JURNAL LOCUS: Penelitian & Pengabdian
Volume 5 No. 6 Juni 2026
E-ISSN 2829-7334| P-ISSN 2829-5439
Hompage: https://locus.rivierapublishing.id/index.php/jl

Analisis Kekuatan Bending Serat Bundung (*Scirpus Grossus*) dengan Variasi Perlakuan Alkali

Erwin
Politeknik Negeri Sambas, Indonesia
Email: erwin.poltesa@gmail.com

Keywords:
Polyester resin;
bundung fiber;
NaOH;
and hand lay-up

Abstract

This research aims to analyze the effect of fiber volume fraction and variations in bundung fiber (Scirpus grossus) treatment on the bending strength of resin-based composites. The fiber volume fraction variations used were 20%, 30%, and 40% with three treatment conditions, namely without treatment, immersion in 5% NaOH for 2 hours, and a combination of immersion in 5% NaOH for 2 hours followed by heating at 70 °C for 2 hours. This research employs an experimental method, where the composite manufacturing process is carried out using the hand lay-up method, involving the arrangement of fiber layers into a mold and manual impregnation with resin until test specimens are obtained. The test results indicate that increasing the fiber volume fraction significantly contributes to the enhancement of bending strength across all treatments. Composites with untreated fibers exhibit the lowest strength, while NaOH treatment significantly improves strength through the delignification process, which enhances fiber-resin adhesion. The combined NaOH and heating treatment yields the highest bending strength, reaching 98 N/mm² at a 40% fiber fraction, attributed to reduced moisture content, removal of impurities, and improved dimensional stability of the fiber. Thus, the combination of NaOH and heating treatment proves to be the most effective in enhancing the mechanical performance of bundung fiber-based composites.

Kata Kunci:
Resin polyester;
serat bundung;
NaOH;
dan hand lay-up

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh fraksi volume serat dan variasi perlakuan serat bundung (*Scirpus grossus*) terhadap kekuatan bending komposit berbasis resin. Variasi fraksi volume serat yang digunakan adalah 20% 30% 40% dengan tiga kondisi perlakuan, yaitu tanpa perlakuan, perendaman NaOH 5% selama 2 jam, serta kombinasi perendaman NaOH 5% selama 2 jam diikuti pemanasan pada suhu 70 °C selama 2 jam. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, di mana proses pembuatan komposit dilakukan dengan metode hand lay-up, yaitu penyusunan lapisan serat ke dalam cetakan dan impregnasi dengan resin secara manual hingga diperoleh spesimen uji. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan fraksi volume serat berkontribusi nyata terhadap peningkatan kekuatan bending pada seluruh perlakuan. Komposit dengan serat tanpa perlakuan memiliki kekuatan paling rendah, sedangkan perlakuan NaOH meningkatkan kekuatan secara signifikan melalui proses delignifikasi yang memperbaiki adhesi serat–resin. Perlakuan kombinasi NaOH dan pemanasan menghasilkan kekuatan bending tertinggi, mencapai 98 N/mm² pada fraksi serat 40%, yang disebabkan oleh berkurangnya kadar air, terlepasnya pengotor, serta meningkatnya stabilitas dimensional serat. Dengan demikian, kombinasi perlakuan NaOH dan pemanasan

terbukti paling efektif dalam meningkatkan kinerja mekanik komposit berbasis serat bundung.

PENDAHULUAN

Serat alami merupakan bahan biomassa yang berasal dari tumbuhan, hewan, atau mineral yang telah lama dimanfaatkan sebagai bahan baku tekstil, bahan komposit, kerajinan, serta material teknis lain karena ketersediaannya yang melimpah, terbarukan, dan biodegradable (Pickering et al., 2016; Qiu et al., 2021; Sathees Kumar, 2020; Torres et al., 2017). Di era pengurangan penggunaan bahan berbasis fosil dan meningkatnya perhatian pada ekonomi sirkular, serat alami kembali mendapat perhatian sebagai penguat pada komposit polimer dan alternatif bahan baku industri ringa (Boimau, 2022; Suparno, 2020).

Di Kabupaten Sambas, khususnya pada wilayah Desa Lubuk Dagang yang memiliki dusun-ddengan kondisi lahan basah dan muara sungai menyediakan habitat alami bagi rumput/tebu air seperti bundung (Faruk et al., 2014; Ismail et al., 2021; Rajak et al., 2019; Rangappa et al., 2022). Sumber-sumber lokal dan dokumentasi desa menyebut keberadaan Dusun Dagang Barat sebagai salah satu pemukiman di Desa Lubuk Dagang (Kecamatan Sambas), sehingga ketersediaan bundung di sekitar desa-desa pesisir dan kawasan rawa di Kabupaten Sambas sangat mungkin tinggi. Keberadaan bundung di tingkat lokal membuka peluang pemanfaatan oleh masyarakat setempat untuk nilai tambah ekonomi dan pemanfaatan limbah/sumber daya local (Erwin & Leo, 2016).



