



Pengaruh Fraksi Volume Pada Uji Mekanis Komposit *Hybrid* Dari Serat Sabut Kelapa Dan Serat Batang Pisang Bermatrix *Epoxy*

Frizky Putra Inzaghi
Universitas Muria Kudus

Ratri Rahmawati
Universitas Muria Kudus

Rianto Wibowo
Universitas Muria Kudus

Sigit Arrohman
Universitas Jenderal Soedirman

Alamat: Jl. Lkr. Utara, Kayuapu Kulon, Gondangmanis, Kec. Bae, Kab. Kudus, Jawa Tengah
59327

Korespondensi penulis: fputrainzaghi@gmail.com

Abstract. *The increasing demand for eco-friendly and recyclable materials has driven the development of natural fiber-based composite materials. This study aims to analyze the effect of volume fraction variation on the mechanical properties of hybrid composites made from coconut coir fiber and banana stem fiber with an epoxy matrix. The research employed an experimental method with variations of fiber volume fractions at 40%, 30%, and 20%, and mechanical testing including tensile, bending, and impact tests based on ASTM standards. The results showed that the highest tensile strength was achieved by the composite with a 60% matrix and 40% fiber volume fraction, reaching 21.16 MPa. Meanwhile, the highest bending strength and impact resistance were obtained by the composite with an 80% matrix and 20% fiber volume fraction, at 49.46 MPa and 0.00837 Joule/mm², respectively. Increasing the fiber content tends to enhance tensile strength but reduces bending strength and impact resistance due to uneven resin distribution and the formation of voids. This hybrid composite has potential as an environmentally friendly material alternative with competitive mechanical properties.*

Keywords: *hybrid composite, volume fraction, coconut coir, banana stem, mechanical properties, epoxy.*

Abstrak. Permintaan akan material ramah lingkungan dan dapat didaur ulang semakin meningkat, mendorong pengembangan material komposit berbasis serat alam. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi fraksi volume terhadap sifat mekanik komposit hybrid berbahan serat sabut kelapa dan serat batang pisang dengan matriks epoxy. Metode yang digunakan adalah experimental research, dengan variasi fraksi volume serat 60%:40%, 70%:30%, dan 80%:20%, serta pengujian mekanis meliputi uji tarik, uji bending, dan uji impact sesuai standar ASTM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tegangan tarik tertinggi dicapai pada komposit dengan fraksi volume 60% matriks

dan 40% serat sebesar 21,16 MPa, sedangkan kekuatan lentur dan ketahanan impact tertinggi diperoleh pada fraksi volume 80% matriks dan 20% serat, masing-masing sebesar 49,46 MPa dan 0,00837 Joule/mm². Semakin banyak kandungan serat cenderung meningkatkan kekuatan tarik, namun menurunkan kekuatan lentur dan ketahanan impact akibat distribusi resin yang tidak merata dan munculnya void. Komposit hybrid ini berpotensi sebagai alternatif material ramah lingkungan dengan sifat mekanik yang kompetitif.

Kata kunci: komposit hybrid, fraksi volume, sabut kelapa, batang pisang, sifat mekanik, epoxy.

LATAR BELAKANG

Tuntutan material pada zaman sekarang ini adalah material yang ramah lingkungan dan bisa didaur ulang. Sudah banyak sekali material yang diteliti untuk mendapatkan material yang tepat untuk digunakan serta dapat menjadi bahan atau material terbarukan yang tentunya memiliki kekuatan dan kualitas yang tidak jauh berbeda dengan material logam, termasuk berbagai jenis keanekaragaman hayati yang memiliki serat. Namun seiring dengan berkembangnya Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, serat alam ternyata memiliki berbagai fungsi yang lebih. Contohnya sebagai bahan tambahan untuk membuat material komposit yang tergolong baru (Patandean & Usman, 2023).

