

Pengaruh Kandungan Serbuk Sekam Padi, Serbuk Kulit Kacang Tanah, dan Serat Ijuk Terhadap Kekuatan Impak dan Mikrostruktur Komposit Matriks Resin

Rama Nurgiansyah^{1,*}, Muhamad Fitri¹

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana
Jl. Meruya Selatan No.1, Kembangan, Jakarta Barat, 11650
Email korespondensi: ramanurgiansyah80@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pemanfaatan bahan organik berupa serbuk sekam padi, serbuk kulit kacang tanah, dan ijuk untuk kebutuhan material komposit yang ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persentase terbesar dalam ketahanan uji impak masing-masing material dan karakteristik mikrostruktur komposit. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode uji eksperimen di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Mercu Buana, dimana pengujian dilakukan dengan menggunakan metode uji impak Charpy, sedangkan karakteristik mikrostruktur dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik (OM). Percobaan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan membagi spesimen uji impak menjadi 9 variasi komposisi dengan cara dicetak secara manual menggunakan cetakan spesimen dan dikeringkan di bawah sinar matahari selama 1-2 jam, setelah itu dilakukan uji impak untuk menilai keawetan spesimen dan menganalisis mikrostruktur spesimen. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, spesimen dengan ketangguhan tertinggi adalah kombinasi B yang memiliki nilai ketangguhan sebesar 20 kJ/m².

Kata kunci: Uji impak, mikrostruktur, serbuk sekam padi, serbuk kulit kacang tanah, serat ijuk, komposit

Abstract

This study is driven by the utilization of organic materials of rice husk powder, peanut shell powder, and palm fiber for the needs of environmentally friendly composite materials. This research seeks to ascertain the largest percentage within the impact test resistance of each material and the characteristics of the composite microstructure. This research was conducted using the experimental test method at Mercu Buana University's Mechanical Engineering Laboratory, where the examination is carried there was an utilizing the Charpy to test the impact method, while the microstructure characteristics were carried out using optical microscopy (OM). The experiment was employed in this investigation by dividing into 9 composition variations on the impact test specimen by manual molding using a specimen mold and drying it under sunlight for 1-2 hours, after which an impact test was conducted in order to assess the durability of the specimen and analyze the microstructure of the specimen. Based on the studies that have been conducted, the specimen with the highest toughness is combination B which has a toughness value of 20 kJ/m²

Keywords: Impact test, microstructure, rice husk powder, peanut shell powder, palm fiber, composite

1. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan teknologi, penelitian tentang sifat mekanis lebih sering dilakukan oleh peneliti material [1] bukan hanya pada, material Baja [2] [3], tetapi juga pada bahan komposit [4] [5]. Misalnya adalah : Studi tentang bagaimana panjang serat, konsentrasi serat, perlakuan alkali, dan pengikat mempengaruhi sifat mekanis material komposit, terkait sifat mekanis material komposit resin epoksi [3].

Di Indonesia, sumber daya biomassa seperti sekam padi, yang banyak dihasilkan oleh para petani beras, memiliki potensi besar sebagai bahan dasar pembuatan komposit [6]. Sekam padi memiliki beberapa keunggulan, seperti kadar air yang rendah, tahan kelembapan, dan sifat mekanis yang mendukung penggunaannya sebagai filler dalam

komposit [6]. Penggunaannya dalam komposit polimer telah terbukti menggantikan komponen otomotif seperti dashboard, setir, dan bumper [7] [8]. Komposit sendiri merupakan material yang terdiri dari dua atau lebih material, dimana komposit memiliki matriks yang berfungsi sebagai pengikat, dan filler berfungsi sebagai penguat [9].