Gambar 1. Tanaman Bundung
Sumber: Dokumentasi penelitian, 2025

Sejumlah penelitian akademik di Indonesia telah mengkaji sifat mekanik serta aplikasi serat bundung dalam komposit: Penelitian eksperimental di Universitas Tanjungpura menguji kekuatan tarik serat bundung yang diberi variasi perlakuan alkali (NaOH), menemukan bahwa perendaman 5% NaOH selama 30 menit dapat meningkatkan kekuatan tarik rata-rata serat hingga nilai tertinggi yang dilaporkan. Studi dari Politeknik Negeri Sambas mengkaji upaya peningkatan kualitas sifat mekanik komposit poliester yang menggunakan serat bundung sebagai penguat, menunjukkan potensi bundung untuk aplikasi komposit teknik ringan. Artikel

dan laporan lain (termasuk yang tersedia di Neliti dan repositori kampus) meninjau pengaruh proses pra-perlakuan (perendaman, pressing, pengeringan) serta variabel manufaktur pada performa mekanik panel/komposit yang menggunakan serat bundung. Hasil-hasil ini menggari sbawahi perlunya optimasi proses untuk memaksimalkan kinerja mekanik dan konsistensi serat bundung

Terdapat beberapa celah penting yang mendorong perlunya penelitian lebih lanjut, khususnya yang berfokus pada konteks lokal Sambas/Dusun Dagang Barat: Karakterisasi sumber daya lokal: kajian kuantitatif tentang ketersediaan bundung di Desa Lubuk Dagang (khususnya Dusun Dagang Barat) dan musim panen belum terdokumentasi secara komprehensif. Standarisasi pra-perlakuan: optimasi parameter perendaman alkali, lamanya pressing, dan pengeringan untuk menghasilkan serat dengan mutu konsisten yang cocok untuk aplikasi komposit. Analisis sosio-ekonomi: studi rantai nilai terkait potensi pengolahan bundung menjadi produk bernilai tambah di tingkat desa, termasuk analisis kelayakan usaha mikro dan dampak lingkunga Dalam penelitian ini akan melakukan uji krakteristik komposit serat bundung (Syahputra, 2023). Dengan perlakuan perendaman alkali dengan uji bending dapat dilihat pada gambar 1.2



Gambar 2. Melakukan uji *bendin*g
Sumber: Dokumentasi penelitian, 2025

Penelitian ini menawarkan kebaruan yang membedakannya dari studi-studi sebelumnya tentang serat bundung. Pertama, penelitian ini mengkombinasikan tiga variasi perlakuan (tanpa perlakuan, perendaman NaOH 5% selama 2 jam, serta kombinasi perendaman NaOH 5% selama 2 jam diikuti pemanasan 70°C selama 2 jam) pada serat bundung sebagai penguat komposit resin polyester, yang belum banyak dilakukan secara sistematis. Kedua, penelitian ini secara khusus menggunakan fraksi volume serat 20%, 30%, dan 40% untuk melihat pengaruhnya terhadap kekuatan bending, sehingga memberikan rentang data yang lebih komprehensif. Ketiga, penelitian ini menerapkan proses post-curing pada suhu 70°C selama 2 jam yang didasarkan pada pertimbangan glass transition temperature (Tg) resin polyester untuk mengoptimalkan derajat crosslinking tanpa merusak serat alam. Keempat, penelitian ini menggunakan serat bundung yang berasal dari sumber daya lokal di Kabupaten Sambas,

Kalimantan Barat, sehingga berkontribusi pada pemanfaatan potensi bahan alam setempat yang selama ini belum terdokumentasi secara kuantitatif dalam literatur komposit.

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi celah penelitian di atas, penelitian ini bertujuan untuk: menganalisis pengaruh fraksi volume serat bundung (20%, 30%, dan 40%) terhadap kekuatan bending komposit resin polyester; mengevaluasi efektivitas perlakuan alkali (perendaman NaOH 5% selama 2 jam) dalam meningkatkan kekuatan bending komposit; menguji efek kombinasi perlakuan alkali dan pemanasan (70°C selama 2 jam) terhadap peningkatan kekuatan bending; serta menentukan kondisi perlakuan dan fraksi volume serat yang menghasilkan kekuatan bending optimal pada komposit berbasis serat bundung. Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat teoretis dan praktis. Secara teoretis, hasil penelitian ini memperkaya kajian ilmu material dan teknik komposit, khususnya dalam memahami pengaruh perlakuan alkali dan post-curing terhadap karakteristik mekanik serat alam lokal. Penelitian ini juga menjadi referensi bagi pengembangan model hubungan antara fraksi volume serat, perlakuan permukaan, dan kekuatan bending komposit polimer berpenguat serat alam. Secara praktis, penelitian ini bermanfaat bagi: masyarakat dan pelaku usaha mikro di Kabupaten Sambas sebagai dasar pemanfaatan serat bundung menjadi produk bernilai tambah seperti papan komposit untuk aplikasi non-struktural; akademisi dan peneliti sebagai acuan untuk eksplorasi serat alam lainnya dengan perlakuan serupa; industri kecil menengah yang membutuhkan material alternatif ramah lingkungan dan terbarukan; serta pemerintah daerah dalam mengembangkan potensi ekonomi berbasis sumber daya alam lokal yang berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Untuk memperoleh hasil penelitian yang optimal, digunakan material serat bundung (*Scirpus grossus*) yang termasuk dalam kategori serat alam. Tanaman ini banyak ditemukan di Pulau Kalimantan, khususnya di Kabupaten Sambas, tepatnya di Dusun Dagang Barat dan Dusun Dagang Timur, Kalimantan Barat. Pemanfaatan serat bundung sebagai bahan baku komposit dinilai relevan karena bersifat ramah lingkungan serta dapat dijadikan alternatif solusi untuk mengurangi pencemaran lingkungan akibat limbah plastik sintetik yang bersifat non-degradable dan masih mendominasi penggunaannya hingga saat ini.

