



Studi Sifat Fisik dan Kekuatan Tekan Material Komposit Serat Eceng Gondok dan Kulit Jagung

Andi Indra Wulan Sari Ramadani^{1*}, Muh. Fachrul Latief²

^{1,2}Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Gorontalo

Received: 11 Mei 2024

Revised: 19 Mei 2024

Accepted: 28 Mei 2024

Abstract

The high demand for materials with unique properties such as composites, especially in increasingly massively produced structural applications, requires the industry to switch from synthetic fiber reinforced composites such as fiberglass to composites with natural fibers. The use of natural fibers as fillers not only considers their environmentally friendly properties but also the nature of natural fibers which tend to have low density so that they are expected to be able to provide unique physical and mechanical properties to engineered composite materials. This study examines how the physical properties and compressive strength of composites with epoxy matrices and two types of natural fiber fillers, namely water hyacinth and corn husks. The results of this study indicate that alkali treatment in the preparation of corn husk and water hyacinth fiber samples significantly affects the density, porosity and compressive strength of the resulting composites. In addition, the uniformity of fiber orientation and the number of fibers per unit area also contribute positively to the physical properties and compressive strength of natural fiber composite samples.

Keywords: Composite, natural fiber, water hyacinth, corn husk, density, porosity, compressive strength, alkali treatment.

(*) Corresponding Author: indra@ung.ac.id

How to Cite: Ramadani, A. I. W., & Latief, M. (2024). Studi Sifat Fisik dan Kekuatan Tekan Material Komposit Serat Eceng Gondok dan Kulit Jagung. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 10(11), 890-897. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13605106>

PENDAHULUAN

Perkembangan rekayasa material pada masa ini tidak hanya untuk menjawab kebutuhan manusia di berbagai aspek kehidupan, namun juga di beberapa tahun terakhir material didesain untuk bersifat lebih ramah lingkungan. Salah satu material yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah polimer. Polimer tidak hanya ditemukan sebagai wadah plastik yang banyak digunakan di rumah tangga dan industri, namun polimer juga dapat ditemukan hingga di industri konstruksi, kendaraan, kesehatan, tekstil bahkan industri *information and Technology* (IT). Aplikasi polimer pada bidang struktural biasanya menggunakan polimer jenis termoset yang memiliki ketahanan terhadap suhu namun tidak ramah lingkungan serta memerlukan perbaikan sifat mekanik. Beberapa penelitian terakhir mengembangkan komposit polimer berpenguat serat alam untuk meningkatkan sifat mekanik polimer dengan *filler* yang lebih ramah lingkungan (Mailoa & Subijanto, 2023; Salahudin et al., 2021; Solomon, 2020).

Komposit merupakan material yang menggabungkan dua atau lebih jenis material berbeda dalam rangka menghasilkan material baru dengan sifat yang



lebih baik dibandingkan material penyusunnya. Tingginya kebutuhan akan komposit di segala bidang seperti pada badan kendaraan yang semakin masif diproduksi menuntut industri untuk beralih dari *filler* sintesis yang sulit terurai ke komposit dengan penguat bahan alam. Penggunaan serat alam sebagai penguat pada komposit tidak hanya atas dasar pertimbangan ramah lingkungan, namun juga beberapa penelitian telah melaporkan penggunaan serat alam yang beragam berkontribusi pada kekhasan sifat mekanik material komposit yang direkayasa (Ali, 2022; Irwanto et al., 2018; Kartini et al., 2002; Nurfatihayati et al., 2023). Selain itu, penggunaan serat alam juga diharapkan mampu mengurangi biaya produksi karena umumnya bahan dasar serat alam berasal dari sampah organik.