Komposit terdiri dari material yang terbentuk antara dua kombinasi atau lebih material yang memiliki sifat mekanik lebih kuat dari material pembentuknya. Komposit terdiri dari dua bagian yaitu matrik sebagai pengikat atau pelindung komposit dan *filler* sebagai pengisi komposit berupa serat ataupun partikel (Gundara & Nur Rahman, 2019). Komposit serat alam lebih aman dan tidak berbahaya bagi ekosistem serta dapat terurai secara alami dengan biaya yang lebih murah dari pada serat sintetis. Selain serat sintetis yang memiliki harga yang mahal, serat sintetis yang diproduksi dipasaran dapat menghasilkan gas CO dan partikel residu yang tidak aman untuk kesehatan jika digunakan kembali (NIRM, 2021). Serat sabut kelapa dan serat batang pisang merupakan salah satu contoh serat alam yang cukup potensial untuk dijadikan sebagai bahan penguat atau *filler* pada material komposit, dimana kedua serat tersebut termasuk bahan yang terbarukan, mudah didapat, cukup kuat, dan ramah lingkungan.

Penentuan komposisi yang pas untuk dapat menemukan material komposit dengan kekuatan yang baik dilakukan menggunakan parameter fraksi volume berbeda tiap *sample* yang akan diuji dengan perbandingan matrik : serat alam. Pengujian ini harus

dilakukan dengan standart yang telah ditentukan, dimana sesuai dengan standart ASTM (*American Society for Testing and Materials*).

Berdasarkan penjelasan diatas, penelitian ini akan menganalisa tentang pengaruh fraksi volume antara resin, serat sabut kelapa, dan serat batang pisang dijadikan sebagai material komposit dan kemudian dilakukan uji mekanis untuk mengetahui pengaruh fraksi volume pada kekuatan material komposit tersebut..

KAJIAN TEORITIS

Penelitian yang dilakukan oleh (Gundara & Nur Rahman, 2019) yang dimana menggunakan komposisi perbandingan 70% resin : 15 serat sabut kelapa : 15% serat batang pisang menunjukkan kekuatan yang lebih baik. Maka dengan semakin tinggi komposisi serat yang digunakan maka semakin tinggi pula kekuatan mekanis yang dimiliki. Selanjutnya, penitian dari (Mahmud, 2022) berjudul “*A thorough analysis of the tensile, bending, impact, and SEM microstructure of Jute Fabric Epoxy Reinforced with Tiny Fibers from Banana and Coconut*” meneliti tentang Bahan komposit yang terinspirasi dari bio yang terbuat dari kain goni yang diikat dengan epoksi, pisang, dan serat kelapa memiliki kualitas mekanis yang menarik. Sampel-2 mengilustrasikan bagaimana menambahkan 10% serat kelapa kecil ke penguat epoksi kain goni menghasilkan bahan komposit yang terinspirasi dari bio dengan sifat mekanis yang jauh lebih baik

METODE PENELITIAN

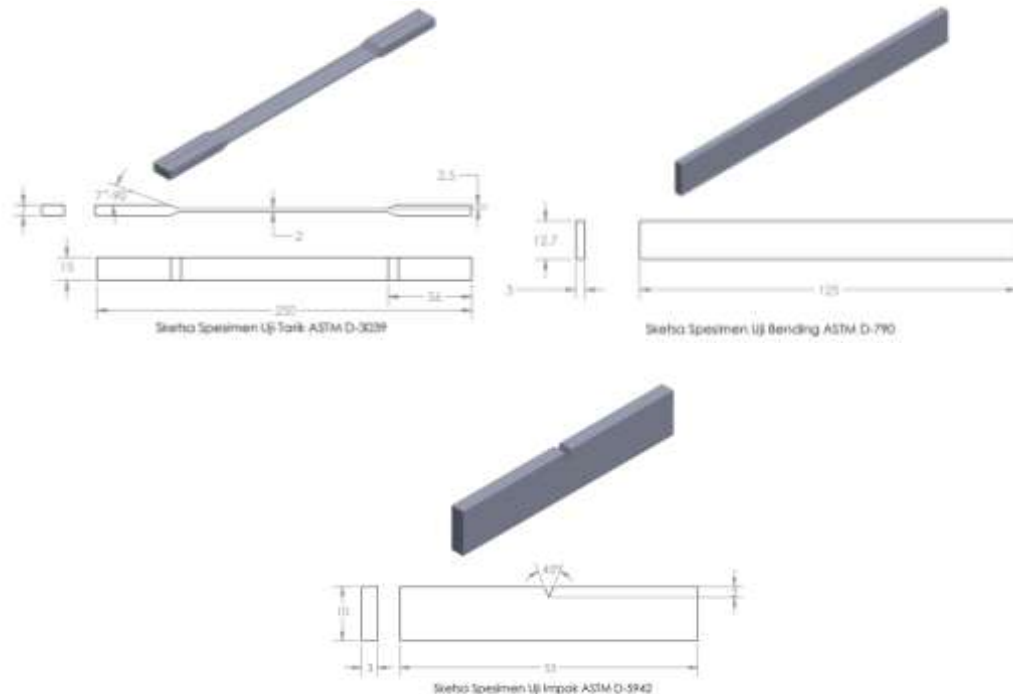
Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *experimental research*, yang dimana metode ini melakukan pengamatan langsung tentang bagaimana suatu fraksi volume dapat mempengaruhi kekuatan suatu benda.

