian spesimen.
4. Penuangan Resin Selanjutnya:
Sisa campuran resin dan katalis dituangkan kembali hingga seluruh serat terendam sempurna dan terbungkus oleh resin.
5. Pemberian Beban:
Permukaan cetakan diberi beban berupa batu atau benda berat. Tujuannya untuk menekan serat dan resin secara merata, mencegah spesimen melengkung, serta memastikan ketebalan spesimen tetap seragam selama proses pengerasan (*curing*).
6. Proses *Curing*:
Cetakan dibiarkan pada suhu ruang selama kurang lebih 2 jam hingga resin mengalami pengerasan sempurna.
7. Pelepasan dari Cetakan:
Setelah proses *curing* selesai, spesimen dilepaskan dari cetakan dengan hati-hati agar tidak terjadi kerusakan.
8. Penghalusan Permukaan:
Spesimen yang telah dilepaskan dari cetakan kemudian diampelas pada bagian permukaannya agar menjadi rata dan sesuai dengan standar dimensi untuk pengujian.

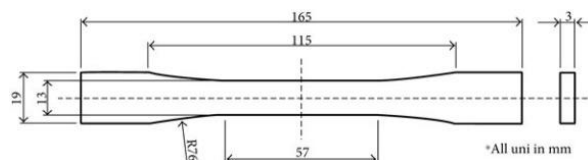
2.5. Pengolahan dan Analisis Data Hasil Pengujian

Data penelitian ini diperoleh dari hasil uji tarik biokomposit serat daun pandan alas dengan variasi perlakuan larutan natrium hidroksida (NaOH) sebesar 0% (sebagai kontrol), 5%, dan 10%, waktu perendaman selama 3 jam dan 5 jam, serta fraksi volume serat sebesar 10% dan 15% yang dikombinasikan dengan fraksi volume matriks resin poliester masing-masing 90% dan 85%.

Tahap awal pengolahan data dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata dari setiap kombinasi perlakuan untuk memberikan gambaran umum mengenai karakteristik dan sebaran hasil uji mekanik. Nilai rata-rata tersebut digunakan sebagai representasi performa mekanik komposit.

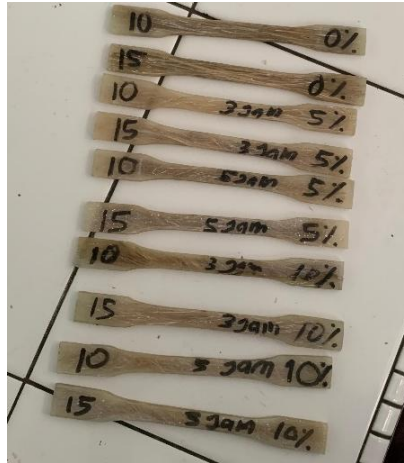
Selanjutnya, data dianalisis menggunakan metode *Design of Experiment* (DoE) faktorial untuk mengevaluasi pengaruh variabel bebas, yaitu konsentrasi natrium hidroksida (NaOH), waktu perendaman, dan fraksi volume serat terhadap sifat mekanik bio komposit. Pada proses penelitian ini, setiap sampel dibuat, diuji, dan diolah secara langsung.

Spesimen uji tarik dibuat berdasarkan standar ASTM D638 Tipe 1. Gambar 4 menunjukkan bentuk dan dimensi spesimen uji tarik sesuai standar.



Gambar 4. Dimensi Spesimen Uji Tarik Standar ASTM D638

Spesimen uji tarik yang telah dicetak menggunakan cetakan standar ASTM D638 Tipe 1 dapat dilihat pada Gambar 5. Spesimen ini dipersiapkan dengan memperhatikan dimensi dan bentuk sesuai ketentuan standar pengujian, sehingga hasil yang diperoleh dapat menggambarkan kekuatan tarik material biokomposit secara akurat.



Gambar 5. Spesimen Uji Tarik

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian tarik dilakukan untuk menentukan sifat mekanik biokomposit dalam menahan beban tarik hingga terjadi kegagalan. Metode pengujian mengacu pada ASTM D638 Tipe 1, dengan spesimen berbentuk dog-bone sesuai standar.

Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung menggunakan Universal Testing Machine (UTM) Zwick Roell Z200 Xforce K, dilengkapi sensor gaya dan ekstensiometer untuk perekaman data tegangan-regangan secara real-time.

