



## PENGARUH WAKTU DAN KONSENTRASI ALKALISASI TERHADAP KEKUATAN *BENDING* KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT DAUN NANAS DENGAN Matriks *EPOXY*

Farhan H. Sinaga<sup>1</sup>, Agus Harijono<sup>2</sup>  
Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang  
Jalan Soekarno Hatta No.09 Malang, Jawa Timur  
Email: [farhansinaga4123@gmail.com](mailto:farhansinaga4123@gmail.com)

### A B S T R A K

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi waktu dan konsentrasi alkalisasi terhadap kekuatan *bending* komposit berbahan serat daun nanas dengan matriks *epoxy*. Variasi waktu alkalisasi yang digunakan adalah 1 jam, 2 jam, dan 4 jam, sedangkan konsentrasi larutan NaOH yang digunakan adalah 2%, 5%, dan 10%. Pembuatan komposit dilakukan dengan metode hand lay-up menggunakan fraksi volume serat sebesar 30% dan matriks *epoxy* sebesar 70%, dengan arah serat acak dan panjang serat 50 mm. Pengujian kekuatan *bending* mengacu pada standar ASTM D7264. Data hasil pengujian dianalisis menggunakan metode *Design of Experiment* (DOE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kekuatan *bending* terendah diperoleh pada kombinasi waktu alkalisasi 4 jam dan konsentrasi NaOH 10%, dengan sebesar 79,61 N/mm<sup>2</sup>. Sementara itu, kekuatan *bending* tertinggi dicapai pada kombinasi waktu alkalisasi 2 jam dan konsentrasi NaOH 5% sebesar 229,77 N/mm<sup>2</sup>. Dengan demikian, proses alkalisasi yang tepat terbukti memberikan pengaruh terhadap kekuatan *bending* komposit.

**Kata kunci:** Serat Daun Nanas, Waktu Alkalisasi, Konsentrasi Alkalisasi, Kekuatan *Bending*.

### ABSTRACT

*This study aims to analyze the effect of alkali treatment duration and concentration on the bending strength of pineapple leaf fiber-reinforced composites with an epoxy matrix. The alkali treatment durations used were 1 hour, 2 hours, and 4 hours, while the NaOH concentrations were 2%, 5%, and 10%. The composites were fabricated using the hand lay-up method with a fiber volume fraction of 30% and an epoxy matrix of 70%, with randomly oriented fibers of 50 mm in length. The bending strength test was conducted based on the ASTM D7264 standard. The test data were analyzed using the Design of Experiment (DOE) method. The results showed that the lowest bending strength was obtained with a 4-hour alkali treatment and 10% NaOH concentration, resulting in a strength of 79.61 N/mm<sup>2</sup>. Meanwhile, the highest bending strength was achieved with a 2-hour alkali treatment and 5% NaOH concentration, reaching 229.77 N/mm<sup>2</sup>. Therefore, an appropriate alkali treatment affects the bending strength of the composite.*

**Keywords:** Pineapple Leaf Fiber, Alkalization Time, Alkalization Concentration, Bending Strength.

### Article History

Received: Juli 2025  
Reviewed: Juli 2025  
Published: Juli 2025

Plagiarism Checker No  
234

Prefix DOI : Prefix DOI :  
10.8734/Kohesi.v1i2.365

Copyright : Author

Publish by : Kohesi



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



## PENDAHULUAN

Serat alam menjadi pilihan terbaik untuk dikembangkan menjadi bahan baku pembuatan material dan dapat dimanfaatkan sebagai filler pada material komposit. Serat alam yang bisa dimanfaatkan diantaranya: jerami, sabut kelapa, pelepah pisang, bambu, serat nanas, serat pinang, dll (P. Pratiwi et al., 2017). Serat nanas merupakan salah satu serat alami dengan kandungan selulosa yang mencapai 70-80% memberikan sifat modulus dan kekuatan yang tinggi, hal ini menyebabkan serat daun nanas dapat digunakan sebagai penguat komposit serat alam yang efisien (Gugun Gundara et al., 2023).