Sifat mekanik komposit sangat dipengaruhi oleh sifat matriks dan filler serta bagaimana bentuk mikrostruktur orientasi dan distribusi dari *filler* akan menentukan sifat akhir dari komposit yang direkayasa. Oleh karena itu, pemilihan jenis fraksi, orientasi dan bentuk *filler* akan mempengaruhi bagaimana sifat dari komposit yang dibuat. Penelitian ini selanjutnya diarahkan untuk merencanakan material komposit berbasis resin polimer dengan serat eceng gondok dan kulit jagung sebagai *filler*. Pemilihan bahan alam ini dengan mempertimbangkan melimpahnya kedua bahan dasar ini di Provinsi Gorontalo. Kedua bahan dasar serat alam ini memiliki kandungan selulosa yang tinggi yaitu sekitar 60 % untuk eceng gondok (Salimi et al., 2021) dan sekitar 44% untuk kulit jagung (Setyaningsih et al., 2020). Saat digunakan sebagai *filler*, kandungan selulosa pada bahan serat alam dapat berkontribusi dalam peningkatan kekuatan (*reinforcement*) pada komposit (Rahman, 2016). Pada penelitian ini serat alam yang digunakan dioptimalisasi terlebih dahulu dengan memberikan perlakuan alkali untuk menghilangkan kandungan lignin pada serat dengan tujuan akan meningkatkan kekuatan mekanik dari komposit. Seluruh jenis serat kemudian akan dibuat menjadi komposit dengan matriks resin epoxy dengan komposisi persentase fraksi berat bervariasi.

METODE

Bahan dasar serat eceng gondok dan kulit jagung yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari sekitar Danau Perintis, Kecamatan Suwawa, Kabupaten Bone Bolango. Bahan dasar ini kemudian dibersihkan menggunakan aquades hingga bersih dari pengotor. Eceng gondok dan kulit jagung yang telah dibersihkan selanjutnya diberi perlakuan kimia dengan merendam bahan dasar dalam larutan alkali 0,1 M NaOH (*Merck*) selama 3 jam, lalu dicuci kembali dengan aquades untuk menghilangkan sisa alkali hingga pH-nya netral. Setelah itu, serat yang telah dikeringkan dipotong berukuran 4,5 cm.

Matriks yang digunakan pada penelitian ini adalah epoxy resin Bakelite EPR 174 dan katalis *hardener* Ziegler-Natta dengan persentase *hardener* 10% dari matriks. Pada penelitian ini dilakukan variasi fraksi berat (%w/w) yaitu masing-masing 1%, 2% dan 3% untuk masing-masing serat eceng gondok dan kulit jagung. Cetakan yang digunakan pada penelitian ini merupakan cetakan kaca berbentuk kubus dengan panjang sisi berukuran 5 cm. Pengujian sifat fisik komposit dalam penelitian ini terdiri atas dua yaitu pengukuran densitas yang prosedurnya mengikuti standar ASTM C271-99 dan porositas merujuk pada penelitian terdahulu (Nurfatihayati et al., 2023). Untuk melihat bagaimana potensi

komposit serat alam ini sebagai bahan struktural seperti substitusi komposit serat sintetis seperti *fiberglass* pada helm dan *dashboard* kendaraan maka pada penelitian ini dilakukan pengujian mekanik berupa kekuatan tekan (*compressive strength*) komposit yang mengikuti prosedur ASTM D695.