Pengujian dilakukan pada suhu ruang dengan kecepatan penarikan sesuai standar hingga spesimen patah. Data hasil pengujian digunakan untuk menganalisis pengaruh konsentrasi NaOH, waktu perendaman serat, dan fraksi volume serat terhadap kekuatan tarik biokomposit. Adapun proses pengujian tarik dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Proses Pengujian Spesimen Tarik

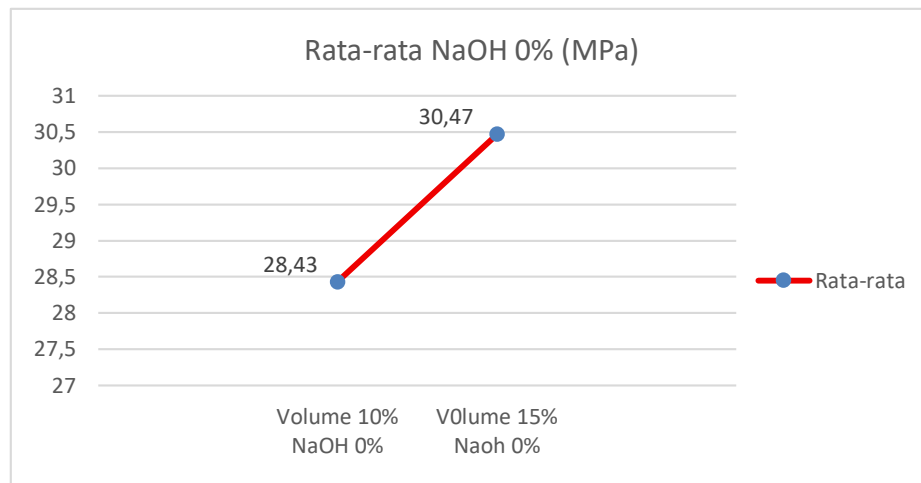
3.1. Hasil Pengujian Tarik Tanpa Alkalisasi

Hasil pengujian tarik tanpa perlakuan alkalisasi dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Tarik Tanpa Perlakuan Alkalisasi (NaOH 0%)

No.	Fraksi Volume (%)	Lama Perendaman (Jam)	NaOH (%)	Kekuatan Tarik (MPa)			Rata-rata (MPa)
				Sample 1	Sample 2	Sample 3	
1	10:90	0	0	29.6	28.4	27.3	28.43
2	15:85	0	0	30.4	29.8	31.2	30.47

Berdasarkan Tabel 1, dijadikan grafik hasil pengujian untuk mempermudah titik mana yang paling maksimum dan minimum. Grafik hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Pengujian Tarik

Hasil pengujian menunjukkan bahwa spesimen komposit tanpa perlakuan kimia memiliki kekuatan tarik relatif tinggi. Pada fraksi volume serat 10% diperoleh rata-rata 28,43 MPa, sedangkan pada 15% mencapai 30,47 MPa. Peningkatan ini menunjukkan bahwa penambahan serat mampu meningkatkan efisiensi transfer beban dari matriks ke serat. Kekuatan tarik tinggi diduga berasal dari serat yang masih utuh tanpa degradasi selulosa akibat alkalisasi.

Namun demikian, uji patahan memperlihatkan terjadinya *fiber pull-out*, yang mengindikasikan ikatan antarmuka serat-matriks masih lemah akibat keberadaan lignin, hemiselulosa, dan kotoran di permukaan serat. Nilai ini menjadi acuan awal untuk perbandingan dengan komposit yang diberi perlakuan alkalisasi.

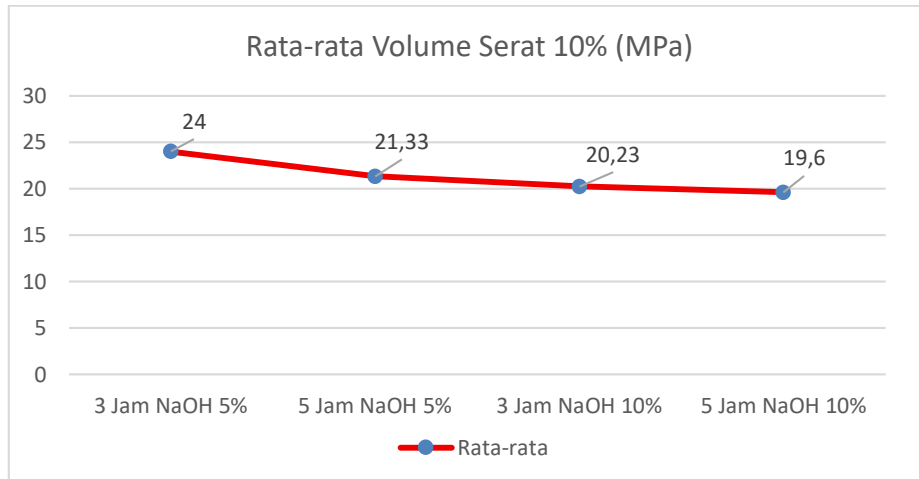
3.2. Hasil Pengujian Tarik dengan Alkalisasi

Hasil pengujian tarik dengan perlakuan alkalisasi dapat dilihat pada tabel 2.