Komposit merupakan kombinasi antara dua atau beberapa material untuk mendapat sifat tertentu pada material tersebut. Komposit memiliki kelebihan antara lain ringan, kaku dan tahan lama. Unsur pembentuk komposit adalah matriks dan penguat. Matriks yang umum digunakan adalah polimer berbahan resin dan penguat seperti serat alam (Rodiawan et al., 2016).

Serat alami sebagai penguat komposit memerlukan perlakuan tertentu agar dapat terikat lebih baik sebagai penguat. Salah satu cara perlakuannya dengan merendam serat alami dalam larutan alkali (NaOH) (Purkuncoro, 2017).

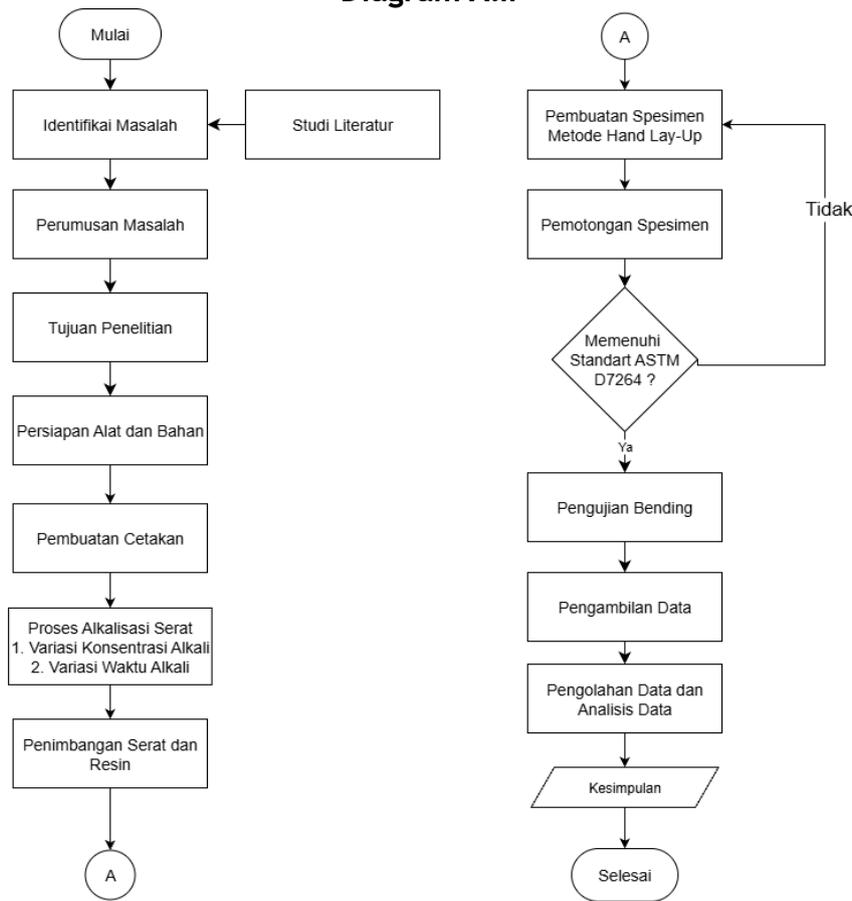
Selain alkali (NaOH) yang berperan dalam memengaruhi kekuatan ikatan antara serat dan matriks, jenis resin sintesis yang digunakan juga memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas ikatan dalam komposit. Pemilihan jenis resin yang tepat dapat meningkatkan interaksi antara serat dan matriks, sehingga menghasilkan komposit dengan sifat mekanik yang lebih baik. Salah satu resin yang sering digunakan untuk matriks komposit yaitu resin *epoxy* (Fadhillah et al., 2017). Untuk menentukan sifat mekanik pada komposit maka dilakukan pengujian, sifat mekanik yang sering diuji dalam komposit adalah kekuatan *bending*, yang dapat mengukur kemampuan lentur material dalam menahan beban.