Bahan berbasis tumbuhan, seperti serat alam, memiliki keunggulan dibandingkan material sintetik karena bersifat terbarukan *(renewable*) dan mudah terurai (*biodegradable*). Limbah tumbuhan pada umumnya dapat diuraikan secara alami oleh mikroorganisme (Manral et al., 2020; Monteiro et al., 2012; Thyavihalli Girijappa et al., 2019; Vinod et al., 2020). Proses penguraian ini menghasilkan sisa karbon yang tertinggal di dalam tanah, sedangkan airnya menguap ke udara. Dengan demikian, serat alam, termasuk serat bundung, merupakan sumber material yang dapat diperbaharui, mudah terurai, serta ramah lingkungan (Hamidon et al., 2019; Kumar et al., 2019; Sanjay et al., 2018).

Dalam pengembangan material komposit, salah satu teknik yang diterapkan adalah penggunaan orientasi serat pada sudut 90°. Kombinasi orientasi ini menghasilkan struktur komposit yang integral, sehingga elemen material mampu menahan beban multiaksial. Hal ini tidak dapat dicapai apabila serat hanya disusun dalam satu arah, misalnya 90° saja.

Kualitas sifat mekanik komposit sangat dipengaruhi oleh ikatan (*bonding)* antara resin dan filler. Adhesi atau kelekatan pada antarmuka komposit merupakan faktor penting yang

berperan dalam proses transfer beban dari resin ke serat. Ikatan antarmuka yang baik memungkinkan serat menyerap resin secara optimal, sehingga distribusi tegangan dapat berlangsung merata. Dengan demikian, resin tidak hanya berfungsi sebagai perekat serat, tetapi juga sebagai media transfer tegangan ke serat.

Untuk meningkatkan kualitas ikatan antara resin dan serat, dilakukan perlakuan alkali pada serat bundung. Perlakuan ini bertujuan mengubah morfologi permukaan serat menjadi lebih kasar serta menghilangkan sebagian kandungan lignin, lilin, dan minyak. Perubahan tersebut memperbesar luas permukaan kontak antara serat dan resin sehingga ikatan antarmuka menjadi lebih kuat. Dengan demikian, komposit serat bundung diharapkan memiliki kekuatan mekanik yang lebih baik serta berpotensi menjadi material alternatif yang ramah lingkungan.

Variabel Bebas

Variabel bebas yang digunakan adalah perbandingan Fraksi volume serat Bundung (*Scirpus Grossu*s)

1. 20%, 30%, dan 40% Tanpa perlakuan perendalam NaOH
2. 20%, 30%, dan 40% dengan perlakuaan nperendalam NaOH 5% selama 2 jam
3. 20%, 30%, dan 40% dengan perlakuaan nperendalam NaOH 5% selama 2 jam dilakukan pemanasan hasil spesimen uji bensing dengan temperatur 70°C selama 2 jam

Variabel terikat

1. Seat dengan Orientasi sudut 90°
2. Uji Bending (ASTM D790-03)

Variabel Terkontrol

1. Lamanya waktu pemanasan 2 jam
2. Temperatur pemanasan 70° C

Bahan-bahan yang digunakan baik untuk pengujian maupun pembuatan komposit adalah sebagai berikut;

1. Resin P*olyester* 157 BTQN,
2. serat Bundung (*Scurpus grossus*),
3. NaOH
4. Aquades

Peralatan yang digunakan dalam penelitian :

1. Alat tekan cetak
2. Cetaka tekan
3. Timbangan digital
4. Alat pengering
5. Grinding mechine dan Amplas
6. Mesin uji *Bending*
7. Alat bantu lain

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Komposit

Dalam pembuatan komposit digunakan serat bundung langkah-langkahnya adalah

1. Resin dicampur dengan hardener dengan perbandingan 1% hardener per berat resin *polyester*. Kemudian dilakukan pengadukan selama ±4 menit agar campuran resin dan hardener merata dengan bantuan alat mixir mini.

2. Kemudian campuran tersebut dituangkan secara merata sebagai lapisan pertama cetakan
3. Lakukan pembersihan menggunakaan vakum terhadap void hingga void berkurang dan tidak terdapat void yang secara visual.
4. Letakan serat bundung dengan orientasi sudut 90° di atasnya, sebagai lapisan ke dua, tuang campuran *Polyester-Hardener* sampai cetakan penuh.
5. Lakukan pembersihan void seperti langkah no. 4.
6. Keringkan komposit pada suhu kamar selama ± 12 jam, keluarkan kompoosit dari cetakan.
7. void yang terjadi dengan cara menerawang lembaran komposit. Diameternya tidak lebih dari 1 mm. Void tidak boleh mengumpul pada suatu tempat (radius jarak antar void yang diijinkan adalah 1 cm)
8. Bentuklah spesimen uji *bending* (ASTM 790-03)



