



## Pengaruh Fraksi Volume dan Orientasi Serat Pada Komposit Hibrid Berpenguat Serat Gambas serta Eceng Gondok Terhadap Kekuatan *Bending*

Rizki Ramadoni<sup>1</sup>, Muhammad Nugraha<sup>2</sup>, A Pramudya AFG<sup>3</sup>, Firdaus<sup>4</sup>, Romli<sup>5</sup>, Sailon<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Sriwijaya

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya

<sup>4</sup>firdaus@polsri.ac.id

### Abstract

Wood is increasingly difficult to obtain due to the use of excess wood. Many efforts were made to replace wood, one of which was composite material. This study aims to determine the most optimal bending strength with the influence of variations in volume fractions and fiber orientation in hybrid composites with luffa fibers and hyacinth fibers. In making composites using the hand lay-up method with alkalization treatment on gambas and hyacinth fibers using 5% NaOH which is varied with the volume fraction used in this study with the ratio of resin: hyacinth: gambas is (60%:20%:20%), (70%:15%:15%), as well as (80%:10%:10%) and the orientation of the fibers with the arrangement of the luffa / hyacinth / luffa layer is (0°/45°/90°), (0°/45°/0°), (90°/0°/90°). Bending testing was performed with ASTM D790 standard and hypothesis testing using the two-way ANOVA method. From the results of bending testing, the most optimal strength value was found, which was 43.33 N/mm<sup>2</sup>, where the value was not higher than the bending strength value in the multiplex, which was 17.53 N/mm<sup>2</sup>. Meanwhile, the results of hypothesis testing are that there is an influence on the volume fraction factor, the direction of fiber orientation and the interaction with bending forces.

Keywords: Composite, Luffa Fiber, Hyacinth Fiber, Bending Strength

### Abstrak

Kayu semakin sulit didapatkan diakibatkan oleh pemanfaatan kayu berlebih. Banyak upaya yang dilakukan untuk menggantikan kayu salah satunya material komposit. Penelitian ini bertujuan mengetahui kekuatan bending paling optimal dengan pengaruh variasi fraksi volume serta orientasi serat pada komposit hibrid berpenguat serat gambas dan serat eceng gondok dengan matriks resin polyester. Dalam pembuatan komposit menggunakan metode *hand lay-up* dengan perlakuan alalkalisasi pada serat gambas dan eceng gondok menggunakan NaOH 5% yang divariasikan dengan fraksi volume yang digunakan pada penelitian ini dengan perbandingan resin:eceng gondok:gambas adalah (60% : 20% : 20%), (70% : 15% : 15%), serta (80% : 10% : 10%) dan orientasi serat dengan susunan lapisan gambas / eceng gondok / gambas adalah (0°/45°/90°), (0°/45°/0°), (90°/0°/90°). Pengujian bending dilakukan dengan standar ASTM D790 dan pengujian hipotesis menggunakan metode ANOVA dua jalur. Dari hasil pengujian bending didapati nilai kekuatan paling optimal yaitu 43,33 N/mm<sup>2</sup> yang dimana nilai tersebut tidak lebih tinggi dari nilai kekuatan bending pada multipleks yaitu 17,53 N/mm<sup>2</sup>. Sedangkan hasil dari pengujian hipotesis yaitu bahwa terdapat pengaruh pada faktor fraksi volume, arah orientasi serat dan interaksi terhadap kekuatan bending.

Kata kunci: Komposit, Serat gambas, Serat eceng gondok, Kekuatan bending

### 1. Pendahuluan

Kayu semakin sulit didapatkan diakibatkan oleh pemanfaatan kayu berlebih. Harus disadari dalam memanfaatkan hasil hutan semestinya harus segera mulai diperhatikan agar penggunaannya harus dapat dioptimalkan serta dapat meminimalisir limbah [1]. Kayu lapis atau multiplek yang dibuat dengan cara merekatkan lembaran kayu sehingga menjadi lebih tebal umumnya digunakan dalam industri mebel [2].