## MATERIAL DAN METODOLOGI

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan dua variabel bebas yaitu waktu alkalisasi (1 jam, 2 jam, dan 4 jam) dan konsentrasi NaOH (2%, 5%, dan 10%). Variabel terikatnya adalah kekuatan *bending* komposit. Serat daun nanas yang digunakan berasal dari hasil ekstraksi manual, kemudian diberi perlakuan alkali dengan larutan NaOH sesuai variasi. Setelah dibilas dan dikeringkan, serat dipotong sepanjang 50 mm dan dicampur dengan resin *epoxy* menggunakan metode *hand lay-up*. Fraksi volume serat sebesar 30% dan *epoxy* 70% digunakan dalam pencetakan spesimen. Pengujian *bending* dilakukan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) dengan metode *3-point bending* dan dimensi spesimen mengacu pada standar ASTM D7264. Data hasil uji dianalisis menggunakan metode *Design of Experiment* (DOE) dengan bantuan *software* untuk mengetahui pengaruh dan interaksi dari masing-masing variabel.



### Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir

### Komposit

Komposit adalah material yang terdiri dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya dalam campuran yang tidak homogen, dengan sifat mekanik masing-masing material pembentuk berbeda. Dari campuran tersebut akan dihasilkan material baru komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda sehingga dapat menghasilkan sifat mekanik yang lebih baik (Mawardi et al., 2017).

Secara umum, material komposit terdiri dari dua bagian utama, yaitu serat sebagai penguat dan matriks sebagai perekat. Serat berfungsi menahan sebagian besar beban, sedangkan matriks mengikat dan melindungi serat agar tetap pada posisinya. Sifat mekanik komposit, seperti kekuatan dan kekakuan, sangat dipengaruhi oleh jenis serat yang digunakan. Oleh karena itu, serat sebaiknya kuat dan lentur, sementara matriks dipilih dari bahan yang tahan terhadap pengaruh lingkungan agar dapat melindungi serat dengan baik dan menjaga struktur komposit (yani & Suroso, 2019).

### Serat Daun Nanas

Serat daun nanas (*pineapple leaf fibres*) merupakan salah satu jenis serat yang berasal dari tumbuhan (*vegetable fibre*) yaitu daun nanas. Daun nanas merupakan salah satu bagian tanaman yang memiliki kandungan serat yang tinggi. Serat daun nanas bisa digunakan sebagai alternatif komposit serat alam (Oktaviani & Puryanti, 2020).

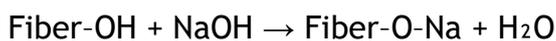
Serat daun nanas merupakan salah satu serat alam yang tergolong dari jenis serat selulosa atau tumbuh tumbuhan. Serat daun nanas adalah salah satu jenis serat yang berasal dari tumbuhan (*vegetable fibre*) yang diperoleh dari daun-daun tanaman nanas yang diekstraksi, kemudian dibersihkan dan dijemur hingga kering. (Iqbal et al., 2022).



Gambar 2. Serat Daun Nanas

### Perlakuan Alkali (NaOH)

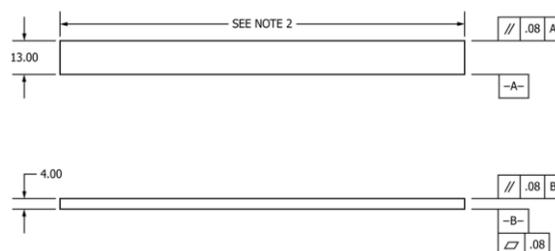
Agar tercipta ikatan yang kuat antara matriks dan serat, dilakukan modifikasi permukaan serat. Modifikasi ini bertujuan meningkatkan kompatibilitas antara serat alam dan matriks. Salah satu metode yang telah digunakan untuk menghasilkan serat berkualitas tinggi adalah alkalisasi, yaitu proses merendam serat dalam larutan basa alkali (NaOH). Proses ini melibatkan perendaman serat dalam larutan alkali, seperti NaOH dengan konsentrasi dan durasi waktu tertentu. Perlakuan alkali bertujuan untuk menghilangkan komponen serat yang kurang berkontribusi terhadap kekuatan antarmuka (*interface*). Reaksi berikut menggambarkan proses yang terjadi saat perlakuan alkali pada serat:



