

PENGARUH VARIASI TEKANAN DAN FRAKSI VOLUME PADA *HYBRID COMPOSITE* SERAT SABUT KELAPA DAN SERAT BAMBU BERMATRIKS RESIN *POLYESTER* TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN *BENDING*

Febryan Utama Putra¹, Fajar Paundra^{1*}, Abdul Muhyi¹, Fuad Hakim¹, Lukman Triawan¹,
Abdul Aziz¹

¹ Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Sumatera

*Corresponding author: fajar.paundra@ms.itera.ac.id

Diterima: 7 Januari 2023

Direvisi: 28 Januari 2023

Disetujui: 29 Januari 2023

Terbit online: 3 Februari 2023

ABSTRAK

Komposit adalah suatu bahan yang terbentuk dari gabungan dua atau lebih bahan penyusunnya dengan proses pencampuran yang heterogen, yang sifat mekaniknya berbeda-beda. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fraksi volume dan tekanan pencetakan material komposit terhadap kekuatan tarik. Fraksi volume yang digunakan adalah SK 25% & SB 5%, SK 20% & SB 10%, SK 15% & SB 15%, SK 10% & SB 20%, dan SK 5% & SB 25%. Setiap perubahan tekanan pencetakan dilakukan pada tekanan 60 bar, 70 bar dan 80 bar. Pengujian komposit dilakukan dengan menggunakan ASTM D3039 untuk pengujian tarik dan ASTM D790 untuk pengujian *bending*. Hasil yang diperoleh adalah kekuatan tarik tertinggi pada E3 dengan nilai 23,573 MPa dan kekuatan tarik terendah pada C1 dengan nilai 9,199 MPa, kemudian kekuatan *bending* tertinggi pada E2 dengan nilai 38,665 MPa dan kekuatan *bending* terendah pada B1 dengan nilai 30,318 MPa.

Kata kunci: Komposit, Sabut Kelapa, Bambu, Tarik, *Bending*

ABSTRACT

Composite is a material that is formed from a combination of two or more constituent materials with a heterogeneous mixing process, which has different mechanical properties. This study aims to determine the effect of volume fraction and molding pressure of composite materials on tensile and bending strength. The volume fractions used SK 25% & SB 5%, SK 20% & SB 10%, SK 15% & SB 15%, SK 10% & SB 20%, and SK 5% & SB 25%. Each change in printing pressure carried out at a pressure of 60 bar, 70 bar and 80 bar. Composite testing was carried out using ASTM D3039 for tensile testing and ASTM D790 for bending testing. The results obtained are the highest tensile strength at E3 with a value of 23.573 MPa and the lowest tensile strength at C1 with a value of 9.199 MPa, then the highest bending strength at E2 with a value of 38.665 MPa and the lowest bending strength at B1 with a value of 30.318 MPa.

Keywords: *Composite, Coir, Bamboo, Tensile, Bending*

1. PENDAHULUAN

Komposit adalah suatu bahan yang terbentuk dari gabungan dua atau lebih bahan penyusunnya dengan proses pencampuran yang heterogen, sifat mekanik bahan tersebut berbeda-beda [1]. Komposit tersebut dibentuk oleh matriks yang mengikat dan melindungi filler dari pengaruh luar yang dapat merusaknya [2]. Penambahan *filler* pada matriks adalah bertujuan untuk meningkatkan kekakuan, menurunkan densitas, dan meningkatkan kekuatan

[3]. Salah satu contoh *filler* yang masih sedikit dalam pemanfaatannya adalah serat alam. Serat alam yang digunakan untuk membuat komposit seperti sabut kelapa, ijuk, serat batang pisang, serat pandan, dan lain sebagainya [4][5].