Material Komposit merupakan sebuah material dibentuk lebih dari satu bahan yang dimana bahan tersebut masing-masing sifatnya berbeda, baik dari sifat kimia ataupun sifat fisik yang nantinya pada hasil akhirnya terbentuk material komposit yang memiliki sifat baru dan berbeda dengan bahan pembentuknya [3]. Serat yang dipakai sebagai penguat dari komposit ada dua jenis yaitu serat sintetis serta serat alam [4]. Namun dalam beberapa puluh tahun terakhir perkembangan teknologi komposit dengan berpenguat

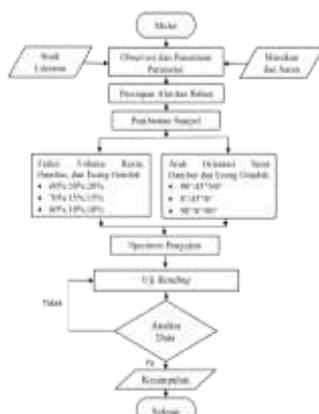
serat dari alam semakin meningkat pesat, ini dikarenakan kesadaran akan penggunaan serat sintetis yang dapat mencemari lingkungan sehingga tidak sedikit pelaku industri maupun peneliti memilih serat alam yang dinilai ramah lingkungan [5]. Selain itu kelebihan penggunaan bahan serat alam dibandingkan dengan serat sintetis sebagai penguat dari komposit adalah banyak serta mudah didapatkan, harganya yang tergolong murah, beratnya relatif ringan, bersifat non-abrasive, tidak mengandung racun, serta dinilai mempunyai sifat mekanik yang bagus [6].

Pada penelitian ini digunakan serat gambas dan serat eceng gondok sebagai penguat dari komposit. Tanaman gambas yang bernama latin *Luffa acutangula* adalah jenis tanaman sayuran yang masih tergolong dalam keluarga mentimun atau *Cucurbitaceae* [7]. Masyarakat Indonesia masih memanfaatkan gambas menjadi sayuran konsumsi dan seratnya yang didapat dari buah gambas tua dan kering dimanfaatkan sebagai alat untuk sikat atau Spons alami [8].

Tanaman Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) merupakan tanaman yang hidup mengapung bebas di air, dan eceng gondok sering dianggap sebagai tanaman gulma karena dapat mengganggu ekosistem perairan [9]. Bahkan Keberadaan eceng gondok di Sungai Musi dinilai mengurangi kebersihan sungai dan dapat menimbulkan kesan kumuh [10]. Namun disisi lain serat eceng gondok dimanfaatkan sebagai kerajinan tangan seperti taplak meja, keset kaki dan lain-lain. Dan pada penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mencari tahu apakah ada pengaruh dari faktor fraksi volume dan juga orientasi pada serat terhadap kuat bending pada komposit hibrid berpenguat serat gambas serta serat eceng gondok.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan bertahap. Adapun tahap-tahapan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 diagram alir penelitian sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir penelitian

### 2.1. Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini alat yang digunakan untuk membuat spesimen uji yaitu sebagai berikut:

1. Sikat kawat
2. Timbangan digital
3. Cetakan komposit dengan material kaca
4. Gunting
5. Mistar
6. Busur derajat
7. Amplas
8. Mesin uji *Bending Hydraulic Universal Material Tester* 50 KN
9. Gergaji Besi
10. Kuas

Sedangkan bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini untuk pembuatan spesimen uji adalah sebagai berikut:

1. Resin
2. Serat gambas
3. Serat eceng gondok
4. Katalis
5. NaOH 5%
6. Aquades
7. Wax mirror glaze

### 2.2. Proses Persiapan Serat Alam

Pada proses persiapan serat alam yang dimana serat yang dipakai dalam penelitian ini adalah serat gambas serta serat eceng gondok. Untuk mendapatkan serat gambas dilakukan dengan menyiapkan buah gambas dengan panjang  $\pm 20$  cm yang sudah tua dan kering, lalu dikupas kulitnya dan dipisahkan dengan bijinya. Kemudian dicuci dengan air hingga bersih, terakhir keringkan serat gambas dan potong menjadi lembaran dengan ukuran 16 cm x 2 cm.