Gambar 3. Spesimen Komposir bending
Sumber: Dokumentasi penelitian, 2025

9. Memanaskan komposit dalam oven dengan temperature 70°C selama 2 jam
   Tujuan dari pemananan komposit resin polyester dengan serat alam dipanaskan pada suhu 70 °C selama , maka yang terjadi umumnya adalah:
   1. Tidak terjadi kerusakan signifikan
      1. Resin polyester biasanya memiliki glass transition temperature (Tg) sekitar 80–100 °C (tergantung jenis dan kandungan katalis).
      2. Pada 70 °C, resin belum mencapai Tg, sehingga sifat mekaniknya belum turun drastis.
   3. Pelembutan ringan pada resin
      1. Mendekati Tg, resin bisa mulai terasa lebih lunak atau fleksibel sementara.
      2. Namun setelah pendinginan, sifatnya kembali mendekati semula, selama tidak ada degradasi.
   4. Reaksi sisa curing (post-curing)
      1. Jika sebelumnya resin belum sepenuhnya crosslink, pemanasan bisa mempercepat proses post-curing sehingga kekuatan mekanik meningkat.
   5. Dampak pada serat alam
      1. Serat alam (misalnya serat bundung, sisal, kenaf, dll.) mulai kehilangan kandungan air (moisture) pada suhu ini.

2. Air bebas dan sebagian air terikat lemah bisa menguap, yang bisa memperbaiki ikatan antarmuka serat–resin.

6. Tidak ada degradasi termal
    1. Degradasi serat alam biasanya baru signifikan di atas 200 °C, sedangkan resin polyester mulai terurai di atas 250 °C.
    2. Jadi, 70 °C selama setengah jam aman untuk struktur komposit.

Pada kondisi 70 °C selama 30 menit, resin polyester dengan serat alam tidak rusak, justru bisa mengalami post-curing (meningkatkan kekuatan) dan pengurangan kelembaban serat. Efeknya lebih ke arah perbaikan sifat mekanik dibanding kerusakan (Stuck, 2021).



Gambar 4. Hasil pemanasan spesimen
Sumber: Dokumentasi penelitian, 2025

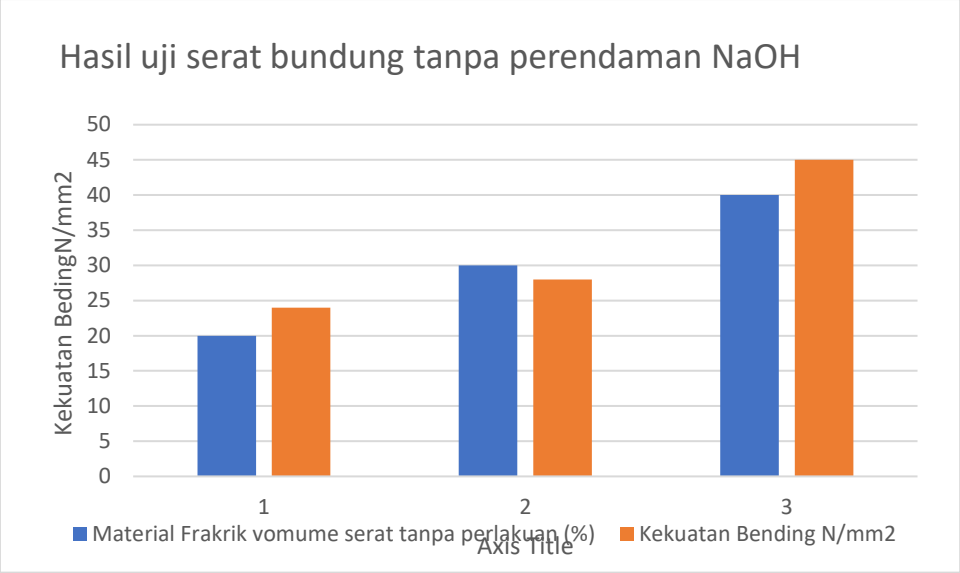
3. Hasil dan Pembahasaan uji *Bending*

3.1. Hasil Pengujian *Bending* Rata –Rata Serat Bundung dilakukan tiga kali pengulangan Kekuatan *Bending* rata-rata Komposit serat Bundung dapat dilihat pada table 1. table 2 dan table 3

Tabel 1. Hasil pengujian serat bundung tanpa perendalam NaOH

NO	Material Frakrik vomume serat tanpa perlakuan (%)	Kekuatan Bending N/mm^2
1	20	24
2	30	28
3	40	45

Sumber: Hasil pengujian peneliti, 2025



Gambar 5. Grafik Hasil Uji bending serat bundung tanpa perlakuan NaOH
Sumber: Hasil pengujian peneliti, 2025

Berdasarkan gambar 5 dapat terlihat bahwa peningkatan fraksi volume serat cenderung meningkatkan kekuatan bending komposit. Pada fraksi volume serat 20%, nilai kekuatan bending masih relatif rendah yaitu 24 N/mm². Hal ini diduga karena jumlah serat yang sedikit belum mampu menahan beban lentur secara optimal sehingga beban dominan ditopang oleh matriks resin polyester.

Peningkatan fraksi volume menjadi 30% menghasilkan kenaikan kekuatan bending menjadi 28 N/mm². Kenaikan ini menunjukkan adanya kontribusi serat yang lebih besar dalam mendistribusikan tegangan lentur. Peningkatan kekuatan pada level ini masih terbatas karena ikatan antar muka (*interfacial bonding*) antara serat dan matriks belum terlalu kuat, mengingat serat belum mengalami perlakuan kimia (NaOH).