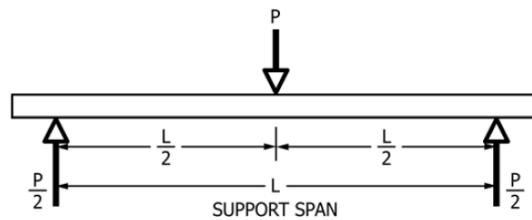
Selama proses tersebut, beberapa komponen serat, seperti *lignin*, *hemiselulosa*, *pektin*, *lilin*, dan kotoran lainnya, dapat larut dan terbuang dalam larutan alkali. Pengurangan *hemiselulosa*, *lignin*, atau *pektin* akibat perlakuan ini akan meningkatkan kemampuan serat untuk terikat oleh matriks, sehingga kekuatan *antarmuka* meningkat. Selain itu, pengurangan komponen tersebut juga memperbesar kekasaran permukaan serat, yang menghasilkan (*mechanical interlocking*) mekanisme pengikatan antar material lebih baik antara serat dan matriks (Maryanti & As'ad Sonief, 2011).

### Uji *Bending*

Untuk mengetahui kekuatan *bending* suatu material dapat dilakukan dengan pengujian *bending* terhadap material komposit tersebut. Kekuatan *bending* adalah metode pengujian material untuk mengukur kemampuan material menahan beban lentur sebelum mengalami deformasi permanen atau kegagalan. Besar kekuatan *bending* tergantung pada jenis material dan pembebanan. Akibat Pengujian *bending*, bagian atas spesimen mengalami tekanan, sedangkan bagian bawah akan mengalami tegangan tarik. Dalam material komposit kekuatan tekannya lebih tinggi dari pada kekuatan tariknya, karena tidak mampu menahan tegangan tarik yang diterima, spesimen tersebut akan patah. Kekuatan *bending* pada sisi bagian atas sama nilai dengan kekuatan *bending* pada sisi bagian bawah (Sari & Sinarep, 2011).



Gambar 3. Ukuran Spesimen Uji *Bending*  
(Sumber: (ASTM D7264, 2015))



Gambar 4. Standart Pengujian 3 Point *Bending*  
(Sumber: (ASTM D7264, 2015))

$$\sigma = \frac{3PL}{2bh^2} \quad (2.1)$$

Keterangan:

$\sigma$  = *flexural strength* ( $\frac{N}{mm^2}$ )

P = beban yang ditetapkan (N)

L = jarak span (mm)

b = lebar spesimen (mm)

h = tebal spesimen (mm)

#### Pengambilan Data

Pengujian *bending* dilakukan sesuai dengan standar ASTM D7264, yang merupakan standar pengujian untuk menentukan kekuatan *bending* (*flexural strength*) dari material komposit dengan matriks. Selanjutnya, pengambilan data dilakukan dengan menggunakan perhitungan berdasarkan rumus kekuatan *bending* yang telah dijelaskan pada rumus 2.1, guna memperoleh nilai kekuatan *bending* dari masing-masing spesimen yang diuji.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah mendapatkan data dari hasil penelitian yang telah diperoleh dan dihitung, kemudian dilakukan pengolahan data untuk mengetahui pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat. Data yang diperoleh akan diproses didalam *software* dengan menggunakan metode *Design of Experiment (DOE) factorial*.



Gambar 5. Spesimen Komposit Serat Daun Nanas yang telah di Uji *Bending*

Hasil pengujian spesimen komposit serat daun nanas dengan matriks *epoxy* 70% dan fraksi volume serat sebesar 30%, yang telah diberi perlakuan alkali dengan variasi waktu 1jam, 2jam, 4jam dan konsentrasi 2%, 5%, 10% larutan NaOH, ditampilkan pada tabel berikut.



**Tabel 1. Hasil Uji *Bending***

Waktu (Jam)	Konsentrasi (%)	Kekuatan <i>bending</i> (N/mm <sup>2</sup> )			Rata-Rata Kekuatan <i>bending</i> (N/mm <sup>2</sup> )
		1	2	3	
1	2	119,41	121,22	119,41	120,01
	5	179,11	197,21	179,11	185,14
	10	128,46	128,46	133,88	130,26
2	2	177,30	168,26	177,30	174,29
	5	197,21	200,82	229,77	209,27
	10	106,74	103,13	101,32	103,73
4	2	137,50	155,59	150,17	147,75
	5	94,08	101,32	101,32	98,90
	10	85,03	88,65	79,61	84,43