Sedangkan untuk mendapatkan serat eceng gondok diperlukan batang eceng gondok yang sudah dipisahkan dari daun serta akarnya. Kemudian cuci hingga bersih dan setelah itu dijemur selama 7 hari di bawah sinar matahari. Terakhir sikat batang eceng gondok yang sudah kering dengan sikat kawat hingga diperoleh serat eceng gondok.

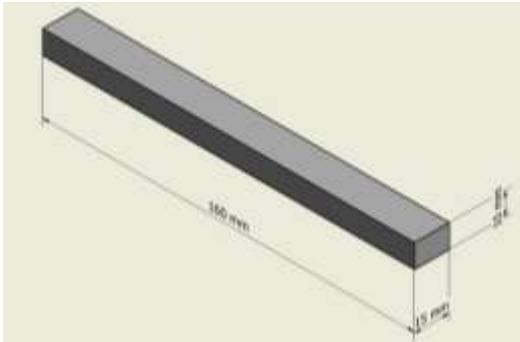
### 2.3. Alkalisasi Serat Alam

Perlakuan Alkalisasi menggunakan senyawa NaOH dapat memangkas sifat hidrofilik pada serat alam sehingga memiliki kecocokan dengan matriks yang bersifat hidrofobik. Perlakuan ini dengan maksud agar zat yang terdapat di serat alam seperti lignin dan zat pengotor lainnya dapat dikurangi, sehingga menimbulkan ikatan antara serat alam dan matriks dapat ditingkatkan [11].

Pada penelitian ini serat gambas dan eceng gondok dilakukan proses alkalisasi yaitu dengan merendam serat gambas serta eceng gondok ke dalam larutan NaOH 5% selama 2 jam.

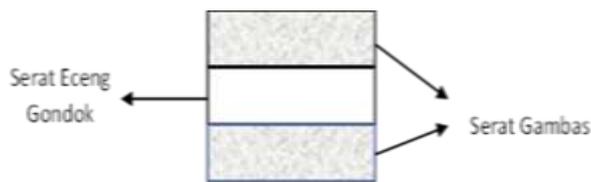
## 2.4. Spesimen Uji

Pada penelitian ini spesimen komposit dibuat dengan standar ASTM D790 yang dimana ukuran spesimen tersebut seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Spesimen Uji Bending

Adapun susunan lapisan pada komposit yang dibuat dengan 3-layer yang dimana lapisan-lapisan diisi oleh serat gambah dan eceng gondok dapat dilihat pada Gambar 3.



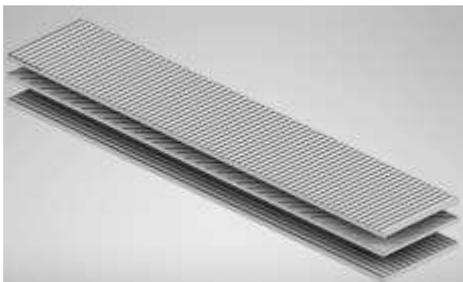
Gambar 3. Susunan layer Komposit

Spesimen tersebut divariasikan dengan perbandingan persentase fraksi volume sebagai berikut:

- 60% resin : 20% serat gambah : 20% serat eceng gondok
- 70% resin : 15% serat gambah : 15% serat eceng gondok
- 80% resin : 10% serat gambah : 10% serat eceng gondok

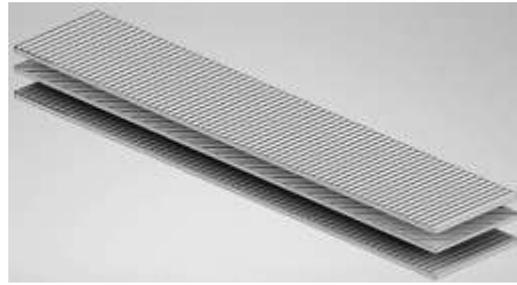
Dari variasi fraksi volume kemudian dikombinasikan dengan variasi arah orientasi serat dapat dilihat pada Gambar 4, 5, dan 6 sebagai berikut:

### a. 0°/45°/90°



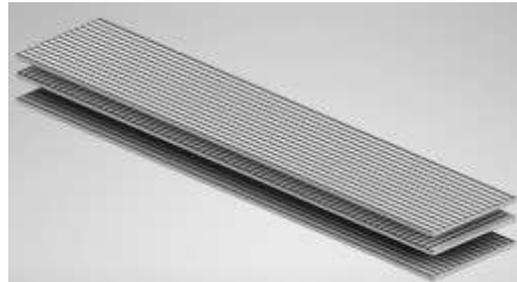
Gambar 4. orientasi serat 0°/45°/90°

### b. 0°/45°/0°



Gambar 5. Orientasi serat 0°/45°/0°

### c. 90°/0°/90°



Gambar 6. Orientasi serat 90°/0°/90°

## 2.5. Proses Pembuatan Spesimen Uji

Pembuatan spesimen uji bending dilakukan melalui tahapan-tahapan pengerjaan sebagai berikut:

1. Serat yang sudah disiapkan selanjutnya dipotong menyesuaikan panjang serta lebar dari cetakan komposit.
2. Resin serta serat gambah dan eceng gondok kemudian ditimbang hingga massanya sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan.
3. Selanjutnya, cetakan dioleskan wax mirror glaze pada permukaan cetakan serta tutup cetakan yang bertujuan agar nantinya komposit tidak melekat pada cetakan
4. Serat ditimbang sesuai dengan perhitungan berat fraksi volume dan disusun dengan susunan arah orientasi sudut 0°/45°/90°, 0°/45°/0°, dan 90°/0°/90°.
5. Resin dan katalis dicampur dengan perbandingan 99% resin dan 1% katalis, kemudian diaduk secara merata, lalu dituangkan ke dalam cetakan.
6. Cetakan lalu ditutup dengan dan dilakukan pembebanan 5 kg pada cetakan komposit agar udara tidak terperangkap pada komposit, lalu tunggu selama 24 jam sampai resin benar-benar mengeras dan kering.
7. Setelah kering komposit dipisahkan dari cetakan dengan menggunakan sekrap.
8. Lalu potonglah komposit sesuai dengan ukuran standar spesimen uji bending yaitu P= 160 mm, L=15 mm, dan T=10 mm

## 2.6. Pengujian Kekuatan Bending

Pengujian bending dilakukan dengan standar uji ASTM D790 dengan menggunakan mesin uji bending *hydraulic universal material tester 50 KN*. Pengujian ini dilakukan untuk mencari tahu nilai kekuatan bending dari komposit hibrid berpenguat serat gambah dan serat eceng gondok. Kekuatan bending dapat dihitung dengan rumus persamaan 1.

$$\sigma_b = \frac{3FL}{2bd^2} \quad (1)$$

Dimana:

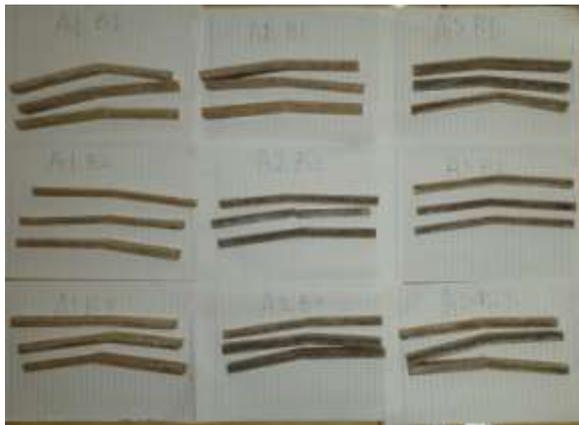
- $\sigma_b$  = Kekuatan spesimen uji bending (N/mm<sup>2</sup>)
- F = Beban yang diterima spesimen uji (N)
- L = Panjang spesimen uji bending (mm)
- d = Tebal spesimen uji bending (mm)
- b = Lebar spesimen uji bending (mm)

## 3. Hasil dan Pembahasan

Setelah proses pengujian *bending* dilakukan maka selanjutnya didapatkan hasil dan hasil tersebut akan di analisa sebagai berikut:

### 3.1 Hasil Pengujian Bending

Dari hasil pengujian *bending* yang dilakukan pengujian sampel secara acak dengan menggunakan *Hydraulic Universal Material Tester 50 KN* yang dapat dilihat pada Gambar 7.