Salah satu penelitian dengan serat sabut kelapa dilakukan oleh Zulkifli, dkk. Pembuatan komposit dilakukan dengan metode cetak tekan, perbandingan resin dan hardener 70:30, serta fraksi volume serat (V_f) 10%, 20%, dan 30%. Dalam penelitian tersebut bahwa dengan bertambahnya fraksi volume serat sabut kelapa memiliki kecenderungan hasil pengujian tarik yang menurun [6][7]. Selain itu, penelitian Mochamad Arif Irfa'I, dkk menggunakan serat bambu. Metode pembuatan komposit dilakukan dengan *hand lay-up*. Prosedur dan uji geser mengacu pada ASTM D5379. Pada penelitiannya, nilai yang diperoleh dengan metode fraksi volume berupa nilai kuat geser tertinggi diperoleh pada fraksi volume serat 60% [8][9].

Dalam pembuatan komposit, terdapat beberapa perlakuan juga dalam mempengaruhi kekuatan komposit itu sendiri, antara lain proses *curing*, fraksinasi volume, variasi tekanan, dan lain-lain. Fraksi volume merupakan salah satu proses yang termasuk dalam proses pembuatan komposit, yang berperan penting dalam menentukan sifat mekanik komposit [10]. Selain itu, variasi tekanan dalam fabrikasi komposit berguna untuk mendistribusikan matriks secara merata dan meningkatkan ikatan antara antarmuka matriks dan tulangan serta mengurangi pembentukan cacat seperti rongga dan *void* [11][12].

Salah satu penelitian yang menggunakan metode fraksi volume dilakukan oleh Mariana Dias Machado Lopes, dkk. Dalam penelitian tersebut, mereka menggunakan bambu sebagai *filler* dan polyurethane sebagai matrik. Dalam proses pembuatan komposit menggunakan fraksi volume sebesar 20% dan 40% [13][14]. Selain itu, terdapat juga penelitian dengan menggunakan variasi tekanan oleh Andika Ratmanto, dkk, dimana campuran serat cantula dan bahan pengikat yang digunakan adalah rHDPE. Tekanan yang digunakan dalam proses adalah 30 bar, 40 bar dan 50 bar [15][16].

Berdasarkan penelitian sebelumnya, cara meningkatkan kuat tarik dan *bending* material komposit hybrid sabut kelapa dan serat bambu dengan proses *pressure* dengan alat *compression molding* dan perbandingan volume belum pernah dilakukan. Perubahan perlakuan pada tekanan pencetakan 60 bar, 70 bar, dan 80 bar serta variasi fraksi volume serat pada Sabut Kelapa 30% dan Bambu 10%, Sabut Kelapa 25% dan Bambu 15%, Sabut Kelapa 20% dan Bambu 20%, Sabut Kelapa 15% dan Bambu 25%, dan Sabut Kelapa 10% dan Bambu 30%. Penelitian ini akan menghasilkan komposit dengan kekuatan tarik dan bending yang baik, selain itu komposit ini dapat digunakan dalam berbagai kebutuhan, baik dalam industri dan lain sebagainya.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini matriks yang digunakan merupakan resin polyester 108 dan serat yang digunakan adalah serat sabut kelapa dan serat bambu. Serat sabut kelapa dan serat bambu didapatkan dari wilayah Nagari Panampuang, Kecamatan Ampek Angkek, Kabupaten Agam, Provinsi Sumatera Barat. Serat sabut kelapa dan serat bambu diberikan perlakuan perendaman ke dalam larutan 5% NaOH selama 60 menit, dengan tujuan untuk menghilangkan kotoran pada serat [17][18].



Gambar 1 (a) Serat Sabut Kelapa dan (b) Serat Bambu

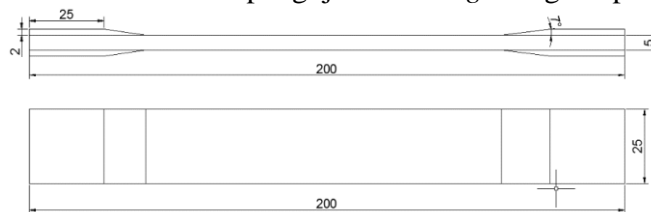
Pembuatan komposit dilakukan di Laboratorium Fabrikasi Teknik Mesin Institut Teknologi Sumatera. Fraksi volume yang digunakan ialah 70% matriks. Variasi yang diberikan ialah fraksi volume serat dan tekanan dalam proses pencetakan yaitu SK 25% & SB 5%, SK 20% & SB 10%, SK 15% & SB 15%, SK 10% & SB 20%, dan SK 5% & SB 25%, yang setiap tekanan pencetakannya dilakukan tekanan 60 bar, 70 bar dan 80 bar.