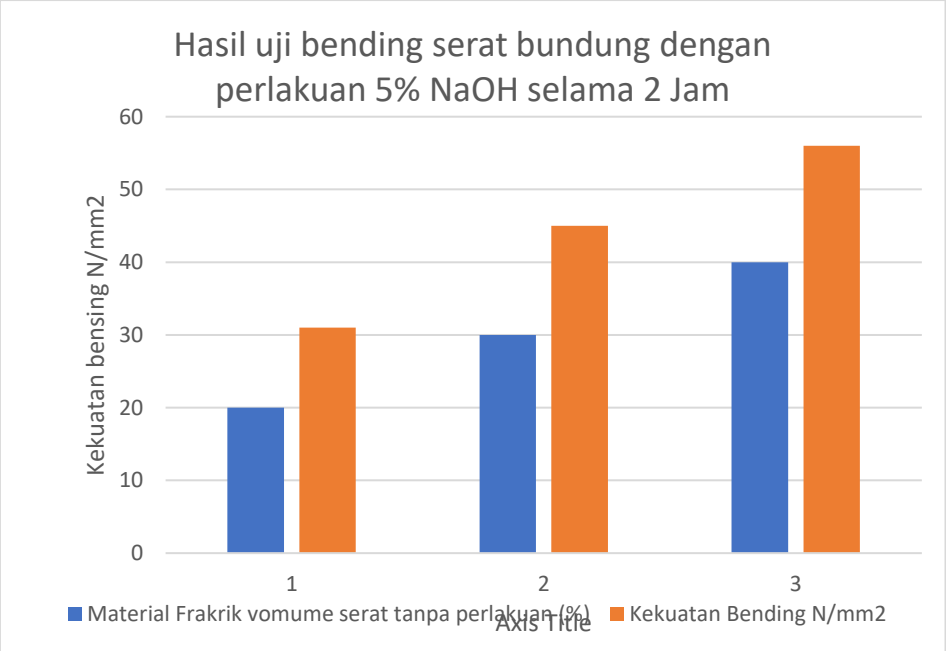
Kekuatan bending tertinggi dicapai pada fraksi volume serat 40%, yaitu 45 N/mm². Nilai ini meningkat cukup signifikan dibandingkan dengan dua variasi sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah serat yang ditambahkan, semakin besar pula kontribusinya dalam menahan beban lentur. Meskipun serat tidak mengalami perlakuan kimia, pada konsentrasi serat yang lebih tinggi terjadi efek perkuatan yang lebih dominan sehingga struktur komposit menjadi lebih kaku dan kuat.

Secara umum, tren hasil ini sejalan dengan teori dasar komposit, yaitu peningkatan fraksi volume serat dapat memperbaiki sifat mekanik, khususnya kekuatan bending, selama distribusi serat merata dan adhesi dengan matriks masih dalam batas yang dapat diterima. Namun, perlu dicatat bahwa tanpa adanya perlakuan NaOH, kemungkinan masih terdapat lapisan lignin, hemiselulosa, dan zat ekstraktif pada permukaan serat yang dapat menghambat ikatan optimal dengan matriks. Dapat disimpulkan bahwa fraksi volume serat 40% memberikan hasil terbaik untuk komposit serat bundung tanpa perlakuan NaOH, dengan peningkatan kekuatan bending hampir dua kali lipat dibandingkan fraksi 20%.

Tabel 2. Hasil pegujian serat dengan perlakuan tanpa pemanasan

NO	Material Frakrik vomume serat tanpa perlakuan (%)	Kekuatan Bending N/mm2
1	20	31
2	30	45
3	40	56

Sumber: Hasil pengujian peneliti, 2025



Gambar 6. Grafik Hasil pemgujian serat bundung dengan perlakuan 5% NaOH tanpa pemanasan

Sumber: Hasil pengujian peneliti, 2025

Hasil pengujian bending serat bundunh dapat dilihat pada grafik 3.2 pada komposit resin polyester yang diperkuat serat bundung tanpa perlakuan pemanasan menunjukkan adanya tren peningkatan kekuatan bending seiring dengan bertambahnya fraksi volume serat.

1. Kenaikan Kekuatan Seiring Fraksi Volume Serat
   Pada fraksi volume serat 20%, komposit memiliki kekuatan bending sebesar 31 N/mm². Nilai ini meningkat menjadi 45 N/mm² pada 30% serat, dan mencapai 56 N/mm² pada 40% serat. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa penambahan jumlah serat mampu meningkatkan kemampuan komposit menahan beban lentur. Hal ini sesuai dengan teori komposit, di mana serat berfungsi sebagai penguat (reinforcement) yang menahan beban, sedangkan resin berfungsi sebagai pengikat (matrix). Semakin tinggi fraksi volume serat, semakin banyak bagian beban yang didistribusikan dan ditanggung oleh serat, sehingga meningkatkan sifat mekanik komposit.
2. Efektivitas Distribusi Serat dalam Resin
   Pada fraksi serat rendah (20%), resin lebih dominan sehingga sifat komposit cenderung mirip resin murni yang relatif rapuh terhadap beban lentur. Dengan meningkatnya

kandungan serat (30–40%), distribusi serat dalam resin semakin rapat, sehingga ikatan antar-serat dan resin lebih efektif dalam menahan gaya bending.