### Analysis of Variance

**Tabel 2. Analysis of Variance**

#### Analysis of Variance

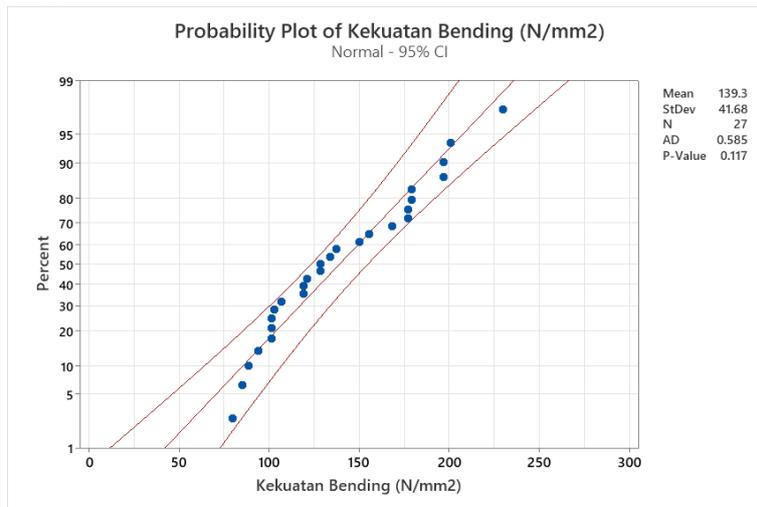
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	10	44105.4	4410.54	67.00	0.000000000004
Blocks	2	142.6	71.29	1.08	0.36218794335
Linear	4	28824.1	7206.02	109.46	0.000000000002
Waktu Alkali (jam)	2	12657.5	6328.77	96.14	0.00000000121
Konsentrasi Alkali (%)	2	16166.5	8083.27	122.79	0.00000000020
2-Way Interactions	4	15138.7	3784.68	57.49	0.00000000272
Waktu Alkali (jam)*Konsentrasi Alkali (%)	4	15138.7	3784.68	57.49	0.00000000272
Error	16	1053.3	65.83		
Total	26	45158.7			

Berdasarkan hasil analisis Analisis of Variance , diperoleh P-Value untuk variabel waktu alkalisasi sebesar  $0,00000000121 \leq 0,05$ , yang menunjukkan bahwa variabel waktu alkalisasi berpengaruh terhadap kekuatan *bending* komposit. Selanjutnya, variabel konsentrasi alkalisasi juga menunjukkan P-Value sebesar  $0,0000000002 \leq 0,05$ , yang berarti terdapat pengaruh terhadap kekuatan *bending* komposit. Begitu juga pada variabel interaksi antara waktu dan konsentrasi alkalisasi, P-Value sebesar  $0.00000000272 \leq 0,05$ , menunjukkan adanya pengaruh terhadap kekuatan *bending* komposit

Berdasarkan hasil analisis ANOVA, dapat disimpulkan bahwa waktu alkalisasi, konsentrasi larutan alkali, serta interaksi antara keduanya memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan *bending* komposit serat daun nanas. Hal ini ditunjukkan oleh nilai *P-Value* dari ketiga faktor tersebut yang semuanya  $< 0,05$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa ketiganya berpengaruh terhadap kekuatan *bending*.