Tabel 1. Pengambilan Data

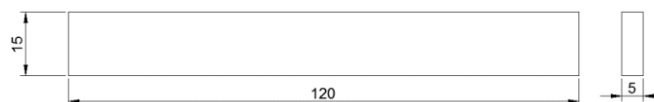
No	Volume Serat	Tekanan	Kode
1	Sabut Kelapa 25% Bambu 5%	60 bar	A1
		70 bar	A2
		80 bar	A3
2	Sabut Kelapa 20% Bambu 10%	60 bar	B1
		70 bar	B2
		80 bar	B3
3	Sabut Kelapa 15% Bambu 15%	60 bar	C1
		70 bar	C2
		80 bar	C3
4	Sabut Kelapa 10% Bambu 20%	60 bar	D1
		70 bar	D2
		80 bar	D3
5	Sabut Kelapa 5% Bambu 25%	60 bar	E1
		70 bar	E2
		80 bar	E3

Metode dalam proses pembuatan material komposit menggunakan *compression molding*. *Compression moulding* adalah proses menerapkan tekanan tinggi ke bagian cetakan [19]. Pencetakan komposit dimulai dari penentuan besar fraksi volume antara serat dan matriks, setelah itu pencampuran antara resin dengan katalis, kemudian dimasukkannya serat ke dalam cetakan yang dilanjutkan penuangan resin, lalu proses *press* dimulai dan didiamkan selama 24 jam agar resin yang berada dalam cetakan kering, dan terakhir membuka komposit dari cetakan.

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini meliputi pengujian porositas, pengujian bending dan pengujian tarik. Pengujian dilakukan di Laboratorium Fabrikasi dan Laboratorium Rekayasa Material Teknik Mesin Institut Teknologi Sumatera. Pengujian tarik mengacu pada ASTM D3039 dan untuk pengujian *bending* mengacu pada ASTM D790.



Gambar 2. ASTM D3039 Uji Tarik



Gambar 3. ASTM D790 Uji Bending

Persamaan dibawah ini merupakan persamaan yang dipakai dalam mencari nilai porositas komposit.

$$P = 1 - \frac{\rho_{aktual}}{\rho_{teoritis}} \tag{1}$$

Lalu untuk menentukan kekuatan tarik digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\sigma_t = \frac{P}{A} \tag{2}$$

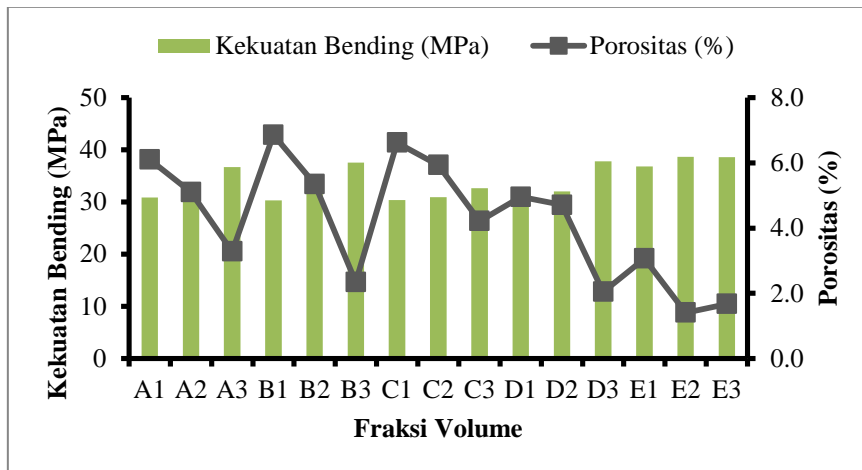
Selanjutnya persamaan yang digunakan untuk mencari kekuatan *bending* ialah.