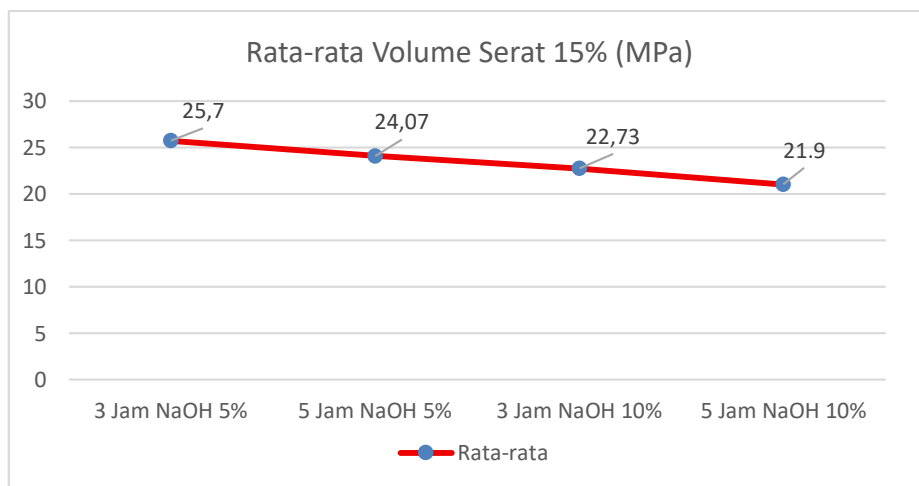
Tabel 2. Hasil Uji tarik Dengan Pelakuan Alkalisasi (Naoh 5% dan 10%)

No.	Fraksi Volume (%)	Lama Perendaman (Jam)	NaOH (%)	Kekuatan Tarik (MPa)			Rata-rata (MPa)
				Sample 1	Sample 2	Sample 3	
1	10:90	3	5	23.4	24.7	23.9	24.00
2	10:90	5	5	21.4	20.5	22.1	21.33
3	10:90	3	10	20.7	20.1	19.9	20.23
4	10:90	5	10	19.6	19.1	20.1	19.60
5	15:85	3	5	26.4	25.1	25.6	25.70
6	15:85	5	5	24.5	23.6	24.1	24.07
7	15:85	3	10	23.1	22.7	22.4	22.73
8	15:85	5	10	22.4	21.6	21.7	21.90

Berdasarkan Tabel 2, apabila divisualisasikan dalam bentuk grafik, maka akan diperoleh representasi rata-rata grafis sebagaimana ditampilkan pada Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8. Grafik Rata-rata Uji Tarik Fraksi Volume 10%



Gambar 9. Grafik Rata-rata Uji Tarik Fraksi Volume 15%

Hasil uji tarik menunjukkan bahwa terdapat penurunan nilai kekuatan tarik setelah serat diberi perlakuan alkalisasi, terutama pada perlakuan dengan konsentrasi NaOH yang lebih tinggi (10%) dan durasi perendaman yang lebih lama (5 jam). Nilai kekuatan tarik terendah dicatat pada spesimen dengan perlakuan 10% NaOH dan waktu perendaman 5 jam pada fraksi volume 10%, dengan rata-rata kekuatan tarik sebesar 19,60 MPa.

Karakteristik patahan menunjukkan terjadinya *fiber break*, menandakan serat mengalami kegagalan akibat beban melebihi kekuatannya. Meskipun perlakuan alkalisasi meningkatkan kekasaran permukaan serat dan adhesi dengan matriks, proses ini juga menyebabkan degradasi dinding sel dan hilangnya sebagian selulosa sehingga serat menjadi lebih rapuh. Akibatnya, peningkatan ikatan antarmuka tidak diimbangi dengan kekuatan serat yang memadai, sehingga nilai kekuatan tarik menurun. Fenomena ini sejalan dengan literatur yang menyebutkan bahwa perlakuan kimia berlebihan dapat menurunkan integritas struktural serat.

Namun, peningkatan fraksi volume serat dari 10% menjadi 15% pada perlakuan NaOH 5% selama 3 jam menunjukkan peningkatan kekuatan tarik dari 24,00 MPa menjadi 25,70 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan jumlah serat dalam batas tertentu dapat meningkatkan distribusi beban antar serat, selama kondisi antarmuka masih baik.