Table 1: Variation of Volume Fraction

No	Fraction	Coconut Stem	Banana Scam	Epoxy Matrix
1	Fraction A	20%	20%	60%
2	Fraction B	15%	15%	70%
3	Fraction C	10%	10%	80%

Proses pembuatan dilakukan di Laboratorium Universitas Muria Kudus dan pengujian dilakukan di Laboratorium Universitas Sanata Dharma. Penelitian ini

memerlukan waktu 4 bulan. Perancangan dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Solidworks dengan mengikuti standart ASTM yang ada dibawah ini:



Gambar 1. Sketsa Spesimen Uji Sesuai Standart ASTM

Alat yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah timbangan digital, gergaji, gerinda tangan, jangka sorong, akrilik, sarung tangan *latex*, selotip bening, kamera, amplas, gunting, mesin uji tarik, mesin uji bending, dan mesin uji *impact*. Untuk bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari serat sabut kelapa, serat batang pisang, resin *epoxy* Eposchon A +hardener, dan *wax*. Proses pembuatan komposit serat alami ini menggunakan metode *hand lay-up* yaitu dari serat sabut kelapa dan serat batang. Langkah pertama persiapan alat dan bahan, susun bahan serat dengan susunan abstrak memanjang pada cetakan akrilik, campur *epoxy* dan hardener dengan perbandingan 2:1, tuangkan pada cetakan yang sudah disusun serat sebelumnya, keringkan cetakan kurang lebih 9-12 jam, finishing yaitu pemotongan komposit sesuai dengan standart ASTM yang digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa yang digunakan menggunakan metode eksperimen langsung dimana akan dilihat pengaruh perbandingan fraksi volume matriks dan serat 60%:40%, 70%:30%, dan 80%:20%. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian tarik, pengujian bending, dan

pengujian *impact*. Dari data tersebut akan diketahui nilai fraksi volume mana yang dapat menghasilkan komposit dengan kekuatan terbaik.

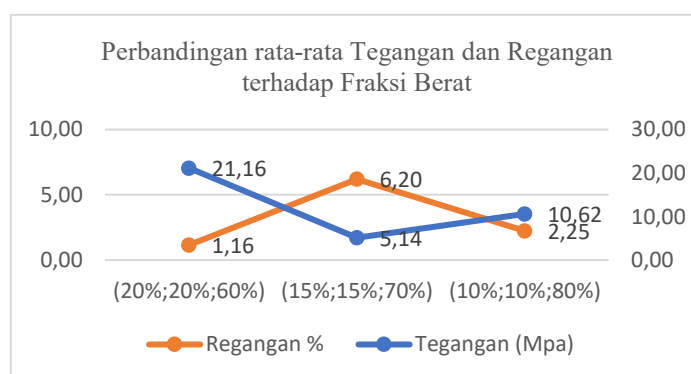
1. Hasil Pengujian Tarik

Berdasarkan dari hasil pengujian tarik yang telah dilakukan dengan standart ASTM D-3039, diperoleh hasil kekuatan tarik serat sabut kelapa dan serat batang pisang masing-masing fraksi. Adapun data hasil pengujian untuk kekuatan tarik dapat dilihat pada tabel 2.