$$\sigma_{fs} = \frac{3FL}{2bd^2} \tag{3}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kekuatan Bending Terhadap Porositas

Gambar 4 berikut ini merupakan perbandingan antara kekuatan bending terhadap porositas

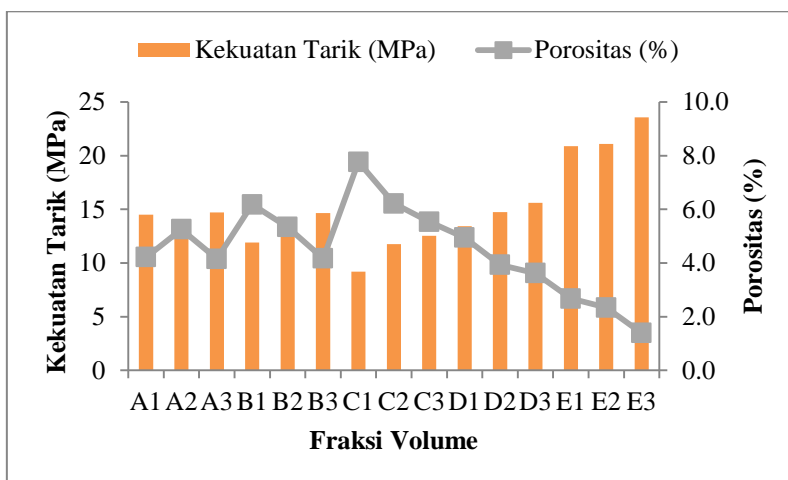


Gambar 4. Kekuatan Bending terhadap Porositas

Gambar 4 terkait merupakan perbandingan antara nilai kekuatan bending dengan nilai presentasi porositas. Nilai kekuatan bending tertinggi yang dihasilkan terdapat pada sampel pengujian pada sampel E3 mendapatkan hasil pengujian sebesar 38,665 MPa, dan untuk nilai pengujian bending terendah terdapat pada sampel B1 mendapatkan hasil pengujian sebesar 30,318 MPa. Namun, hasil pengujian bending tersebut terbilang fluktuatif pada saat melakukan perujian di tiap sampel. Hasil kekuatan bending yang bersifat fluktuatif tersebut terdapat faktor dipengaruhi nilai porositas. Dapat dilihat pada grafik diatas menunjukkan nilai porositas pada tiap sampel B1 terbilang cukup tinggi dengan memperoleh nilai sebesar 6,858% dan hal ini dapat mempengaruhi dari seberapa banyak rongga-rongga kosong yang terbentuk pada material komposit, selain itu juga menyebabkan ikatan antara matrik dengan serat menjadi turun dan dapat menyebabkan sampel tersebut menjadi mudah patah dibandingkan dengan sampel bernilai porositas lebih rendah dari sampel B1. Sehingga, nilai yang dihasilkan dari kekuatan bending menurun dan menyebabkan nilai porositas akan berbanding terbalik dengan nilai sampel pengujian bending, hal ini disebabkan dengan adanya roang atau ruang-ruang kosong tersebut dapat menyebabkan sampel patah lebih dahulu [6].