Limbah pertanian lainnya, seperti kulit kacang tanah, juga dapat dimanfaatkan lebih optimal. Kandungan selulosa kulit kacang tanah 38,31%, hemiselulosa 27,62%, dan lignin 21,10% yang tinggi, menjadikannya sumber serat potensial untuk berbagai aplikasi, termasuk produksi komposit [10]. Serat alami lain seperti serat ijuk, yang berasal dari tanaman enau, juga memiliki potensi besar sebagai bahan penguat dalam komposit karena sifat tahan air, tahan

serangan rayap, dan ketahanannya terhadap pelapukan [11].

Sifat mekanik suatu bahan sering diuji melalui uji impak, untuk mengetahui kekuatan, kekerasan, dan keuletan material [12]. Selain itu, sifat fisik dan mekanik suatu bahan juga sangat bergantung pada struktur mikronya, yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti ukuran, bentuk dan distribusi partikel dalam material [13].

Serat alami menjadi topik yang menarik dalam penelitian material komposit ini karena sifat biodegradabilitas dan ketersediaannya yang melimpah. Penggabungan serat alami dalam komposit polimer membuka peluang baru untuk memproduksi bahan multi fungsi untuk aplikasi tingkat lanjut [14]. Penggunaan resin, seperti epoksi, poliester, dan vinil ester, juga penting dalam pembuatan komposit [15] [16].

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian dengan memanfaatkan serbuk sekam padi, serbuk kulit kacang tanah dan serat ijuk yang masih dianggap limbah organik dan dapat digunakan, jadi uji kekuatan (mekanik) komposit bahan dasar serbuk sekam padi, serbuk kulit kacang tanah dan serat ijuk serta diharapkan diperoleh sifat mekanik poliester serbuk sekam padi, serbuk kulit kacang tanah dan serat ijuk melebihi sifat mekanik poliester murni yang lebih hemat biaya dan ramah lingkungan, sehingga penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang material komposit matriks resin diperkuat serbuk sekam padi, serbuk kulit kacang tanah, dan serat ijuk.

2. Metode

Perancangan spesimen dengan menggunakan metode faktorial penuh

Penelitian ini menggunakan metode factorial penuh. Penelitian ini melibatkan dua faktor (serbuk sekam padi, serbuk kulit kacang tanah) dengan kandungan berbeda (22%, 25%, dan 27%) yang mempengaruhi sifat mekanis komposit resin. Selain itu serat ijuk juga ditambahkan dengan kandungan 15%. Sehingga jumlah kombinasi sampel yang disiapkan adalah ($3^2 = 9$) kombinasi sampel, karena itu akan lebih mudah untuk membuat sembilan jenis spesimen dengan kemungkinan kombinasi faktor yang diteliti dan melakukan pengujian sifat mekanis kompositnya [17]. Untuk menentukan desain faktorial penuh maka rumus yang digunakan

$$N = L^m$$

dimana:

L = Jumlah level tiap faktor

m = Jumlah factor

Karena metode yang digunakan faktorial penuh, maka jumlah spesimen yang dibuat. Dapat dilihat pada Table 1.

Tabel 1. Penentuan komposisi uji impak

Serbuk Sekam Padi%	Serbuk Kulit Kacang Tanah %	Serat Ijuk%
22	22	15
22	25	15
22	27	15
25	22	15
25	25	15
25	27	15
27	22	15
27	25	15
27	27	15

Metode Pembuatan komposit

Proses pembuatan spesimen yang akan diuji, dalam pembuatannya penguat akan diisi kedalam matriks berbentuk serbuk dan serat yang ukurannya sudah ditentukan.