Table 2. Hasil Pengujian Spesimen Tarik

No	Fraksi Berat	Kode Spesimen	Tegangan (Mpa)	Regangan %	Modulus Elastisitas N/mm2
1	(20%;20%;60%)	A	21,16	1,16	1,86
2	(15%;15%;70%)	B	5,14	6,20	0,09
3	(10%;10%;80%)	C	10,62	2,25	0,50

Berdasarkan tabel 2 jika dibuat dalam bentuk grafik maka akan didapatlah grafik seperti yang terlihat dibawah ini:



Gambar 2. Grafik Hasil Uji Tarik

Berdasarkan pengujian tarik yang telah dilakukan pada tabel diatas, didapatkan hasil bahwa setiap fraksi volume memiliki tegangan tarik yang berbeda. Kekuatan tarik tertinggi terdapat pada fraksi volume 60%:40% yaitu sebesar 21,16 Mpa. Hal ini disebabkan dengan jumlah serat semakin banyak , maka matriks mendapatkan tumpuan yang lebih banyak dari serat yang menyebabkan matriks tidak mudah putus. Dari hasil yang didapatkan ini sudah memenuhi standart pengujian tarik untuk papan komposit dari SNI 03-2105-2006. Sedangkan nilai tegangan tarik terendah terdapat

pada fraksi 70%:30% yaitu sebesar 5,14 Mpa. Hal ini disebabkan karena pada saat proses pembuatan matriks/resin tidak masuk ke sela-sela secara merata yang mengakibatkan banyak void-void yang membuat kekuatannya menurun.

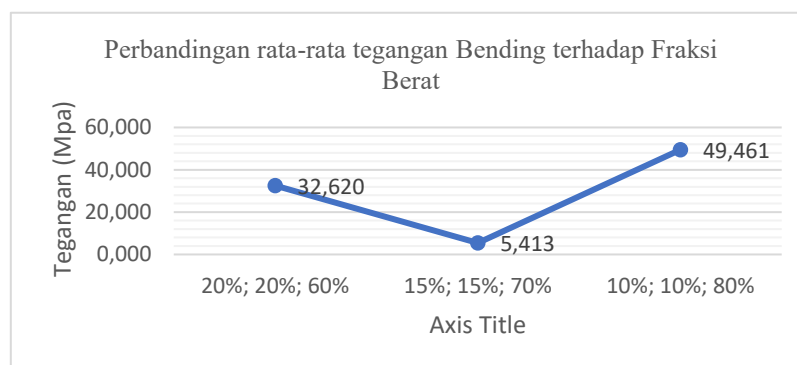
2. Hasil Pengujian Bending

Berdasarkan dari hasil pengujian bending yang telah dilakukan dengan standart ASTM D-5942, diperoleh hasil kekuatan pada serat sabut kelapa dan serat batang pisang masing-masing fraksi. Adapun data hasil pengujian untuk kekuatan tarik dapat dilihat pada tabel 3.

Table 3. Hasil Pengujian Spesimen Tarik

No	Fraksi Berat	Kode Spesimen	σ_{fm} (Mpa)
1	20%; 20%; 60%	A	32,620
2	15%; 15%; 70%	B	5,413
3	10%; 10%; 80%	C	49,461

Berdasarkan tabel 3 jika dibuat dalam bentuk grafik maka akan didapatlah grafik seperti yang terlihat dibawah ini:



Gambar 3. Grafik Hasil Uji Bending

Berdasarkan pengujian lentur yang telah dilakukan pada tabel diatas, didapatkan hasil bahwa setiap fraksi volume memiliki ketahanan pembebanan titik lentur yang berbeda. Kekuatan lentur tertinggi terdapat pada fraksi volume 80%:20% yaitu sebesar 49,461 Mpa. Hal ini disebabkan karena penggunaan serat lebih sedikit dan lebih mudah untuk ditata dan jika dicampur dengan resin/matriks maka seluruh serat

dapat menempel dengan resin secara sempurna. Sedangkan nilai kekuatan lentur terendah terdapat pada fraksi 70%:30% yaitu sebesar 5,413 Mpa. Hal ini disebabkan karena pada saat proses pembuatan komposit serat, proses pengadukan matriks tidak merata yang menyebabkan komposit masih basah serta proses pengeringan yang kurang baik yang menyebabkan komposit serat bertekstur lembek.