3.2 Kekuatan Tarik Terhadap Porositas

Gambar 5 berikut ini merupakan perbandingan antara kekuatan tarik terhadap porositas

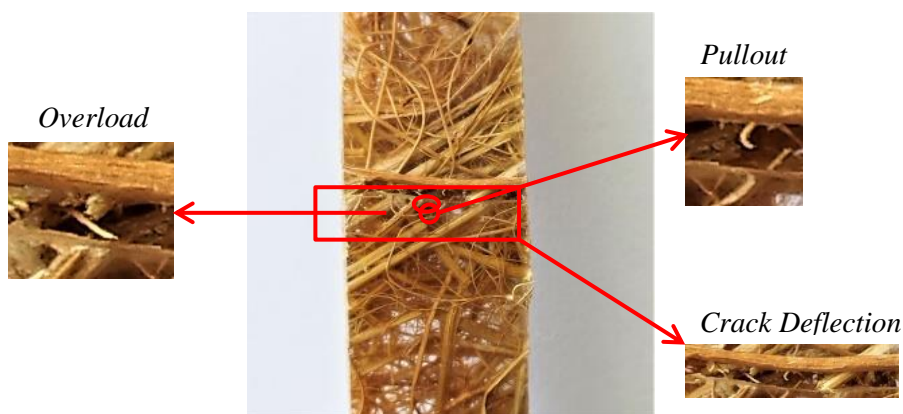


Gambar 5. Kekuatan Tarik terhadap Porositas

Gambar 5 terkait merupakan perbandingan antara nilai kekuatan *bending* dengan nilai presentasi porositas. Nilai kekuatan tarik tertinggi yang dihasilkan terdapat pada spesimen pengujian E3 mendapatkan hasil pengujian sebesar 23,573 MPa, dan untuk nilai pengujian tarik terendah terdapat pada sampel C1 mendapatkan hasil pengujian sebesar 9,199 MPa. Dalam dilihat pada grafik tersebut menunjukkan data peningkatan kekuatan dari tiap fraksi volumenya, namun juga ada sedikit penurunan kekuatan pada sampel A2. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat faktor lain yang membuat hasil pengujian mengalami fluktuatif dan salah satu penyebabnya ialah porositas. Porositas tertinggi terjadi pada C1 dengan nilai sebesar 7,768% dan hal ini dipengaruhi dari seberapa banyak rongga-rongga kosong yang terbentuk pada material komposit, selain itu juga menyebabkan ikatan antara matrik dengan serat menjadi turun dan dapat menyebabkan sampel tersebut menjadi mudah patah dibandingkan dengan sampel bernilai porositas lebih rendah dari sampel C1.

3.3 Foto Makro Patahan

Gambar 6 menunjukkan contoh dari patahan *bending* yang terjadi pada pengujian komposit yang dilihat secara makro, sedangkan Gambar 7 menunjukkan contoh dari patahan sampel uji tarik komposit yang dilihat secara makro.



Gambar 6. Foto Makro Patahan *Bending*



Gambar 7. Foto Makro Patahan Tarik

Patahan dengan jenis *overload* dan *fibre pullout* bisa dilihat paling banyak terjadi, patahan *overload* merupakan patahan yang menyebabkan seratnya terputus disebabkan oleh kuatnya batas serat dan kuatnya ikatan antara serat dan matriks. Pada patahan ini terlihat bahwa patahan rata di permukaan dan memiliki serat-serat yang terlihat [20]. Pada saat yang sama, *fibre pullout* adalah sambungan antara serat dan matriks yang tidak kuat, sehingga serat ditarik keluar dari sambungan matriks. Ini menunjukkan ikatan yang lemah antara serat dan matriks karena serat mengandung lapisan lilin (lignin dan pengotor lainnya) yang menghalangi antarmuka antara serat dan matriks [21]. Matriks *flow* adalah kondisi dimana tidak terdapatnya serat pada area matriks sehingga membuat komposit menjadi getas dan mudah patah saat mengalami tegangan. Hal ini karena tidak banyak serat saat mencetak, sehingga matriks dan serat menumpuk secara terpisah, menghasilkan ruang kosong dimana tidak ada ikatan antara matriks dan serat [22][23].