Persiapan Alat dan Bahan

Dalam pembuatan spesimen memerlukan beberapa sumber daya dan peralatan yang digunakan untuk menciptakan hasil yang sesuai dan optimal. Adapun penjelasan dari beberapa sarana dan bahan berikut :

ALAT

Ada beberapa alat digunakan untuk menunjang penelitian ini :

1. Alat Uji Impak



Gambar 1. Alat uji impak

2. Mikroskop



Gambar 2. Mikroskop

3. Blade Milling



Gambar 3. Blade Milling

4. Jangka Sorong



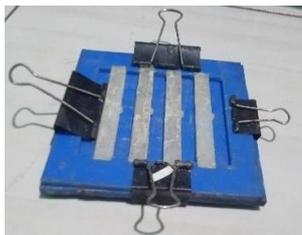
Gambar 4. Jangka Sorong

5. Timbangan Digital



Gambar 5. Timbangan Digital

6. Cetakan



Gambar 6. Cetakan

BAHAN

Pada penelitian ini ada beberapa bahan yang digunakan untuk pembuatan spesimen ialah :

1. Resin Epoksi

Resin merupakan salah satu bahan material pembentuk dalam pembuatan komposit dan merupakan katalis bahan aktif supaya pengerasan resin bisa dipercepat, biasanya resin ini terdapat di toko alat kimia.



Gambar 7. Resin epoksi

2. Sekam Padi

Sekam padi merupakan bagian luar dari biji padi setelah proses penggilingan untuk memisahkan beras dari lapisan luar. Sekam padi ini terdiri dari kulit biji padi, yang meliputi lapisan dedak (*aleurone*), lapisan *endosperma* yang terlepas selama penggilingan, serta lapisan silika yang melapisi biji padi.



Gambar 8. Sekam padi

3. Kulit Kacang Tanah

Kulit kacang tanah merupakan lapisan luar yang melingkupi biji kacang tanah setelah proses penggilingan atau pengupasan, kulit kacang tanah mengandung serat dan beberapa nutrisi, meskipun dalam jumlah lebih rendah daripada biji kacang tanah itu sendiri.



Gambar 9. Kulit kacang tanah

4. Serat Ijuk

Serat ijuk adalah serat yang berasal dari pohon aren yang bertekstur hitam dan tidak mudah putus, lentur, rapuh dan sangat tahan asam.



Gambar 10. Serat Ijuk

5. *Mirror Glaze*

Mirror Glaze digunakan sebagai pelapis permukaan cetakan supaya bahan adonan tidak menempel pada cetakan.



Gambar 11. *Mirror Glaze*

Mengacu pada Tabel 1. Maka ditetapkan prosentase masing-masing spesimen yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Prosentase pembuatan spesimen uji impact

Spesimen	Resin%	Serbuk Sekam Padi%	Serbuk Kulit Kacang Tanah%	Serat Ijuk&
A	41	22	22	15
B	38	22	25	15
C	36	22	27	15
D	38	25	22	15
E	35	25	25	15
F	33	25	27	15
G	36	27	22	15
H	33	27	25	15
I	31	27	27	15

Dengan acuan variasi komposisi tersebut dilakukan perhitungan fraksi volume bahan komposit dari tiap kombinasi spesimen untuk menentukan berat bahan-bahan yang dibutuhkan dengan acuan volume cetakan tabung 3,2 cm³ dan massa jenis dari setiap bahan penyusun.

Tabel 3. Massa Jenis Material [18][20][11]

Material	Massa Jenis (gr/cm ³)
Serbuk Sekam Padi	0,43
Serbuk Kulit Kacang Tanah	0,80
Serat Ijuk	0,50
Resin Epoxy	1,2

Untuk menentukan berat bahan material yang digunakan (gram) maka menggunakan rumus fraksi massa sebagai berikut:

$$Presentase\ Komposit \times m_{total} = m_{komposisi} (gram) \tag{1}$$

Dari persamaan (1), maka didapatkan persamaan:

$$V_{total}(cm^3) \times Massa\ Jenis\ Bahan \left(\frac{gr}{cm^3}\right) = Berat\ Bahan (gr) \tag{2}$$

Dimana:

mKomposisi = massa komposisi yang dibuat (gram)

mTotal = massa cetakan yang dibutuhkan (gram)

Langkah Pembuatan Spesimen

1. Serbuk sekam padi, serbuk kulit kacang tanah, serat ijuk dan resin dicampur dalam sebuah wadah, dengan komposisi yang telah ditentukan pada Tabel 2. Sebanyak 9 spesimen secara berurutan.