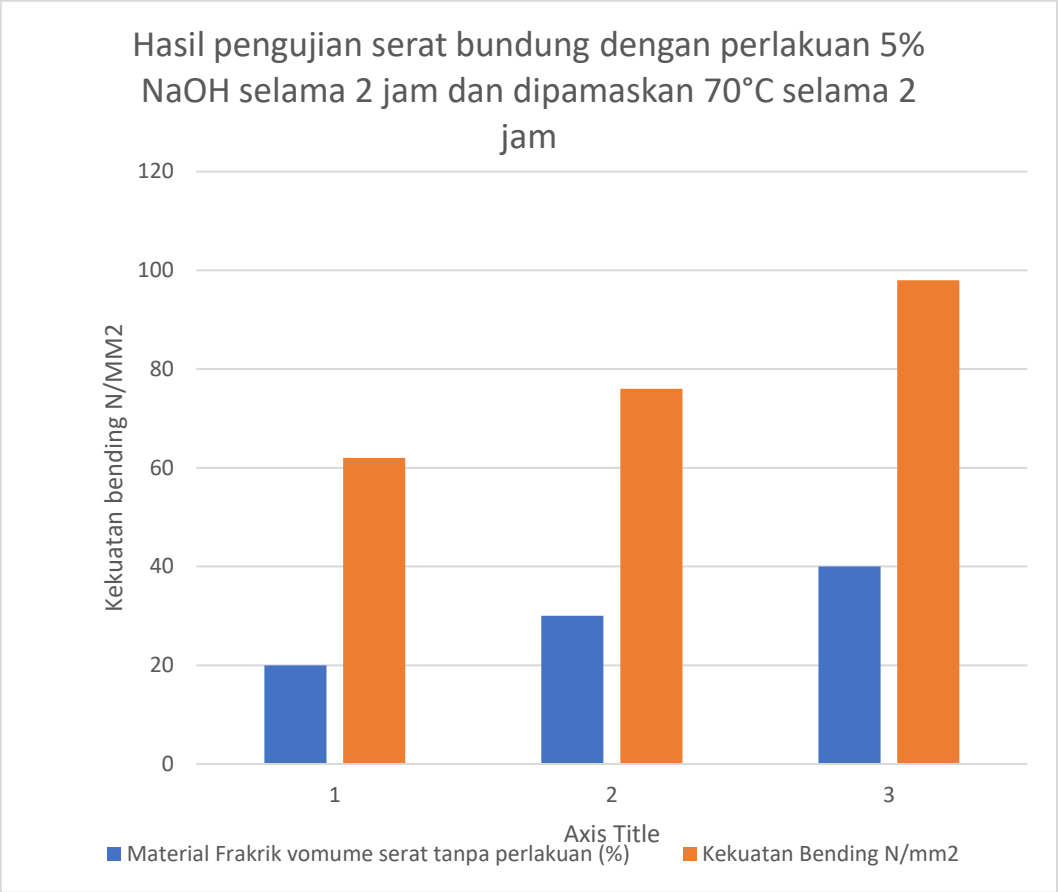
3. Fenomena Batas Peningkatan
   Walaupun terjadi peningkatan kekuatan hingga 40%, perlu dicermati bahwa penambahan serat yang terlalu tinggi dapat menimbulkan kelemahan struktural, seperti aglomerasi serat, distribusi yang tidak merata, atau porositas akibat berkurangnya resin sebagai pengikat. Namun, pada hasil ini tren peningkatan masih linier, artinya fraksi volume 20–40% masih berada pada kondisi optimal untuk peningkatan kekuatan bending.
4. Implikasi terhadap Aplikasi
   Hasil ini membuktikan bahwa serat bundung berpotensi digunakan sebagai penguat alami dalam material komposit berbasis resin polyester. Dengan fraksi volume optimal (sekitar 40%), material mampu menunjukkan peningkatan kekuatan bending yang signifikan, sehingga dapat dipertimbangkan untuk aplikasi struktural ringan yang membutuhkan kekuatan mekanik lebih baik dibanding resin murni

Dari hasil pengujian bending dapat disimpulkan bahwa peningkatan fraksi volume serat bundung tanpa perlakuan dari 20% hingga 40% memberikan peningkatan kekuatan bending yang cukup signifikan, yaitu dari 31 N/mm² menjadi 56 N/mm². Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan serat, semakin besar kontribusi serat dalam menahan beban lentur, sehingga sifat mekanik komposit semakin baik.

Tabel 3. Hasil pegujian serat dengan perlakuan dengan pemanasab pemanasan 70 °C selama 2 jam

NO	Material Frakrik vomume serat tanpa perlakuan (%)	Kekuatan Bending N/mm2
1	20	62
2	30	76
3	40	98

Sumber: Hasil pengujian peneliti, 2025



Gambar 7. Grafik Hasil pemgujian serat bundung dengan perlakuan 5% NAOH dan Dipanaskan 70℃ selama 2 jam

Sumber: Hasil pengujian peneliti, 2025

Hasil pengujian bendingserat bundung dapat dilihat pada grafik 3.3 pada komposit resin polyester yang diperkuat dengan serat bundung menunjukkan peningkatan kekuatan seiring dengan bertambahnya fraksi volume serat. Data yang diperoleh adalah sebagai berikut: pada fraksi volume serat 20% kekuatan bending mencapai 62 N/mm², pada 30% meningkat menjadi 76 N/mm², dan pada 40% mencapai 98 N/mm².