HASIL & PEMBAHASAN

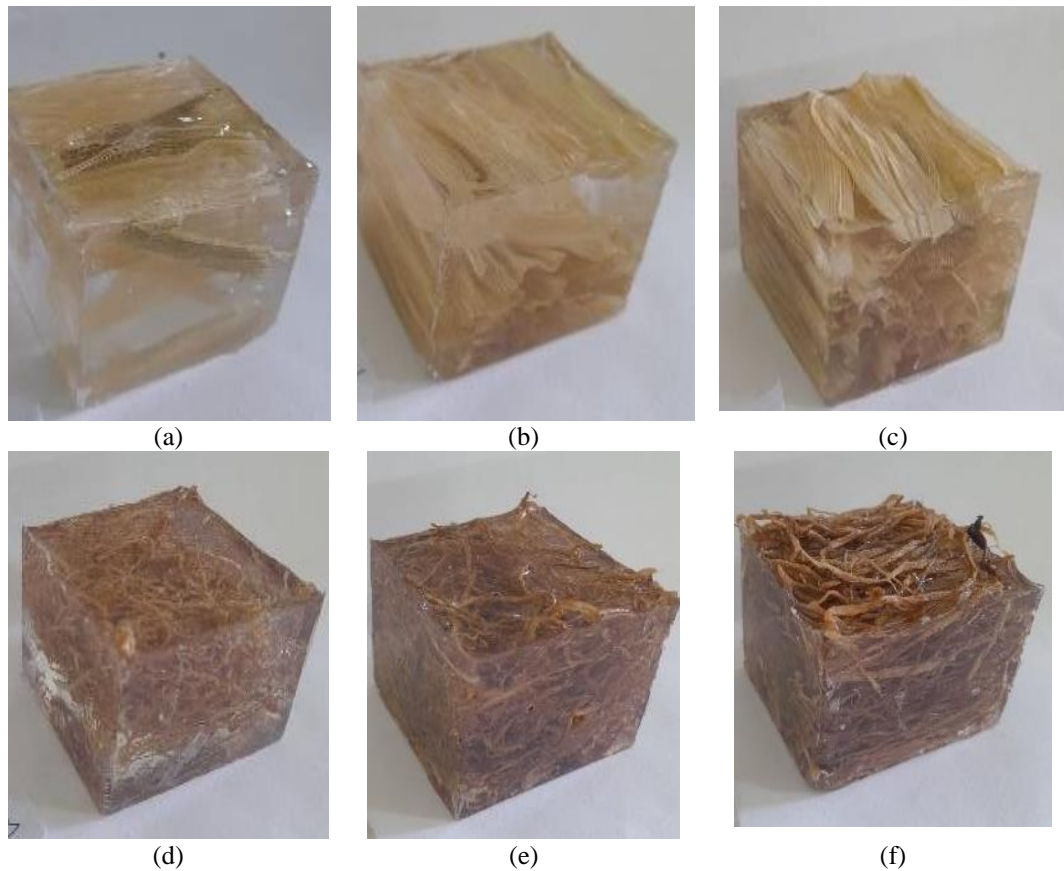
Tabel 1. Sifat Fisik dan Kekuatan Tekan Komposit Serat Alam

Jenis Serat Alam	Fraksi Berat (%)	Densitas (g/cm ³)	Porositas (%)	Kekuatan Tekan (MPa)
Tanpa Serat	0	1,8804	0,0346	117,63
Eceng Gondok	1	2,0465	0,1718	87,43
	2	1,2542	0,3382	81,44
	3	1,8248	1,1312	33,59
Kulit Jagung	1	2,0123	0,1023	64,56
	2	2,3171	0,1556	83,80
	3	1,2711	0,5559	43,45

Salah satu karakterisasi mendasar pada material komposit yang umum dilakukan adalah karakterisasi sifat fisik. Pada penelitian ini karakterisasi sifat fisik yang dilakukan meliputi densitas dan porositas dari sampel komposit. Pengujian sifat fisik ini dilakukan untuk melihat bagaimana keterkaitan antara sifat fisik bahan dengan kekuatan mekanik dari suatu komposit. Tabel 1 menunjukkan bahwa komposit dengan fraksi berat 2% serat kulit jagung memiliki densitas yang lebih besar dibandingkan dengan komposit tanpa serat dan komposit serat eceng gondok untuk semua variasi fraksi berat.