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukannya pengambilan data dan analisis pada penelitian tugas akhir ini maka dapat disimpulkan bahwa :

- Kekuatan bending tertinggi didapatkan oleh sampel E2, dengan nilai kekuatan bendingnya yaitu 38,665 MPa. Selanjutnya untuk kekuatan bending paling kecil didapatkan pada oleh sampel B1, dengan nilai 30,318 MPa.
- Kekuatan tarik tertinggi didapatkan oleh sampel E3, dengan nilai kekuatan tariknya yaitu 23,573 MPa. Selanjutnya untuk kekuatan tarik terendah didapatkan oleh sampel C1, dengan nilai 9,199 MPa.
- Dengan volume serat bambu lebih dominan dari pada serat sabut kelapa, dapat mempengaruhi hasil pengujian tarik dan pengujian bending dengan nilai hasil pengujian lebih tinggi. Tekanan juga berpengaruh terhadap kekuatan tarik dan *bending* hal ini dikarenakan pada penekanan yang tinggi dapat mengurangi *void* yang ada dikomposit sehingga dapat meningkatkan interfacial bonding antara serat dan matriks.

5. DAFTAR PUSTAKA

- I. Mawardi and H. Hanif, "Sifat Mekanis Komposit Polimer Hibrid Diperkuat Serat Sabut Kelapa-E-Glass," *ETHOS (Jurnal Penelit. dan Pengabdian)*, vol. 6, no. 2, pp. 297–304, 2018, doi: 10.29313/ethos.v6i2.3783.
- S. Ali and A. Rusman, "Kuat Tekan Material Dari Bahan Komposit Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)," *J. Mekanova*, vol. 3, no. 5, pp. 128–136, 2017.

- [3] F. Mulana, Hisbullah, and Iskandar, “Pembuatan Papan Komposit dari Plastik Daur Ulang dan Serbuk Kayu serta Jerami Sebagai Filler,” *J. Rekayasa Kim. Lingkung.*, vol. 8, no. 1, pp. 17–22, 2011.
- [4] D. Sriwita and A. -, “Pembuatan Dan Karakterisasi Sifat Mekanik Bahan Komposit Serat Daun Nenas-Polyester Ditinjau Dari Fraksi Massa Dan Orientasi Serat,” *J. Fis. Unand*, vol. 3, no. 1, pp. 30–36, 2014, doi: 10.25077/jfu.3.1.
- [5] F. Paundra, A. Naufal, A. Muhyi, F. P. Nurullah, and P. Elmiawan, “Effect of Webbing Angle on Tensile and Bending Strengths in Human Hair Fiber Reinforced Composites,” vol. 24, no. 1, pp. 30–35, 2022.
- [6] Z. Zulkifli, H. Hermansyah, and S. Mulyanto, “Analisa Kekuatan Tarik dan Bentuk Patahan Komposit Serat Sabuk Kelapa Bermatriks Epoxyterhadap Variasi Fraksi Volume Serat,” *JTT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, vol. 6, no. 2, pp. 90–95, 2018, doi: 10.32487/jtt.v6i2.459.
- [7] F. Paundra, A. N. Setiawan, A. Muhyi, dan F. Qalbina “Analisis Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Berpenguat Serat Batang Pisang Kepok dan Serat Pinang,” vol. 11, no. 1, pp. 9–13, 2022.
- [8] M. Irfa’ Arif, Dzulkifli, D. Wulandari, Supardiyono, and F. Subekti, “Pengaruh Fraksi Volume Serat Komposit Hibridberpenguat Serat Bambu Anyam Dan Serat E-Glass Acak Menggunakan Matrikepoksiterhadap Kekuatan Geser,” *LPPM - Univ. NEGERI SURABAYA*, pp. 1–11, 2018.
- [9] F. Paundra, K. Imad, A. Muhyi, O. Sumardi, dan S. Rojikin, “Pengaruh Variasi Fraksi Volum Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Serat Ampas Tebu Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Bermatrik Polyester,” *J. Foundry Politek. Manufaktur Ceper 12 J. Foundry*, vol. 5, no. 1, p. 2022, 2022.
- [10] M. El Messiry, “Theoretical analysis of natural fiber volume fraction of reinforced composites,” *Alexandria Eng. J.*, vol. 52, no. 3, pp. 301–306, 2013, doi: 10.1016/j.aej.2013.01.006.
- [11] R. Waluyo, A. R. Ahmad, and ..., “Pengaruh Tekanan Pengepresan Terhadap Sifat Mekanis Wood Plastic Composite (WPC) Campuran Recycle HDPE Dan Serbuk Gergaji Kayu,” *Pros. Lppm Uika ...*, 2020.
- [12] F. Paundra, T. Triyono, and W. P. Raharjo, “Cu Addition Effect Analysis on Matrix Of Remelting Piston Aluminium Composite with Silica Sand Reinsforcement to The Impact Strength and Micro Structure on Aluminuim Matrix Composite Using Stir-Casting Method,” *Mek. Maj. Ilm. Mek.*, vol. 16, no. 1, pp. 20–25, 2017, doi: 10.20961/mechanika.v16i1.35051.
- [13] M. D. M. Lopes *et al.*, “Natural based polyurethane matrix composites reinforced with bamboo fiber waste for use as oriented strand board,” *J. Mater. Res. Technol.*, vol. 12, pp. 2317–2324, 2021, doi: 10.1016/j.jmrt.2021.04.023.
- [14] M. Syaokani, F. Paundra, F. Qalbina, I. D. Arirohman, and P. Yunesti, “Desain dan Analisis Mesin Press Komposit Kapasitas 20 Ton,” pp. 29–34, 2021.
- [15] A. Ratmanto, W. W. Raharjo, and T. Triyono, “Pengaruh Tekanan Pengepresan terhadap Kekuatan Bending,” *J. Mek. UNS*, no. 2007, pp. 46–50, 2012.
- [16] Z. Millennio, F. Paundra, H. T. Yudistira, E. Pujiyulianto dan I. Prabowo, “Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Tarik Bahan Komposit Serat Rumpuk Teki” *JAMET, Vol. 1, No.1*, 2022.
- [17] T. A. Miliket, M. B. Ageze, M. T. Tigabu, and M. A. Zeleke, “Experimental characterizations