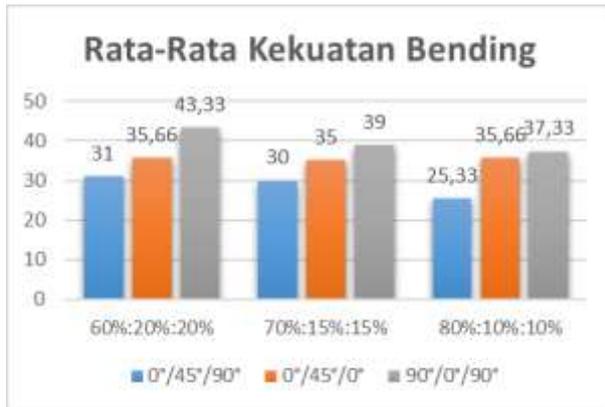
Gambar 7 Spesimen yang sudah di uji bending

Setelah spesimen diuji bending maka didapatkan data seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Data Hasil Uji *Bending* Komposit

No	Fraksi Volume	Arah Orientasi	Kekuatan Bending (N/mm <sup>2</sup> )	Rata-Rata (N/mm <sup>2</sup> )
1			30	
2		0°/45°/90°	30	31,00
3			33	
4			36	
5	Resin:Serat eceng gondok: gambah	0°/45°/0°	36	35,66
6	60%:20%:20%		35	
7			44	
8		90°/0°/90°	43	43,33
9			43	
10			29	
11		0°/45°/90°	32	30,00
12			29	
13	Resin:Serat eceng gondok: gambah	0°/45°/0°	34	
14	70%:15%:15%		35	35,00
15			36	
16			41	
17		90°/0°/90°	37	39,00
18			39	
19			25	
20		0°/45°/90°	26	25,33
21			25	
22	Resin:Serat eceng gondok: gambah	0°/45°/0°	36	
23	80%:10%:10%		36	35,66
24			35	
25			38	
26		90°/0°/90°	37	37,33
27			37	

Dari hasil pengujian *bending* seperti pada Tabel 1 didapati bahwa nilai kekuatan *bending* paling rendah terdapat pada kombinasi variasi fraksi 80% : 10% : 10% dan orientasi serat 0°/45°/90° dengan rata-rata kekuatan *bending* 25,33 N/mm<sup>2</sup>. Sedangkan kekuatan *bending* paling tinggi terdapat pada kombinasi variasi fraksi 60% : 20% : 20% dan orientasi serat 90°/0°/90° yaitu dengan rata-rata 43,33 N/mm<sup>2</sup>. Dari hasil pengujian *bending* multiplek dengan ketebalan spesimen 10 mm dan standar ASTM D790 didapati rata-rata kekuatan *bending* sebesar 17,53 N/mm<sup>2</sup> [12] bisa dilihat pada Gambar 8. Dari nilai tersebut dapat disimpulkan material komposit hibrid berpenguat eceng gondok dan gambah dapat menggantikan multiplek sebagai bahan pembuatan mebel.



Gambar 8. Grafik Kekuatan bending

Dari grafik gambar 7 tersebut juga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai presentase fraksi volume pada serat maka kekuatan bending komposit semakin meningkat dan pada orientasi komposit 90°/0°/90° disetiap variasinya memiliki nilai kekuatan bending paling tinggi, dikarenakan memiliki 2-layer dengan arah 90° yang searah dengan sumbu X atau sumbu longitudinal yang dinilai lebih tahan terhadap beban bending dibandingkan dengan arah 0° maupun 45°. Dimana sumbu longitudinal merupakan sumbu yang berlawanan dengan arah datangnya beban bending yaitu arah vertikal, sehingga dapat menahan beban bending lebih baik, serta penggunaan sudut kritis pada orientasi serat harus dihindari karena kurang efektifnya dalam menahan beban bending [13].