Gambar 12. Proses pencampuran bahan

2. Aduk rata campuran bahan komposit kedalam sebuah wadah yang telah dioles *mirror glaze* supaya adonan tidak menempel pada wadah.



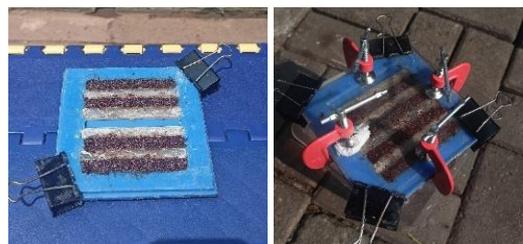
Gambar 13. Adonan bahan

3. Masukkan campuran ke dalam cetakan.



Gambar 14. Proses pencetakan

4. Letakkan cetakan dibawah sinar matahari selama 1-2 jam.



Gambar 15. Proses pengeringan spesimen

Proses Pengujian

Pengujian komposit yang akan dilakukan adalah uji impak dan pengamatan mikrostruktur.

a. Uji Impak

Untuk mengetahui ketangguhan suatu spesimen akibat pembebanan kejut maka dilakukan uji impak pada spesimen tersebut, maka lakukan langkah-langkah berikut:

1. Pastikan jarum penunjuk pada posisi nol saat godam menggantung bebas.



Gambar 16. Jarum penunjuk pada posisi nol

2. Letakkan spesimen diatas penompang, dan pastikan godam tepat memukul bagian tengah spesimen.



Gambar 17. Letakkan spesimen diatas penompang

3. Naikkan godam secara perlahan sampai jarum menunjukkan sudut awal.



Gambar 18. Naikkan godam

4. Lepas pengunci hingga godam mengayun ke bawah dan mematahkan spesimen.



Gambar 19. Lepas pengunci godam

b. Pengamatan Strukturmikro

Setelah melakukan pengujian impak pada spesimen, selanjutnya melakukan pengamatan pada spesimen tersebut menggunakan mikroskop supaya mengetahui struktur mikro dari spesimen tersebut.

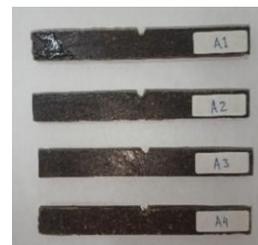


Gambar 20. Pengamatan strukturmikro

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pembuatan spesimen

Spesimen yang dibuat adalah jenis material komposit serbuk dan serat, proses yang dilakukan dalam satu kali pencetakan didapatkan dalam satu kombinasi spesimen.



Gambar 21. Hasil dari pencetakan

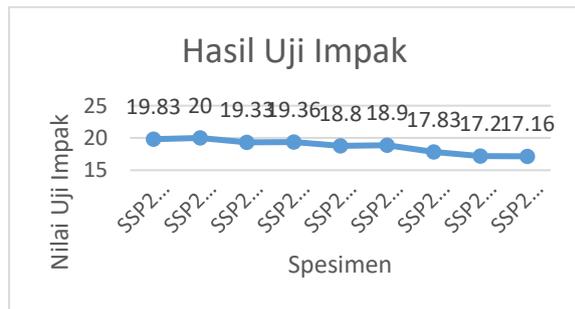
Hasil pengujian impak

Pengujian impak dilakukan untuk mengetahui ketangguhan dari material tersebut.