- of hybrid natural fiber-reinforced composite for wind turbine blades,” *Heliyon*, vol. 8, no. 3, 2022, doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e09092.
- [18] A. Nurdin, S. Hastuti, H. P. D., and R. H., “Pengaruh Alkali dan Fraksi Volume terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat Akar Wangi – Epoxy,” *Rotasi*, vol. 21, no. 1, p. 30, 2019, doi: 10.14710/rotasi.21.1.30-35.
- [19] S. Lee, D. Shin, G. Kim, and W. Ji, “Numerical model for compression molding process of hybridly laminated thermoplastic composites based on anisotropic rheology,” *Compos. Part C Open Access*, vol. 7, p. 100215, 2022, doi: 10.1016/j.jcomc.2021.100215.
- [20] I. Huzainil, I. W. Surata, and T. G. T. Nindhia, “Kekuatan Tarik Dan Lentur Komposit Poliester Berpenguat Serat Doyo (Curculigo Latifolia),” *Pros. Semin. Nas. Teknoka*, vol. 5, no. December, pp. 283–289, 2020, doi: 10.22236/teknoka.v5i.375.
- [21] M. Muhajir, M. A. Mizar, and D. A. Sudjimat, “Analisis Kekuatan Tarik Bahan Komposit Matriks Resin,” *J. Tek. Mesin*, no. 2, pp. 1–8, 2016.
- [22] I. P. Lokantara, “Analisis Kekuatan Impact Komposit Polyester-Serat Tapis Kelapa Dengan Variasi Panjang Dan Fraksi Volume Serat Yang Diberi Perlakuan NaOH,” *Din. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 1, pp. 47–54, 2012, doi: 10.29303/d.v2i1.111.
- [23] J. M. Mesin, F. P. Nurrullah, F. Paundra, A. Maulana, and A. Muhyi, “THE EFFECT OF WEBBING ANGLE ORIENTATION ON PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF BOEHMERIA NIVEA FIBER,” vol. 24, no. 1, pp. 25–34.