### 3.2 Analisis Data Hasil Pengujian

Setelah didapatkan hasil pengujian bending maka selanjutnya dilakukan analisis terhadap data hasil pengujian. Pada penelitian ini analisis data menggunakan metode *two-way* ANOVA dengan bantuan perangkat lunak, maka didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Source of Variation	SS	df	MS	F	F crit
Sample	68,07	2	34,04	24,18	3,55
Columns	562,96	2	281,48	200	3,55
Interaction	45,26	4	11,31	8,04	2,93
Within	25,33	18	1,41		
Total	701,62	26			

Dari hasil analisis data menggunakan metode *two-way* ANOVA pada Tabel 2 maka dapat disimpulkan hipotesa pada penelitian ini sebagai berikut:

- Fraksi volume dengan  $F_{hitung} = 24,184 > F_{0,05 (2, 18)} = 3,55$ . Ini artinya  $F_{hitung}$  lebih besar dari  $F_{tabel}$ , sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa adanya pengaruh faktor Fraksi volume terhadap kekuatan bending.
- Arah orientasi serat dengan  $F_{hitung} = 200 > F_{0,05 (2, 18)} = 3,55$ . Ini artinya  $F_{hitung}$  lebih besar dari  $F_{tabel}$ , sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa adanya pengaruh faktor arah orientasi serat terhadap kekuatan bending.
- Interaksi fraksi volume dan arah orientasi dengan  $F_{hitung} = 8,039 > F_{0,05 (4, 18)} = 2,93$ . Ini artinya  $F_{hitung}$  lebih besar dari  $F_{tabel}$ , sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa adanya pengaruh faktor interaksi Fraksi volume dan Arah orientasi serat terhadap kekuatan bending.

### 4. Kesimpulan

Berdasarkan tahapan-tahapan yang telah dilakukan, maka dari itu pada penelitian ini dapat ditarik kesimpulan:

- Nilai kekuatan bending paling rendah terdapat pada kombinasi variasi fraksi 80% : 10% : 10% dan orientasi serat 0°/45°/90° yaitu dengan rata-rata kekuatan bending 25,33 N/mm<sup>2</sup>. Sedangkan kekuatan bending paling tinggi terdapat pada kombinasi variasi fraksi 60% : 20% : 20% dan orientasi serat 90°/0°/90° yaitu dengan rata-rata kekuatan bending 43,33 N/mm<sup>2</sup> yang dimana nilai tersebut lebih tinggi dari multiplek yaitu dengan kekuatan bending 17,53 N/mm<sup>2</sup> yang berarti komposit serat gamba serat eceng gondok mampu menggantikan multiplek sebagai bahan pembuatan papan meja maupun pembuatan mebel lainnya.
- Dari hasil analisis data menggunakan metode ANOVA *two-way* bahwa terdapat pengaruh pada faktor fraksi volume, arah orientasi serat dan interaksi terhadap kekuatan bending.
- Semakin tinggi nilai presentase fraksi volume pada serat maka kekuatan bending komposit semakin meningkat dan pada orientasi komposit 90°/0°/90° disetiap variasinya memiliki nilai kekuatan bending paling tinggi, dikarenakan memiliki 2-layer dengan arah 90° yang searah dengan sumbu X atau sumbu longitudinal dan dinilai lebih tahan terhadap beban bending dibandingkan dengan 0° maupun 45°.
- Agar didapat hasil pengujian yang paling optimal, dalam pembuatan komposit dapat menaikkan lagi nilai presentase fraksi volume pada serat, jumlah layer atau lapisan pada komposit dapat diperbanyak dan dengan variasi orientasi serat yang beragam. Dan dilanjutkan dengan pengujian mekanik yang lain seperti uji tekan dan uji impak pada komposit serat gamba dan eceng gondok.

## 5. Ucapan TerimaKasih

Terimakasih kepada unit P3M Politeknik Negeri Sriwijaya yang sudah bersedia untuk mendanai penelitian ini melalui program penelitian Kerjasama dosen dan mahasiswa tahun anggaran 2022.