3.3. Analisis Statistik Kekuatan Tarik

Analisis statistik dilakukan menggunakan metode *Design of Experiment* (DoE) faktorial penuh ²³ dengan tiga faktor utama: konsentrasi larutan NaOH (0%, 5%, 10%), waktu perendaman (3 jam, 5 jam),

dan fraksi volume serat (10:90, 15:85). Pengolahan data dilakukan dengan perangkat lunak Minitab, dan hasil ANOVA disajikan pada Gambar 10.

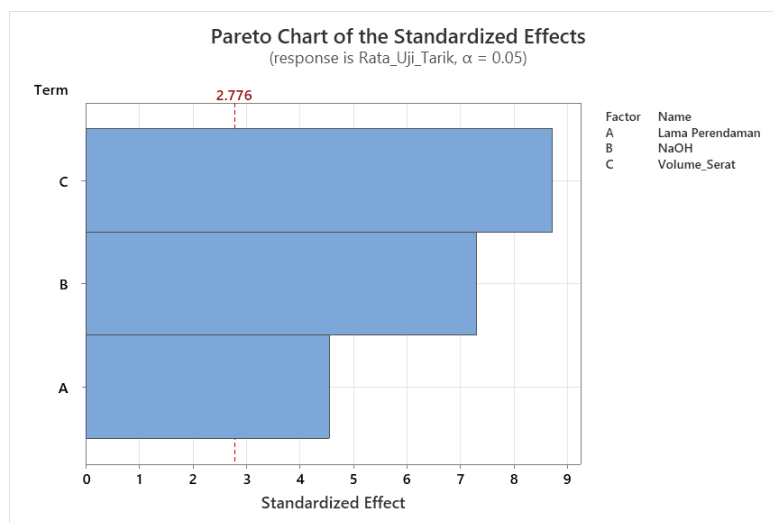
Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	3	45.221	15.0738	50.09	0.001
Linear	3	45.221	15.0738	50.09	0.001
Lama Perendaman	1	6.230	6.2304	20.70	0.010
NaOH	1	16.074	16.0744	53.41	0.002
Volume_Serat	1	22.916	22.9164	76.15	0.001
Error	4	1.204	0.3010		
Total	7	46.425			

Gambar 10. ANOVA Hasil Pengujian Tarik

Berdasarkan hasil ANOVA, ketiga faktor menunjukkan pengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik dengan nilai P-Value < 0,05. Faktor volume serat memberikan pengaruh paling dominan dengan nilai ($F = 76,15$ dan $P = 0,001$), diikuti oleh konsentrasi NaOH dengan nilai ($F = 53,41$ dan $P = 0,002$), dan lama perendaman dengan nilai ($F = 20,70$ dan $P = 0,010$). Dengan demikian, H_0 ditolak untuk seluruh faktor, yang berarti masing-masing faktor berpengaruh nyata terhadap kekuatan tarik biokomposit.

Untuk mengidentifikasi faktor yang paling berpengaruh terhadap kekuatan tarik biokomposit, dilakukan analisis menggunakan diagram Pareto. Gambar 11 memperlihatkan hasil analisis diagram Pareto untuk data uji tarik biokomposit.



Gambar 11. Diagram Pareto

Hasil analisis diagram Pareto memperlihatkan bahwa ketiga faktor utama lama perendaman (A), konsentrasi NaOH (B), dan volume serat (C) melewati batas signifikansi statistik pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Faktor volume serat (C) menunjukkan efek paling besar, diikuti oleh konsentrasi NaOH (B) dan lama perendaman (A). Hasil ini konsisten dengan analisis ANOVA, yang menegaskan bahwa peningkatan fraksi volume serat dan konsentrasi NaOH berperan penting dalam meningkatkan kekuatan tarik biokomposit.

4. SIMPULAN

Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa komposit tanpa perlakuan alkalisasi memiliki kekuatan tarik tertinggi, dengan nilai rata-rata sebesar 30,47 MPa pada fraksi volume serat 15%. Sementara itu, spesimen dengan perlakuan alkalisasi menunjukkan penurunan kekuatan tarik seiring dengan meningkatnya konsentrasi larutan NaOH dan lamanya waktu perendaman, dengan nilai terendah sebesar 19,60 MPa pada perlakuan NaOH 10% selama 5 jam.