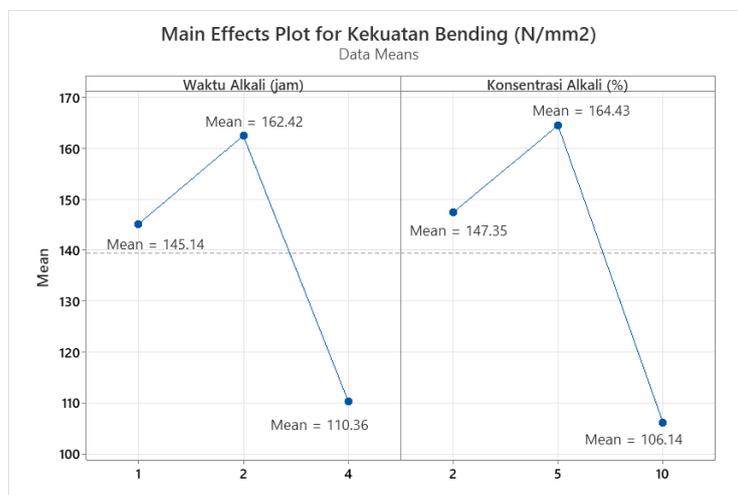
### Normal Probability Plot



Gambar 6. Normal Probability Plot

Berdasarkan hasil uji normalitas diperoleh nilai *P-Value* sebesar  $0,117 > 0,05$ . Hal ini menunjukkan bahwa data kekuatan *bending* komposit berpenguat serat daun nanas dengan matriks *epoxy* berdistribusi normal. Hasil ini juga diperkuat oleh grafik *normal probability plot* yang menunjukkan bahwa titik-titik data mendekati garis diagonal, tanpa penyimpangan yang signifikan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data dalam penelitian ini memenuhi syarat kenormalan data.

### Main Effect Plot

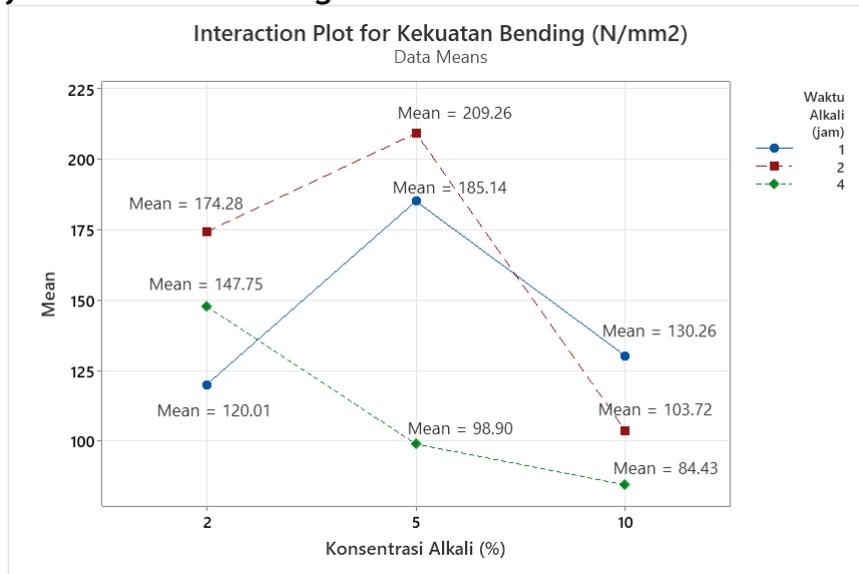


Gambar 7. Main Effect Plot for Kekuatan Bending

Berdasarkan *main effect plot* terlihat bahwa masing-masing faktor, yaitu waktu dan konsentrasi alkalisasi, memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan *bending* komposit serat daun nanas. Waktu alkalisasi selama 2 jam menghasilkan kekuatan *bending* tertinggi, menunjukkan bahwa perlakuan selama durasi tersebut memberikan hasil paling terbaik. Sebaliknya, waktu alkalisasi yang lebih lama, yaitu 4 jam, justru menurunkan kekuatan *bending* secara signifikan. Pada faktor konsentrasi alkali, nilai tertinggi diperoleh pada konsentrasi 5%, sedangkan pada konsentrasi 10% terjadi penurunan kekuatan secara drastis. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan waktu dan konsentrasi alkali yang berlebihan dapat berdampak negatif terhadap sifat mekanik komposit. Oleh karena itu, kombinasi perlakuan alkalisasi selama 2 jam dengan konsentrasi 5% merupakan kondisi paling efektif dalam meningkatkan kekuatan *bending* komposit.