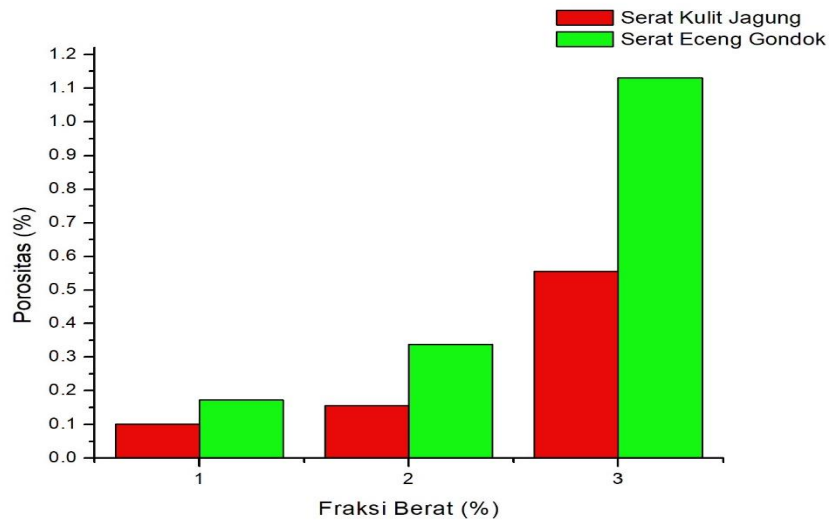
Penelitian terdahulu melaporkan bahwa peningkatan jumlah serat per satuan luas meningkatkan densitas serat pada sampel (Mamtaz et al., 2016). Hal ini menunjukkan bahwa densitas sampel komposit bukan dipengaruhi oleh peningkatan fraksi massa namun fraksi volume. Gambar 1 menunjukkan bahwa Sampel yang digunakan pada penelitian ini menunjukkan distribusi jumlah serat per satuan luas yang tidak merata. Pada sampel komposit serat jagung dengan fraksi berat 1% (Gambar 1b) menunjukkan bahwa beberapa serat terkonsentrasi di bawah permukaan sedangkan di bagian atas permukaan cenderung memiliki jumlah serat yang lebih sedikit. Berbeda dengan komposit serat jagung dengan fraksi berat 2% (Gambar 2b) yang menunjukkan bahwa jumlah serat per satuan luas cenderung merata sehingga densitas sampel juga meningkat. Sedangkan sampel komposit dengan fraksi berat 3% serat jagung menunjukkan konsentrasi matriks yang sedikit akibat volume serat jagung yang mendominasi menyebabkan adanya penurunan densitas komposit.

Peningkatan fraksi berat serat alam pada kedua jenis serat menunjukkan peningkatan porositas pada sampel seperti yang diilustrasikan pada gambar 2. Berbeda dengan sampel komposit dengan penambahan serat alam, sampel komposit tanpa serat alam menunjukkan porositas yang jauh lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh sifat serat alam yang hidrofilik dengan kepolaran yang tinggi sehingga mudah menyerap air yang membentuk dapat membentuk *void* pembentuk pori. Untuk meminimalisir jumlah *void*, salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan beralih dari metode *hand lay up* menjadi metode vakum yang cenderung mampu meminimalkan kehadiran *void* (Rianto et al., 2020).



Gambar 1. Komposit dengan fraksi berat (a) 1%, (b) 2%, (c) 3% serat kulit jagung serta (d) 1%, (e) 2%, (f) 3% serat eceng gondok

Gambar 2 juga menunjukkan bahwa untuk semua variasi fraksi berat, komposit dengan *filler* serat kulit jagung memiliki porositas yang lebih rendah dibandingkan komposit dengan serat eceng gondok. Hal ini disebabkan oleh orientasi serat pada komposit serat kulit jagung cenderung lebih homogen dibandingkan dengan komposit dengan eceng gondok, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1. Hal ini menunjukkan bahwa selain jenis serat yang digunakan, orientasi serat juga mempengaruhi optimalisasi sifat fisik komposit dengan penambahan serat sebagai *filler*. Serat alam yang digunakan pada penelitian ini baik itu serat eceng gondok maupun kulit jagung terlebih dahulu telah memperoleh perlakuan alkali sebelum ditambahkan pada matriks komposit. Pemberian perlakuan alkali ini merupakan upaya kimiawi yang digunakan untuk meningkatkan kemampuan adhesi serat alam dengan matriks polimer yang digunakan. Penelitian terdahulu melaporkan bahwa untuk optimalisasi serat alam dengan perlakuan alkali perlu mempertimbangkan tiga parameter yaitu konsentrasi larutan alkali yang digunakan, waktu perendaman bahan serat alam dalam larutan alkali dan suhu perendaman.(Hashim et al., 2017).