1. Pengaruh Perlakuan NaOH 5% selama 2 jam

Perendaman serat bundung dengan larutan NaOH 5% berfungsi sebagai treatment kimia untuk modifikasi permukaan serat. Perlakuan alkali mampu menghilangkan lignin, hemiselulosa, serta kotoran pada permukaan serat, sehingga meningkatkan kekasaran dan luas bidang kontak. Kondisi ini memungkinkan terjadinya ikatan mekanis dan kimia yang lebih baik antara serat dengan matriks resin polyester. Akibatnya, tegangan yang diterima pada saat pengujian bending dapat lebih efektif didistribusikan melalui serat ke seluruh komposit, sehingga kekuatan meningkat secara signifikan dibandingkan serat tanpa perlakuan.

2. Pengaruh Pemanasan pada Suhu 70 °C selama 2 jam

Proses pemanasan setelah fabrikasi komposit pada suhu 70 °C selama 2 jam dapat dikategorikan sebagai post-curing. Pada kondisi ini, resin polyester mengalami proses polimerisasi lanjutan sehingga derajat crosslinking meningkat. Efeknya adalah struktur resin

menjadi lebih padat dan kaku, sehingga mampu memperkuat ikatan dengan serat. Pemanasan juga membantu mengurangi tegangan sisa (*residual stress*) pada komposit, yang berdampak positif terhadap ketahanan mekanik termasuk sifat bending.

3. Keterkaitan Fraksi Volume Serat dengan Kekuatan *bending*

Peningkatan fraksi volume serat dari 20% hingga 40% menunjukkan tren positif terhadap kekuatan bending. Hal ini menandakan bahwa serat bundung berperan dominan sebagai penahan beban tarik dalam struktur komposit. Pada fraksi serat 40%, kekuatan bending mencapai nilai tertinggi (98 N/mm²), menunjukkan bahwa semakin banyak serat yang berkontribusi dalam menahan beban, semakin besar kemampuan komposit untuk menerima gaya lentur. Namun, fenomena ini hanya berlaku hingga titik optimum tertentu; bila fraksi serat terlalu tinggi, dapat menimbulkan void, poor wetting, atau aglomerasi yang justru menurunkan kekuatan mekanik.

4. Interpretasi Ilmiah

Secara ilmiah, kombinasi perlakuan NaOH 5% dan pemanasan pada 70 °C selama 2 jam terbukti memberikan efek sinergis terhadap sifat mekanik komposit. NaOH meningkatkan kualitas antarmuka serat-matriks, sementara pemanasan meningkatkan derajat curing resin. Dengan demikian, kekuatan bending yang dicapai relatif tinggi bila dibandingkan dengan komposit serat tanpa perlakuan.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [4] mengenai Efek Temperatur terhadap Sifat Tarik Komposit *Poliester* Berpenguat Serat Daun Gewang pada *Jurnal Material dan* Proses Manufaktur hanya menggunakan variasi temperatur pemanasan sebesar 100 °C, 150 °C, dan 200 °C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik terbaik diperoleh pada temperatur 100 °C. Hal ini disebabkan karena temperatur tersebut masih berada dalam rentang *glass transition temperature* (Tg) resin *poliester,* yaitu sekitar 80 °C hingga 120 °C, sehingga struktur komposit belum mengalami penurunan sifat mekanik yang signifikan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa peningkatan fraksi volume serat bundung dari 20% hingga 40% secara umum meningkatkan kekuatan bending komposit pada semua kondisi perlakuan, yang membuktikan bahwa serat bundung berfungsi efektif sebagai penguat dalam komposit resin polyester. Pada komposit tanpa perlakuan kimia, kekuatan bending meningkat dari 24 N/mm² (fraksi 20%) menjadi 45 N/mm² (fraksi 40%), namun peningkatan ini masih terbatas karena belum adanya modifikasi permukaan serat sehingga ikatan antarmuka dengan resin kurang optimal akibat lignin, hemiselulosa, dan zat ekstraktif. Perlakuan perendaman serat dengan larutan NaOH 5% tanpa pemanasan mampu meningkatkan kekuatan bending secara signifikan, yaitu dari 31 N/mm² (fraksi 20%) menjadi 56 N/mm² (fraksi 40%), karena perlakuan alkali menghilangkan pengotor, meningkatkan kekasaran, serta memperbesar luas kontak antarmuka sehingga ikatan mekanis dan adhesi kimia dengan resin menjadi lebih baik. Kombinasi perlakuan alkali dan post-curing (pemanasan 70°C selama 2 jam) menghasilkan kekuatan bending tertinggi, yakni 62 N/mm² (fraksi 20%) hingga 98 N/mm² (fraksi 40%), yang disebabkan oleh sinergi peningkatan kualitas ikatan serat-matriks dari NaOH dan perbaikan derajat *curing* resin polyester melalui peningkatan *crosslinking* serta pengurangan tegangan sisa dari pemanasan. Saran untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan melakukan variasi konsentrasi dan waktu perendaman NaOH yang lebih luas,

menguji fraksi volume serat di atas 40% untuk mengetahui titik optimum, serta mengeksplorasi perlakuan kimia lain (seperti asetilasi atau silanasi) untuk meningkatkan kompatibilitas serat bundung dengan matriks polimer. Selain itu, perlu dilakukan uji mekanik lain seperti uji tarik dan impak, serta studi mikrograf untuk menganalisis mekanisme kegagalan antarmuka secara lebih mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

Boimau, K. (2022). Efek Temperatur terhadap Sifat Tarik Komposit Poliester Berpenguat Serat Daun Gewang. *Jurnal Material Dan Proses Manufaktur*.