Tabel 4. Hasil Uji Impak

Spesi- me- n	Prosentase Serbuk Sekam Padi(%)	Prosentase Serbuk Kulit Kacang Tanah(%)	Serat Ijuk (%)	Harga Impak (J)	Kekuatan Impak (kJ/m ²)
A	22	22	15	0,73	19,83
B	22	25	15	0,70	20
C	22	27	15	0,70	19,33
D	25	22	15	0,69	19,36
E	25	25	15	0,68	18,8
F	25	27	15	0,71	18,9
G	27	22	15	0,64	17,83
H	27	25	15	0,63	17,2
I	27	27	15	0,65	17,16

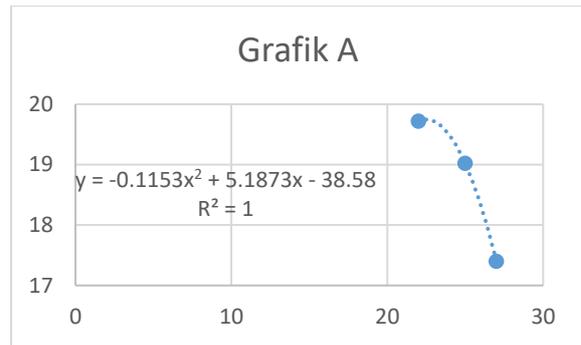
Dari hasil uji impact yang telah dilakukan, nilai tertinggi kekuatan impact terdapat di spesimen B dengan prosentase serbuk sekam padi 22%, serbuk kulit kacang tanah 25%, serat ijuk 15%, dan resin 38%.



Gambar 22. Grafik hasil Uji impact

Berdasarkan pada gambar diatas didapatkan bahwa variasi komposisi serbuk sekam padi dan serbuk kulit kacang tanah berpengaruh terhadap nilai energi dan kekuatan impact dari sembilan spesimen. Pada spesimen dengan komposisi serbuk sekam padi dan kulit kacang tanah yang lebih rendah, seperti spesimen A dan B (22% serbuk sekam padi dan 22-25% serbuk kulit kacang tanah), energi dan kekuatan impact tercatat lebih tinggi, yaitu sekitar 0,73 J dan 20 kJ/m². Sebaliknya, spesimen dengan komposisi, yang lebih tinggi untuk kedua material tersebut, seperti spesimen G hingga I (27% sekam padi dan 25-27% kulit kacang tanah), menunjukkan penurunan signifikan pada kekuatan impact, dengan nilai terendah pada spesimen H dan I, yaitu sekitar 0,63-0,65 J dan 17,16-17,20 kJ/m². Secara keseluruhan, kenaikan komposisi daya tahan spesimen terhadap beban impact, sementara komposisi yang seimbang antara keduanya menghasilkan ketahanan terbaik.

Hasil regresi pengujian impact



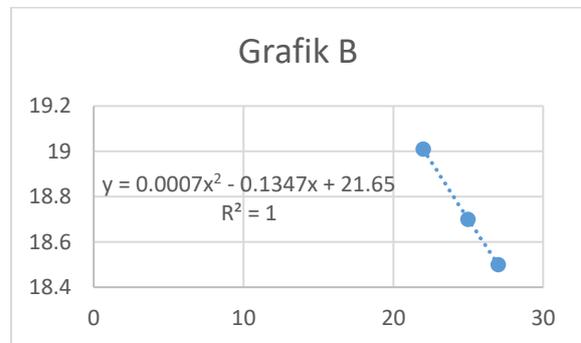
Gambar 23. Model regresi kandungan serbuk sekam padi

Model regresi kekuatan impact dengan kandungan serbuk sekam padi ditunjukkan pada Gambar 4.3 sebagai berikut:

$$y = -0.1153x^2 + 5.1873x - 38.58$$

dimana y adalah kekuatan impact (kJ/m²) dan x adalah kandungan serbuk sekam padi (%)

Koefisien determinasi (R²) persamaan regresi adalah 1. Hal ini menunjukkan bahwa variasi persentase kandungan serbuk sekam padi 100% dari komposit penelitian ini dapat menjelaskan variasi kekuatan impact. Dari kurva **Gambar 23**, menunjukkan kekuatan impact optimum terdapat pada nilai 19,72 kJ/m² diperoleh pada sampel dengan kandungan serbuk 22%. Pada kadar serbuk diatas 22% mengalami penurunan impact.