Gambar 2. Porositas Komposit Serat Eceng Gondok dan Kulit Jagung dengan variasi fraksi berat 1%, 2% dan 3%

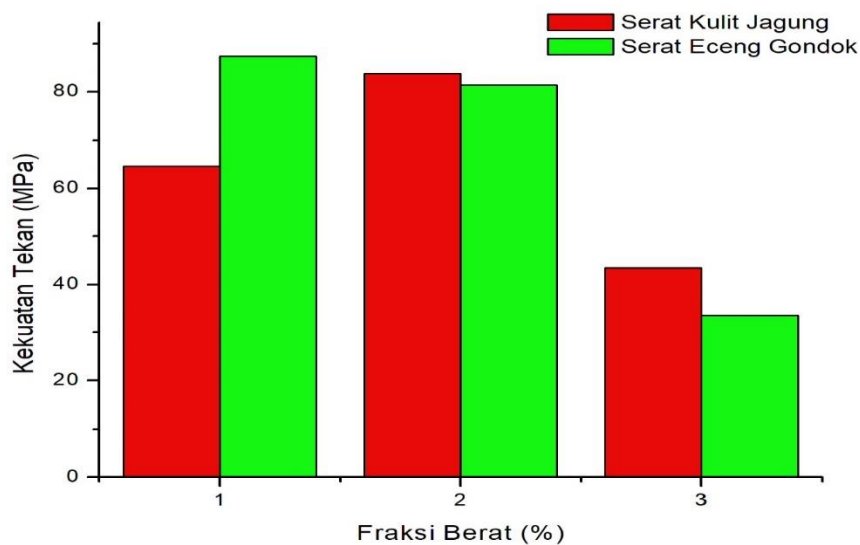
Serat alam memiliki gugus fungsi $-OH$ pada permukaannya sehingga memungkinkan terbentuknya ikatan hydrogen baru dengan molekul air (H_2O) yang membuat ikatan lemah antara serat dan matriks seperti dinyatakan pada persamaan (1). Pemberian perlakuan alkali yang tidak tepat pada serat alam yang digunakan dapat membuat adanya peningkatan porositas pada komposit dengan penambahan serat dibandingkan tanpa penambahan serat.



Pemberian NaOH dengan konsentrasi, waktu perendaman dan temperature yang tepat dapat mengeliminasi pengotor seperti lignin, pektin dan hemiselulosa dan mengoptimalkan ikatan gugus $-OH$ pada selulosa dengan sodium (Na) yang meningkatkan adhesi pada permukaan serat dan memperluas area kontak pada serat alam.

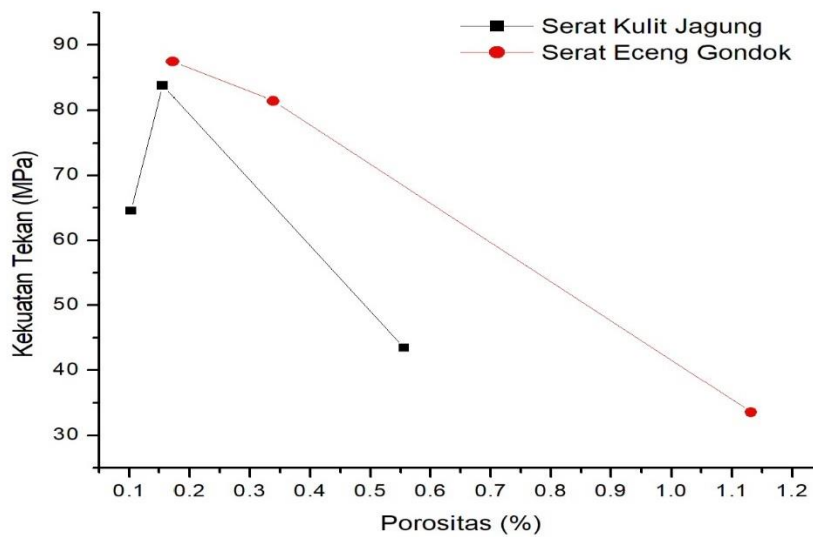
Perbandingan kekuatan tekan komposit dengan penambahan serat kulit jagung dan serat eceng gondok dapat dilihat pada gambar 3. Pada fraksi berat 1% tampak bahwa sampel komposit dengan serat eceng gondok memiliki kekuatan tekan yang lebih besar 20 MPa dari komposit dengan serat kulit jagung. Hal ini dikarenakan pada fraksi berat 1% ini, perbandingan jumlah serat eceng gondok per satuan luas lebih besar dibandingkan dengan jumlah serat kulit jagung per satuan luas permukaan matriks. Pada fraksi berat 2% kedua sampel memiliki perbandingan jumlah serat per satuan luas yang hampir sama sehingga kekuatan mekanik komposit serat jagung dan serat eceng gondok hampir sama yaitu ± 80 MPa. Hal yang berbeda terjadi pada fraksi berat 3% yang menunjukkan bahwa komposit serat jagung memiliki kekuatan tekan yang lebih baik dibandingkan dengan komposit eceng gondok. Penurunan kekuatan tekan komposit serat jagung pada fraksi berat 3% disebabkan karena banyaknya kandungan serat sehingga penyebaran matriks terhadap serat tidak merata. Kekuatan tekan dengan fraksi