Penurunan kekuatan tarik disebabkan oleh degradasi struktur selulosa dan melemahnya integritas dinding sel serat akibat proses kimia yang berlebihan, meskipun terjadi peningkatan adhesi pada antarmuka serat–matriks. Di sisi lain, peningkatan fraksi volume serat dari 10% menjadi 15% pada perlakuan NaOH 5% selama 3 jam memberikan peningkatan kekuatan tarik hingga 25,70 MPa, yang menunjukkan bahwa penambahan serat dalam batas optimum masih mampu meningkatkan efisiensi transfer beban antar fasa. Secara keseluruhan, hasil ini mengindikasikan bahwa perlakuan alkalisasi perlu dikontrol secara tepat untuk memperoleh keseimbangan antara kekuatan serat dan kualitas ikatan antarmuka pada biokomposit serat daun pandan alas.

Berdasarkan hasil ANOVA dan diagram Pareto, analisis statistik menunjukkan bahwa faktor utama lama perendaman (A), konsentrasi NaOH (B), dan volume serat (C) berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik biokomposit serat daun pandan alas. faktor volume serat (A) merupakan variabel paling dominan dalam memengaruhi kekuatan tarik, diikuti oleh konsentrasi NaOH (B) dan lama perendaman (C). Dengan demikian, proses alkalisasi perlu dikontrol secara tepat untuk mencapai keseimbangan antara kekuatan serat dan ikatan antarmuka yang optimal pada biokomposit serat daun pandan alas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Lohdy, G. S. Arrad And N. A. Muhammad, "Analisis Kekuatan Tarik Pada Material Komposit Dengan Serat Penguat Polimer," *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, Vol. 4, No. 2, Pp. 56-67, 2020.
- [2] D. Ilham And W. Edi, "ANALISIS PENGARUH ALKALISASI Naoh TERHADAP SERAT DAUN NANAS SEBAGAI PENGUATAN BIOKOMPOSIT," *Jurnal Unesa*, Pp. 1-6, 2022.
- [3] R. Fadillah, "Analisis Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Material Komposit Pada Body Mobil Listrik Prosoe Kmhe 2019," *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 9, No. 1, P. 129, 2020.
- [4] B. F. Irham, "Analisa Kekuatan Tarik Dan Bending Serat Daun Pandan Laut Sebagai Bahan Alternatif Penguat Material Komposit," Universitas Jember, Jember, 2023.
- [5] Z. N. Diyana, R. Jumaidin, M. Z. Selamat, R. H. Alamjuri And A. M. Y. Fahmi, "Extraction And Characterization Of Natural Cellulosic Fiber From Pandanus Amaryllifolius Leaves," *Polymers*, Pp. 1-16, 2021.
- [6] Fandy, Anita And Handika, "Pengaruh Pemanfaatan Serat Sabut Kelapa Dengan Perlakuan Alkali Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton," *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, Pp. 1-8, 2017.
- [7] W. Sri, H. Lukman And H. Fikri, "Pemanfaatan Limbah Kaleng Minuman Aluminium Sebagai Penghasil Gas Hidrogen Menggunakan Katalis Natrium Hidroksida (Naoh)," *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, Pp. 92-104, 2016.
- [8] K. Amirin, S. Noval And D. Rita, "Analisis Pengaruh Konsentrasi Natrium Hidroksida Terhadap Sifat Mekanik Biokomposit Berpenguat Serat Sisal," *Jurnal Fisika UNNES*, Pp. 11-18, 2020.
- [9] Sudarisman, N. S. Atmaja, B. N. R. Muhammad And K. Purbono, "Degumming, Perlakuan Alkali, Dan Karakterisasi Serat Pandan Berduri (Pandanus Tectorius)," *Jurnal Material Dan Proses Manufaktur*, Pp. 42-49, 2019.
- [10] W. Kris, S. I. Yudy, S. Rudy And S. Heru, "Pengaruh Perlakuan Alkali (Naoh) Terhadap Morfologi Dan Kekuatan Tarik Serat Mendong," *Jurnal Rekayasa Mesin*, Pp. 227-234, 2013.
- [11] S. Muhammad, E. Anugrah And Yulianto, "Komposit Hybride Serat Buah Kelapa Dan Tebu Pada Bagian Akar, Batang, Pucuk Bermatrix Polyester BQTN 157," *Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur*, Vol. 15, No. 2, Pp. 192-197, 2023.
- [12] N. H. Isro, H. Sri, N. Nurhadi, P. R. Anaya, A. Ridwan And A. P. T. Roy, "Analisa Uji Tarik Dan Uji Impak Pada Komposit Sekam Padi Perlakuan Naoh Dan Pengisi Plastik Polypropylene (PP) Dengan Matriks Resin," *Jurnal Rekayasa Mesin*, Vol. 18, No. 2, Pp. Hal 155-166, 2023.