### Interaction Plot for Kekuatan Bending



**Gambar 8.** *Interaction Plot for Kekuatan Bending*

Grafik *Interaction Plot* yang menggambarkan interaksi antara waktu alkalisasi dan konsentrasi alkali terhadap kekuatan *bending* komposit serat daun nanas dengan matriks *epoxy*. Tampak bahwa garis-garis yang merepresentasikan masing-masing level waktu dan konsentrasi saling berpotongan, yang mengindikasikan adanya interaksi antara kedua variabel tersebut. Artinya, pengaruh konsentrasi alkali terhadap kekuatan *bending* tidak berdiri sendiri, melainkan bergantung pada waktu alkalisasi yang digunakan, begitu pula sebaliknya. Nilai rata-rata kekuatan *bending* tertinggi pada kombinasi waktu alkalisasi 2 jam dan konsentrasi alkali 5%, yaitu sebesar 209,26 N/mm<sup>2</sup>. Sebaliknya, kombinasi terendah terjadi pada waktu alkalisasi 4 jam dan konsentrasi alkali 10%, dengan rata-rata kekuatan *bending* terendah sebesar 84,43 N/mm<sup>2</sup>. Hal ini menyatakan bahwa tidak hanya masing-masing faktor secara individu yang memengaruhi sifat mekanik komposit, namun kombinasi keduanya juga berperan penting dalam menentukan kekuatan *bending* yang dihasilkan.

Penyebab menurunnya kekuatan *bending* yang signifikan pada waktu 4 jam dengan konsentrasi 10% ini disebabkan oleh *overtreatment* yang dapat merusak struktur serat. Gugun (Gundara et al. 2023) menyatakan bahwa perendaman 2 jam efektif menghilangkan lapisan luar serat tanpa merusak selulosa, sedangkan waktu yang terlalu lama dapat melarutkan selulosa dan menurunkan kekuatan mekanik. (Arni et al. 2023) menambahkan bahwa perendaman yang terlalu singkat tidak cukup membentuk ikatan serat-matriks, sementara waktu yang terlalu lama justru melemahkan ikatan tersebut dan mengubah struktur mikro serat. (Dwi Yanto et al. 2019) menyebutkan bahwa peningkatan konsentrasi NaOH umumnya memperkuat serat, namun melebihi 5% justru dapat merusak inti serat sehingga menjadi rapuh. Hal ini sejalan dengan (Arsyad & Salam 2017) yang menjelaskan bahwa perlakuan alkali berlebihan dapat merusak selulosa sebagai komponen utama penyusun kekuatan serat.

### KESIMPULAN

1. Waktu alkalisasi berpengaruh signifikan terhadap kekuatan *bending* komposit serat daun nanas dengan matriks *epoxy*, ditunjukkan oleh nilai *P-Value* sebesar  $0,0000000121 \leq 0,05$ . Kekuatan *bending* tertinggi tercapai pada waktu alkalisasi 2 jam. Pada waktu 1 jam, kekuatan masih cukup tinggi, namun menurun drastis pada 4 jam. Hal ini menunjukkan bahwa waktu alkalisasi yang terlalu lama dapat menurunkan kekuatan mekanik komposit.
2. Konsentrasi alkali juga menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan *bending*, dengan nilai *P-Value* sebesar  $0,000000002 \leq 0,05$ . Konsentrasi optimum terdapat pada