berat 3% menunjukkan kecenderungan penurunan pada kedua jenis serat yang mengindikasikan bahwa fraksi berat ini merupakan fraksi berat maksimum serat alam yang ditambahkan pada komposit. Gambar 3 juga menunjukkan bahwa kecenderungan kekuatan mekanik terhadap peningkatan fraksi berat pada masing-masing jenis serat alam berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan komposisi kimia yang ada pada kedua serat (seperti selulosa, lignin dan hemiselulosa) menyebabkan perlunya perbedaan perlakuan alkali yang diberikan pada kedua jenis serat alam ini seperti perbedaan konsentrasi larutan alkali, lama waktu perendaman dan temperatur perendaman pada masing-masing serat yang digunakan



Gambar 3. Kekuatan Tekan Komposit Serat Eceng Gondok dan Kulit Jagung dengan variasi fraksi berat 1%, 2% dan 3%

Selain itu, komposit dengan *filler* eceng gondok menunjukkan kecenderungan penurunan seiring bertambahnya fraksi berat yang ditambahkan pada matriks. Hal ini diduga disebabkan oleh orientasi serat eceng gondok yang tidak seragam yang perlu dikonfirmasi melalui *scanning electron microscope* (SEM). Terjadinya proses delignifikasi dan penetrasi pada rantai selulosa secara berlebihan akibat konsentrasi larutan dan lama perendaman yang berlebih juga dapat membuat kerusakan pada serat. Kekuatan mekanik suatu komposit sangat dipengaruhi oleh bagaimana kualitas antarmuka (*interface*) serat dan matriks komposit. Hal ini berkaitan dengan energi dan ikatan antarmuka yang dapat ditingkatkan dengan meningkatkan gaya tarik menarik molekul pada *interface* melalui perlakuan alkali yang tepat pada serat yang digunakan (Verma & Goh, 2021). Gambar 4 menunjukkan kecenderungan penurunan kekuatan tekan komposit sering bertambahnya porositas pada komposit. Peningkatan pori pada komposit menyebabkan gaya tarik menarik antarmuka mengalami penurunan yang berakibat pada menurunnya kekuatan tekan dari komposit.



Gambar 4. Hubungan Porositas dan Kekuatan Mekanik pada komposit serat Eceng Gondok dan Kulit Jagung