## Daftar Pustaka

- [1] Kasmudjo, *Teknologi Hasil Hutan Suatu Pengantar*. Yogyakarta: Cakrawala Media, 2010.
- [2] A. Lobang and M. Nurrachmania, "Produk Kayu Tiruan: Kayu Lapis Dan Kayu Lamina," *J. Akar*, vol. 10, no. 1, pp. 65–71, 2021, doi: 10.36985/jar.v10i1.473.
- [3] M. Yunus, D. Arnoldi, and M. C. P. Prakarsa, "Serat Fiberglass Dan Serat Daun Nanas Dengan Matrik Resin Polyester Pada Panel Panjat Dinding," *J. Austenit*, vol. 12, no. 1, pp. 21–27, 2020.
- [4] H. Purnama, J. Purnomo, and T. Y. Wibowo, "Pada Material Komposit Resin Epoksi," pp. 64–69, 2013.
- [5] A. Sabuin, K. Boimau, D. G. H. Adoe, J. T. Mesin, and U. N. Cendana, "Pengaruh Temperatur Pengovenan terhadap Sifat Mekanik Komposit Hibrid Polyester Berpenguat Serat Glass dan Serat Daun Gwang," *Lontar*, vol. 02, no. 01, pp. 69–78, 2015.
- [6] M. A. Rochman, D. F., & Irfai, "Pengaruh Konsentrasi Larutan Koh Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Komposit Hibrid Serat Rami Dan Serat Bambu," *J. Tek. Mesin*, vol. 08, no. 2, pp. 111–118, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jtm-unesa/article/view/37325/33112>
- [7] N. I. Maulidah and S. Ashari, "Pengaruh Tingkat Kematangan Dan Lama Pengeringan Terhadap Mutu Benih Gambas Hibrida (Luffa acutangula)," *J. Produksi Tanam.*, vol. 5, no. 3, pp. 417–423, 2017, [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/>
- [8] D. Novita, T. Syamsuddin, and A. Giawa, "RESPON Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Gambas (Luffa acutangula L. Roxb) terhadap pemberian trichoderma sp. Dan beberapa dosis pupuk kandang kotoran sapi," *Agronitas*, vol. 2, no. 2, pp. 46–53, 2020, doi: 10.51517/ags.v2i2.236.
- [9] A. Topan Asmoro, P. Helmy, and R. B. Sri Mulyo, "Pengaruh Ketebalan Komposit Matrik Resin Dengan Penguat Kulit Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes) Yang Dianyam Terhadap Kemampuan Balistik," *J. Ilm. Momentum*, vol. 14, no. 1, pp. 75–79, 2018, doi: 10.36499/jim.v14i1.2190.
- [10] Sahwalita, "Prospek Pemanfaatan Eceng Gondok untuk Industri Kerajinan Kertas Seni di Kawasan Wisata Sungai Musi untuk Peningkatan Pendapatan Masyarakat," *J. Pembang. Mns.*, vol. 5, no. 1, pp. 141–149, 2020.
- [11] D. L. Andromeda, Basyaruddin, and N. Adlina, "Pengaruh Perlakuan Alkalinisasi Serat Alam Kayu Bangkirai (Shorea Laevifolia Endert) pada Sifat Mekanik Komposit dengan Matriks Poliester," *JST (Jurnal Sains Ter.)*, vol. 5, no. 2, pp. 1–7, 2019, doi: 10.32487/jst.v5i2.672.
- [12] E. Nanda Pratama Putra, "Korelasi Multiplek Dengan Komposit Core Hybrid Berpenguat Serbuk Gergaji Kayu Sengon Laut Dan Serbuk Tempurung Kelapa Bermatrik Polyester Terhadap Kekuatan Tarik, Bending Dan Impak," *Skripsi S1, Univ. Muhammadiyah Surakarta*, pp. 1–18, 2019.
- [13] M. F. Latuconsina and I. Priyahapsara, "Bending Strength of Hybrid Composite of Glass and Natural Fiber Phineage Leaves," *Vortex*, vol. 2, no. 2, p. 89, 2021, doi: 10.28989/vortex.v2i2.1012.
-