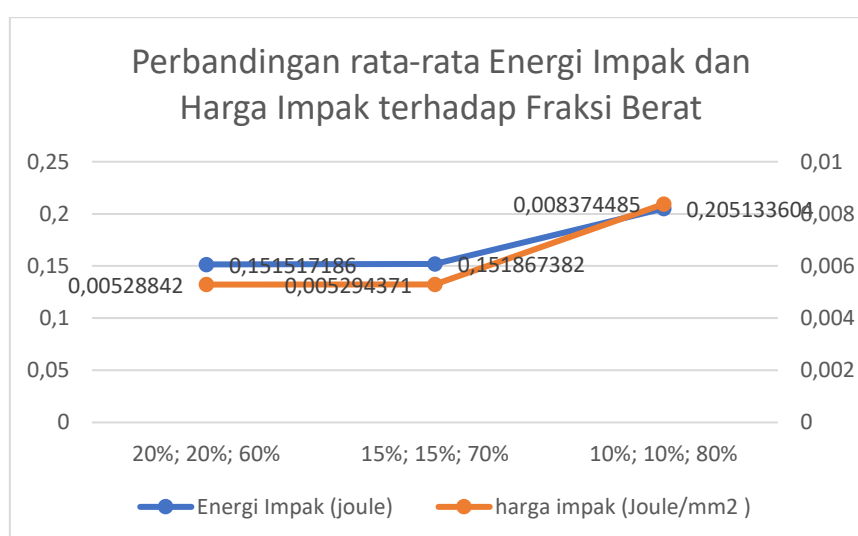
3. Sub judul Kedua

Berdasarkan dari hasil pengujian *impact* yang telah dilakukan dengan standart ASTM D-790, diperoleh hasil kekuatan dari serat sabut kelapa dan serat batang pisang masing-masing fraksi. Adapun data hasil pengujian untuk pengujian *impact* dapat dilihat pada tabel 4.

Table 3. Hasil Pengujian Spesimen Tarik

No	Fraksi Berat	Energi Impak (joule)	Harga Impak (Joule/mm2)
A	20%; 20%; 60%	0,151517186	0,00528842
B	15%; 15%; 70%	0,151867382	0,005294371
C	10%; 10%; 80%	0,205133604	0,008374485

Berdasarkan tabel 3 jika dibuat dalam bentuk grafik maka akan didapatkan grafik seperti yang terlihat dibawah ini:



Gambar 4. Grafik Hasil Uji Bending

Berdasarkan pengujian *impact* yang telah dilakukan pada tabel diatas, didapatkan hasil bahwa setiap fraksi volume memiliki ketahanan beban kejut yang berbeda. Kekuatan tertinggi terdapat pada fraksi volume 80%:20% yaitu sebesar 0,008374485 Joule/mm². Hal ini disebabkan karena penggunaan serat lebih sedikit dan lebih mudah untuk ditata dan jika dicampur dengan resin/matriks maka seluruh serat dapat menempel dengan resin secara sempurna. Sedangkan nilai kekuatan lentur terendah terdapat pada fraksi 60%:40% yaitu sebesar 0,00528842 Joule/mm². Hal ini disebabkan karena semakin banyak serat pada suatu komposit maka komposit serat akan lebih padat sehingga mempersulit matriks/resin untuk masuk ke sela-sela secara merata, akibatnya banyak void-void atau lubang-lubang kecil yang membuat kekuatannya menurun dan resin tidak dapat mengikat seluruh bagian serat secara sempurna.