Erwin, & Leo. (2016). Upaya peningkatan kualitas sifat mekanik komposit poliester yang menggunakan serat bundung sebagai penguat. *Jurnal Positron*.

Faruk, O., Bledzki, A. K., Fink, H. P., & Sain, M. (2014). Progress report on natural fiber reinforced composites. *Macromolecular Materials and Engineering*, *299*(1), 9–26. https://doi.org/10.1002/mame.201300008

Hamidon, M. H., Sultan, M. T. H., Ariffin, A. H., & Shah, A. U. M. (2019). Effects of fibre treatment on mechanical properties of kenaf fibre reinforced composites: A review. *Journal of Materials Research and Technology*, *8*(3), 3327–3337. https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2019.04.012

Ismail, N. F., Radzuan, N. A. M., Sulong, A. B., Muhamad, N., & Che Haron, C. H. (2021). Effect of alkali treatment on physical, mechanical and thermal properties of kenaf fiber reinforced polymer composites: A review. *Polymers*, *13*(12), 2005. https://doi.org/10.3390/polym13122005

Kumar, R., Ul Haq, M. I., Raina, A., & Anand, A. (2019). Industrial applications of natural fibre-reinforced polymer composites: Challenges and opportunities. *International Journal of Sustainable Engineering*, *12*(3), 212–220. https://doi.org/10.1080/19397038.2018.1538267

Manral, A., Ahmad, F., & Chaudhary, V. (2020). Static and dynamic mechanical properties of PLA bio-composite with hybrid reinforcement of flax and jute fiber. *Materials Today: Proceedings*, *26*(2), 2094–2101. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.449

Monteiro, S. N., Calado, V., Rodriguez, R. J. S., & Margem, F. M. (2012). Thermogravimetric behavior of natural fibers reinforced polymer composites: An overview. *Materials Science and Engineering: A*, *557*, 17–28. https://doi.org/10.1016/j.msea.2012.05.109

Pickering, K. L., Efendy, M. G. A., & Le, T. M. (2016). A review of recent developments in natural fibre composites and their mechanical performance. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, *83*, 98–112. https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2015.08.038

Qiu, Z., Wang, J., & Fan, H. (2021). Low velocity flexural impact behaviors of bamboo fiber reinforced composite beams. *Polymer Testing*, *94*, 107047. https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2020.107047

Rajak, D. K., Pagar, D. D., Menezes, P. L., & Linul, E. (2019). Fiber-reinforced polymer composites: Manufacturing, properties, and applications. *Polymers*, *11*(10), 1667. https://doi.org/10.3390/polym11101667

Rangappa, S. M., Siengchin, S., Parameswaranpillai, J., Jawaid, M., & Ozbakkaloglu, T. (2022). Lignocellulosic fiber reinforced composites: Progress, performance, properties, applications, and future perspectives. *Polymer Composites*, *43*(2), 645–691. https://doi.org/10.1002/pc.26413

Sanjay, M. R., Madhu, P., Jawaid, M., Senthamaraikannan, P., Senthil, S., & Pradeep, S. (2018). Characterization and properties of natural fiber polymer composites: A comprehensive review. *Journal of Cleaner Production*, *172*, 566–581.

https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.101
Sathees Kumar, S. (2020). Dataset on mechanical properties of natural fiber reinforced polyester composites for engineering applications. *Data in Brief*, *28*, 105054. https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.105054
Stuck, M. (2021). Improving glass transition temperature of unsaturated polyester thermosets: Conventional unsaturated polyester resins. *Journal of Applied Polymer Science*.
Suparno, O. (2020). Potensi dan masa depan serat alam Indonesia sebagai bahan baku aneka industri. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*.
Syahputra, F. D. (2023). Pengaruh daya pemanasan microwave oven kekuatan tarik komposit serat bambu wulung (Trovio) dengan matriks polyester (Lacea). *Jurnal JTM*.
Thyavihalli Girijappa, Y. G., Mavinkere Rangappa, S., Parameswaranpillai, J., & Siengchin, S. (2019). Natural fibers as sustainable and renewable resource for development of eco-friendly composites: A comprehensive review. *Frontiers in Materials*, *6*, 226. https://doi.org/10.3389/fmats.2019.00226
Torres, J. P., Vandi, L. J., Veidt, M., & Heiztmann, M. T. (2017). Statistical data for the tensile properties of natural fibre composites. *Data in Brief*, *12*, 264–268. https://doi.org/10.1016/j.dib.2017.03.043
Vinod, A., Sanjay, M. R., Suchart, S., & Jyotishkumar, P. (2020). Renewable and sustainable biobased materials: An assessment on biofibre reinforced polymer composites. *Journal of Cleaner Production*, *258*, 120978. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120978