Gambar 24. Model regresi kandungan serbuk kulit kacang tanah

Model regresi kekuatan impact dengan kandungan serbuk kulit kacang tanah ditunjukkan pada gambar 4.4 sebagai berikut:

$$y = 0.0007x^2 - 0.1347x + 21.65$$

dimana y adalah kekuatan impact (kJ/m²) dan x adalah kandungan serbuk kulit kacang tanah(%)

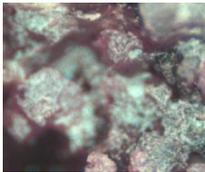
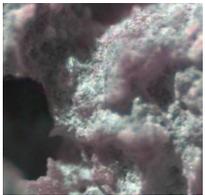
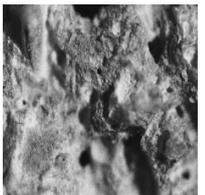
Koefisien determinasi (R²) persamaan regresi adalah 1. Hal ini menunjukkan bahwa variasi persentase kandungan serbuk kulit kacang tanah pada material komposit dipenelitian ini 100% mampu menjelaskan variasi kekuatan impact. Dari kurva **Gambar 24**, Menunjukkan kekuatan impact optimum terdapat pada nilai 19,01 kJ/m² diperoleh pada sampel dengan

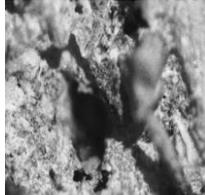
kandungan serbuk 22%. Pada kadar serbuk diatas 22% mengalami penurunan kekuatan impact.

Pengamatan strukturmikro

Spesimen yang telah patah karena pengujian impact kemudian dilakukan analisis mikrostruktur dari patahan tersebut.

Tabel 5. Hasil pengamatan Strukturmikro

Spesimen	Gambar	Keterangan
A		Pada spesimen A dengan prosentase serbuk sekam padi 22%, serbuk kulit kacang tanah 22%, serat ijuk 15%, dan resin 41%
B		Pada spesimen B dengan prosentase serbuk sekam padi 22%, serbuk kulit kacang tanah 25%, serat ijuk 15%, dan resin 38%
C		Pada spesimen C dengan prosentase serbuk sekam padi 22%, serbuk kulit kacang tanah 27%, serat ijuk 15%, dan resin 36%
D		Pada spesimen D dengan prosentase serbuk sekam padi 25%, serbuk kulit kacang tanah 22%, serat ijuk 15%, dan resin 38%
E		Pada spesimen E dengan prosentase serbuk sekam padi 25%, serbuk kulit kacang tanah 25%, serat ijuk 15%, dan resin 35%
F		Pada spesimen F dengan prosentase serbuk sekam padi 25%, serbuk kulit kacang tanah 27%, serat ijuk 15%, dan resin 33%
		Pada spesimen G

G		dengan prosentase serbuk sekam padi 27%, serbuk kulit kacang tanah 22%, serat ijuk 15%, dan resin 36%
H		Pada spesimen H dengan prosentase serbuk sekam padi 27%, serbuk kulit kacang tanah 25%, serat ijuk 15%, dan resin 33%
I		Pada spesimen I dengan prosentase serbuk sekam padi 27%, serbuk kulit kacang tanah 27%, serat ijuk 15%, dan resin 31%

Pada pengamatan mikrostruktur, terlihat jelas bahwa bahan penguat yang seharusnya tersebar merata dalam resin masih menunjukkan ketidakmerataan yang mencolok. Serbuk-serbuk penguat terlihat jelas berkelompok dan tidak tersebar secara homogen didalam matriks resin. Hal ini mengindikasikan bahwa saat proses pencampuran berlangsung, distribusi bahan penguat resin belum optimal atau tidak sempurna.