4. Hasil Foto Makro



Gambar 5. Hasil Foto Makro

Berdasarkan foto makro pada spesimen uji pada Gambar 6 menunjukkan kalau masih terlihat void-void pada spesimen uji yang disebabkan karena pada saat proses pembuatan matriks/resin tidak masuk ke sela-sela secara merata , serta juga kurang meratanya peletakan serat pada cetakan. Hal ini mengakibatkan tingkat penyatuan antara serat dengan resin belum sempurna yang dapat mempengaruhi hasil kekuatan dari spesimen komposit serat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pengujian dan data-data yang didapatkan maka disimpulkan bahwa nilai tegangan tarik tertinggi terdapat pada fraksi volume 60%:40% yaitu sebesar 21,16 Mpa. Hal ini disebabkan dengan jumlah serat semakin banyak , maka matriks mendapatkan tumpuan yang lebih banyak dari serat yang menyebabkan matriks tidak mudah putus. Nilai Kekuatan lentur terdapat pada fraksi volume 80%:20% yaitu sebesar 49,461 Mpa. Hal ini disebabkan karena penggunaan serat lebih sedikit dan lebih mudah

untuk ditata dan jika dicampur dengan resin/matriks maka seluruh serat dapat menempel dengan resin secara sempurna. Sedangkan nilai pengujian *impact* ketahanan beban kejut tertinggi terdapat pada fraksi volume 80%:20% yaitu sebesar 0,008374485 Joule/mm². Hal ini disebabkan karena penggunaan serat lebih sedikit dan lebih mudah untuk ditata dan jika dicampur dengan resin/matriks maka seluruh serat dapat menempel dengan resin secara sempurna. Pada foto makro kalau masih terlihat void-void pada spesimen uji dan kurang meratanya peletakan serat pada cetakan yang mempengaruhi tingkat penyatuan serat dan resin serta mempengaruhi hasil kekuatan dari spesimen komposit serat.

DAFTAR REFERENSI

- Admin, A., Sehono, S., & Rizki Putra, I. (2022). ANALISIS KEKUATAN TARIK DAN BENDING KOMPOSIT SERAT PELEPAH PISANG. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(1), 167–174. <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i1.617>
- Angelia, A., Ghofur, M. A., Nugroho, A. D., Purwadi, P., & P, H. (2020). Analisis Kekuatan Tarik, Bending, Mikrostruktur, Komposisi dan Kemampuan Redam Suara Komposit Serat Pelepah Pisang Menggunakan Metode Vacuum Assisted Resin Infusion. *Conference SENATIK STT Adisutjipto Yogyakarta*, 6, 67–80. <https://doi.org/10.28989/senatik.v6i0.429>
- Bermatrix, P., & Bqtn, P. (2023). *Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur Komposit Hybride Serat Buah Kelapa dan Tebu Pada Bagian*. 15(02).
- Damian, R., Bifel, N., Maliwemu, E. U. K., Adoe, D. G. H., & Mesin, J. T. (2021). Pengaruh Perlakuan Alkali Serat Sabut Kelapa terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester. *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana*, 2(1), 61–68. <https://ejurnal.undana.ac.id/index.php/LJTMU/article/view/489>
- Dzaky Syamsuri, N., Hartono, P., & Choirotin, I. (2020). *Epoxy Terhadap Sifat Mekanik Pada Komposit*. D, 64–69.
- Fajar, M., Hazmi, M., Volume, F., Bending, K., & Kayu, S. G. (2023). *Pengaruh Fraksi Volume Serat Sabut Kelapa Dengan Inti Serbuk Gergaji Kayu Sengon Terhadap Kekuatan*. 15(1).
- Farrel, D. A., Yuliyanto, & Zulfitriyanto. (2022). Kata kunci : Komposit, Poliester, Uji Tarik, Fraksi Volume. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 3(2), 219–230.