- 5%, dengan kekuatan *bending* tertinggi. Pada konsentrasi 2%, nilai kekuatan berada di tingkat sedang, sementara pada konsentrasi 10% terjadi penurunan signifikan. Hal ini menunjukkan konsentrasi alkali yang terlalu tinggi dapat menurunkan kekuatan *bending*.
3. Interaksi antara waktu dan konsentrasi alkalisasi berpengaruh signifikan terhadap kekuatan *bending*, dengan *P-Value* sebesar  $0,0000000272 \leq 0,05$ . Grafik interaction plot menunjukkan garis yang saling berpotongan, menandakan adanya interaksi nyata. Kombinasi waktu 2 jam dan konsentrasi 5% menghasilkan rata-rata kekuatan *bending* tertinggi sebesar 209,26 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan kombinasi 4 jam dan 10% menghasilkan nilai rata-rata kekuatan *bending* terendah sebesar 84,43 N/mm<sup>2</sup>. Hal ini menegaskan pentingnya optimasi kedua variabel secara bersamaan. Penurunan kekuatan *bending* ini disebabkan oleh perlakuan alkali yang berlebihan (*overtreatment*), yang dapat merusak struktur serat, terutama selulosa sebagai komponen utama penyusun kekuatan serat. Perendaman 5% selama 2 jam cukup untuk menghilangkan lapisan luar seperti lilin dan pengotor tanpa merusak struktur serat. Sebaliknya, waktu atau konsentrasi yang terlalu tinggi dapat menyebabkan penurunan kekuatan *bending* berakibat rusaknya ikatan serat-matriks. Dengan demikian, diperlukan kombinasi waktu dan konsentrasi alkalisasi yang optimal untuk memperoleh kekuatan *bending* komposit yang maksimal yaitu pada waktu 2 jam dengan konsentrasi 5%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D7264. (2015). Test Method for Flexural Properties of Polymer Matrix Composite Materials. ASTM International.  
[https://doi.org/10.1520/D7264\\_D7264M-15](https://doi.org/10.1520/D7264_D7264M-15)
- Arni, Suroso Indreswari, & Utamoi Noviana. (2023). Analisis Karakteristik Uji *Bending* Dan Uji Tarik Serat Daun Nanas. *Momentum*, 19(2), 155-160.
- Arsyad, M., & Salam, A. (2017). Analisis Pengaruh Konsentrasi Larutan Alkali Terhadap Perubahan Diameter Serat Sabut Kelapa. *Journal INTEK*, 4(1), 10-13.
- Fadhillah, A. R., Setiyabudi, S. A., & Purnowidodo, A. (2017). Karakteristik Komposit Serat Kulit Pohon Waru (*Hibiscus Tiliaceus*) Berdasarkan Jenis Resin Sintetis Terhadap Kekuatan Tarik Dan Patahan Komposit. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 8(2), 101-108.
- Dwi Yanto, D. O., Rei, R. S., & Triono, A. (2019). Pengaruh Alkalisasi Terhadap Kekuatan Tarik Dan Impak Pada Komposit *epoxy* Berpenguat Serat Daun Nanas. *Jurnal STATOR*, 2(1).
- Gugun Gundara, Agung Setia Nurzein, Acep Wagiman, & Asep Romi Ramadhan. (2023). Pengaruh Variasi Arah Serat Daun Nanas yang Sudah Dialkalisasi terhadap Kekuatan Tarik dan *Bending* Komposit Bermatriks Polyester. *Formosa Journal of Sustainable Research*, 2(1), 87-96.  
<https://doi.org/10.55927/fjsr.v2i1.2703>
- Iqbal, M. I. A., Sehonu, & Setiawan, F. (2022). Pengaruh Penggunaan Serat Daun Nanas Dalam Pembuatan Komposit Menggunakan Metode Vacum Bagging Terhadap Kekuatan Tarik Dan *Bending*. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(2), 267-273.
- Maryanti, B., & As'ad Sonief, ) A. (2011). Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 2(2), 123-129.
- Mawardi, I., Rizal, A., & Azwar. (2017). Kajian Perlakuan Serat Sabut Kelapa Terhadap Sifat Mekanis Komposit Epoksi Serat Sabut Kelapa. *Jurnal Polimesin*, 15(1).
- Oktaviani, S., & Puryanti, D. (2020). Pengaruh Penambahan Serat Daun Nanas terhadap Sifat Fisis dan Mekanik Papan Semen Gypsum. *Jurnal Fisika Unand*, 9(1), 31-37.  
<https://doi.org/10.25077/jfu.9.1.31-37.2020>
- Pratiwi, P., Fahmi, H., & Saputra, F. (2017). Pengaruh Orientasi Serat Terhadap Redaman Suara Komposit Berpenguat Serat Pinang. *Jurnal SIMETRIS*, 8.
- Purkuncoro, A. E. (2017). Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) Serat Ijuk (Arenga Pinata) Terhadap Kekuatan Tarik. *TRANSMISI*, 13, 167-178.



- Rodiawan, Suhdi, & Rosa, F. (2016). Analisa Sifat-Sifat Serat Alam Sebagai Penguat Komposit Ditinjau Dari Kekuatan Mekanik. *Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro*, 5(1).
- Sari, N. H., & Sinarep. (2011). Analisa Kekuatan *Bending* Komposit epoxy Dengan Penguatan Serat Nilon. *Jurnal Keilmuan Dan Terapan Teknik Mesin*, 1, 6.
- yani, M., & Suroso, B. (2019). Mechanical Properties Komposit Limbah Plastik. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 2(1), 74-83. <https://doi.org/10.30596/rmme.v2i1.3071>