KESIMPULAN

Penambahan serat alam pada komposit dengan matriks polimer berpengaruh secara signifikan terhadap sifat fisik dan kekuatan tekan dari komposit. Perlakuan alkali pada serat eceng gondok dan kulit jagung secara signifikan mempengaruhi sifat fisik dan kekuatan tekan dari komposit sehingga untuk setiap jenis serat perlu mempertimbangkan konsentrasi larutan, lama waktu perendaman dan temperature perendaman yang tepat untuk memaksimalkan kekuatan ikatan antarmuka antar serat dan matriks. Selain itu, homogenitas orientasi serat dan jumlah serat per satuan luas juga secara signifikan berpengaruh pada sifat fisik dan kekuatan tekan dari komposit.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. Y. (2022). *Analisis Kekuatan Uji Impak Komposit Serat Alam (Serat Batang Pisang)*. 23.
- Hashim, M. Y., Amin, A. M., Marwah, O. M. F., Othman, M. H., Yunus, M. R. M., & Chuan Huat, N. (2017). The effect of alkali treatment under various conditions on physical properties of kenaf fiber. *Journal of Physics: Conference Series*, 914, 012030. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/914/1/012030>
- Irwanto, I., Respati, S. M. B., & Purwanto, H. (2018). Analisis Kekuatan Tarik dan Struktur Komposit Berpenguat Serat Alam sebagai Bahan Alternatif Pengganti Serat Kaca untuk Pembuatan Dashboard. *Jurnal Ilmiah Momentum*, 10(2), Article 2. <https://doi.org/10.36499/jim.v10i2.1059>
- Kartini, R., Darmasetiawan, H., & Karo, A. K. (2002). *Pembuatan dan Karakterisasi Komposit Polimer Berpenguat Serat Alam*. 3(3).
- Mailoa, B. S., & Subijanto, R. A. (2023). *Analisis Uji Tarik Serat Rami dan Fiberglass Metode Hand Lay Up dan VARI sebagai Pengganti Skin Pesawat Grob*. 5.

- Mamtaz, H., Fouladi, M. H., Al-Atabi, M., & Narayana Namasivayam, S. (2016). Acoustic Absorption of Natural Fiber Composites. *Journal of Engineering*, 2016(1), 5836107. <https://doi.org/10.1155/2016/5836107>
- Nurfatihayati, N., Alfarisi, C. D., Drastinawati, D., Khairat, K., Akbar, M., & Maharani, C. (2023). Pembuatan Komposit dari Serat Sabut Kelapa dan Resin Polyester sebagai Material untuk Helm. *Journal of Bioprocess, Chemical and Environmental Engineering Science*, 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.31258/jbchees.4.2.57-64>
- Rahman, A. (2016). *Pengaruh Komposisi Material Komposit Dengan Matriks Polypropylene Berpenguat Serat Alam Terhadap Morfologi dan Kekuatan Sifat Fisik*. 5(2).
- Rianto, A., Anjiu, L. D., & Suhendra, S. (2020). Pemanfaatan serat alam kulit terap sebagai bahan kombinasi pembuatan winglet sepeda motor. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 9(1). <https://doi.org/10.24127/trb.v9i1.1140>
- Salahudin, X., Pramono, C., Fauzi, M. I. A., Widodo, S., & Hastuti, S. (2021). Serat Ijuk Sebagai Penguat Komposit Guna Meningkatkan Nilai Ketangguhan Impak. *SENASTER "Seminar Nasional Riset Teknologi Terapan,"* 2(2), Article 2. <https://jurnal.untidar.ac.id/index.php/senaster/article/view/7418>
- Salimi, Y. K., Hasan, A. S., & Botutihe, D. N. (2021). Sintesis dan Karakterisasi Carboxymethyl Cellulose Sodium (Na-CMC) dari Selulosa Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan Media Reaksi Etanol-Isobutanol. *Jambura Journal of Chemistry*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.34312/jambchem.v3i1.9288>
- Setyaningsih, L. W. N., Mutiara, T., Hapsari, C. Y., Kusumaningtyas, N., Munandar, H., & Pranata, R. J. (2020). Karakteristik dan Aplikasi Selulosa Kulit Jagung Pada Pengembangan Hidrogel. *Journal of Science and Applicative Technology*, 4(2), 61. <https://doi.org/10.35472/jsat.v4i2.252>
- Solomon, D. G. (2020). Application of Natural Fibers in Environmental Friendly Products. *International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources*, 25(4). <https://doi.org/10.19080/IJESNR.2020.25.556169>
- Verma, D., & Goh, K. L. (2021). Effect of Mercerization/Alkali Surface Treatment of Natural Fibres and Their Utilization in Polymer Composites: Mechanical and Morphological Studies. *Journal of Composites Science*, 5(7), 175. <https://doi.org/10.3390/jcs5070175>