- Gunandar, A. W. (2021). Analisis Kekuatan Tarik Dan Impak Bahan Komposit Hibrid Berpenguat Serbuk Kayu Akasia Dan Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Mesin*, 1, 1–68. <http://repository.uir.ac.id/id/eprint/8977>
- Gundara, G. , & Nur Rahman, M. B. (2019). Sifat Tarik, Bending dan Impak Komposit Serat Sabut Kelapa-Polyester dengan Variasi Fraksi Volume. *JMPM (Jurnal Material Dan Proses Manufaktur)*, 3(1), 10–19. <https://doi.org/10.18196/jmpm.3132>
- Haryanti, ninis hadi, & Wardhana, H. (2020). Potensi Serat Alam Sebagai Material Komposit. In *Pusat Pengelolaan Jurnal dan Penerbitan Unlam*.
- Irawan, A. P., & Sukania, I. W. (2022). Kekuatan Tekan Komposit Serat Limbah Pisang dengan Matriks Epoksi sebagai Bahan Socket Prosthesis. *Konferensi Nasional Engineering Perhotelan VI*, 1, 291–295.
- KARDIMAN, D., & Rahmalina, D. (2023). Pengembangan Komposit Matrik Epoxy Melalui Penambahan Penguat Serat Rami dan Fiberglass dengan Variasi 2 – 4 wt%. *Teknobiz : Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 13(2), 80–86. <https://doi.org/10.35814/teknobiz.v13i2.5284>
- Kurniawan, N. A., Setiawan, F., & Sofyan, E. (2022). Pengujian Tarik Komposit Spesimen Campuran Serat Pisang Alur Diagonal Dan Pasir Besi Dengan Matrik Resin Polyester Dengan Metode Hand Lay-Up. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(2), 281–288. <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i2.657>
- Mahmud, Z. Al. (2022). *A thorough analysis of the tensile, bending, impact, and SEM microstructure of Jute Fabric Epoxy Reinforced with Tiny Fibers from Banana and Coconut*.
- NIRM, E. A. H. (2021). M. Ti. *KARAKTERISTIK SIFAT MEKANIK KOMPOSIT SERAT BAMBU RESIN POLYESTER DENGAN FILLER SERABUT KELAPA*.
- Nisa', U. (2020). Pembuatan Komposit Material Peredam Akustik Berbahan Dasar Dari Serat Sabut Kelapa, Pelepah Pisang, Lidah Mertua dan Epoxy Resin. *Eprints.Walisongo.Ac.Id*, 1–86.

- Patandean, T. W., & Usman, A. M. S. (2023). *Kaji Eksperimental Sifat Mekanik Komposit Resin Epoxy Berpenguat Serat Alam*.
[https://repository.poliupg.ac.id/id/eprint/8268/%0Ahttps://repository.poliupg.ac.id/id/eprint/8268/1/Kaji Eksperimental Sifat Mekanik Komposit Resin Epoxy Berpenguat Serat Alam.pdf](https://repository.poliupg.ac.id/id/eprint/8268/%0Ahttps://repository.poliupg.ac.id/id/eprint/8268/1/Kaji_Eksperimental_Sifat_Mekanik_Komposit_Resin_Epoxy_Berpenguat_Serat_Alam.pdf)
- Paundra, F., Muttaqin, Z. Z., Nurullah, F. P., Pujiyulianto, E., & Darsono, F. B. (2022). PENGARUH VARIASI FRAKSI VOLUM TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT HYBRID BERPENGUAT SERAT PELEPAH PISANG DAN SERAT. *Journal of Science, Technology, and Virtual Culture*, 2(2), 6–8.
- Safriani, N., Kurniawan, E., & Bahri, S. (2021). Pembuatan Komposit Hybrid Dari Serbuk. *Chemical Engineering Journal Storage*, 2(Oktober), 35–45.
- Suteja, S., Purnowidodo, A., Darmadi, D. B., & Sari, N. H. (2021). Perilaku Tarik Komposit Laminat Serat Kulit Waru-Aluminium. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 10(1), 17–24. <https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2019.010.01.3>
- UMAR, M. H. (2020). *Pe n garuh fraksi volume pe n guat terhadap kekuata n komposit dari serbuk sabut kelapa da n serat pelepah batan g pisang-*.
- Zakaria Reynaldi, I., Sehonon, S., & Rizki Putra, I. (2022). Analisis Kekuatan Tarik Dan Bending Dari Komposit Serat Pelepah Pisang Menggunakan Metode Hand Lay Up Dengan Variasi Perbandingan Berat. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(1), 152–159. <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i1.600>