4. Kesimpulan

Adapun beberapa kesimpulan yang dibuat oleh penelitian ini, Sifat mekanik dari bahan berbeda menghasilkan kekuatan tumbukkan yang berbeda. Nilai uji impact tertinggi pada kandungan serbuk sekam padi adalah 19,72 kJ/m² dengan persentase 22% sedangkan nilai terendah adalah 17,4 kJ/m² dengan persentase 27%. Sebagai perbandingan, nilai uji impact pada kandungan serbuk kulit kacang tanah nilai tertinggi adalah 19,01 kJ/m² dengan persentase 22%, sedangkan nilai terendah adalah 18,5 kJ/m² dengan persentase 27%. Persentase kandungan penguat yang memiliki ketangguhan optimum pada spesimen B yaitu 20 kJ/m² dengan persentase serbuk sekam padi 22%, serbuk kulit kacang tanah 25%, serat ijuk 15%, dan resin 38%. Dalam penelitian ini untuk pembuatan spesimen diketahui menghaluskan bahan menjadi serbuk memiliki keterbatasan alat. Untuk penelitian lanjutan diperlukan alat untuk menghaluskan bahan menjadi serbuk supaya bahan penguat terdistribusi secara merata. Perlu diperhatikan antara kandungan penguat dengan resin

epoxy dan harus memperhitungkan secara optimal supaya mengurangi kegagalan pada saat pencetakan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis berterimakasih kepada Bapak Muhamad Fitri selaku Dosen pembimbing dalam penelitian ini, Kepada kedua orang tua saya, Bapak Wagiyu dan Ibu Nurhayatun, serta abang dan adik saya, Dida Nurgiantoro dan Quinsa Nurgiandini yang selalu memberikan motivasi, semangat, dan do'a. Keluarga besar Teknik Mesin 2019 dari Universitas Mercu Buana selalu berbagi pengalaman, menawarkan arahan, dan memberikan saran untuk proses penyusunan laporan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] W. Abdurrahman and M. Fitri, "The Fatigue Strength Analysis of ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) Material Shaft Result of 3D Printing Process Due to Rotating Bending Load," *Mater. Sci. Forum*, vol. 1051 MSF, no. January 2022, pp. 137–144, 2022, doi: 10.4028/www.scientific.net/MSF.1051.137.
- [2] M. Fitri, L. A. Manalub, T. Mesin, F. Teknik, and U. Mercubuana, "Machine Translated by Google Pengaruh Prosentase Serat Kelapa Sawit Terhadap Umur Fatik Beban Aksial Komposit Resin Matriks Machine Translated by Google," vol. 4, no. Oktober, pp. 215–223, 2019.
- [3] M. Fitri, S. Mahzan, I. Hidayat, and N. Nurato, "the Effect of Coconut Coir Fiber Powder Content and Hardener Weight Fractions on Mechanical Properties of an Epr-174 Epoxy Resin Composite," *Sinergi*, vol. 25, no. 3, p. 361, 2021, doi: 10.22441/sinergi.2021.3.013.
- [4] M. Fitri and S. Mahzan, "The effect of fibre content, fibre size and alkali treatment to Charpy impact resistance of Oil Palm fibre reinforced composite material," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 160, no. 1, 2016, doi: 10.1088/1757-899X/160/1/012030.
- [5] M. Zaleha, S. Mahzan, M. Fitri, K. A. Kamarudin, Y. Eliza, and A. L. M. Tobi, "Wave velocity characteristic for Kenaf natural fibre under impact damage," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 166, no. 1, 2017, doi: 10.1088/1757-899X/165/1/012018.
- [6] N. S. Dera, "Sifat Fisik Papan Komposit Limbah Sekam Padi Berpererekat Poliyester dengan Surface Metode," *J. Ilm. Momentum*, vol. 19, no. 1, p. 27, 2023, doi: 10.36499/jim.v19i1.8436.
- [7] M. Fitri, S. Mahzan, and F. Anggara, "The Mechanical Properties Requirement for Polymer Composite Automotive Parts - A Review," *Int. J. Adv. Technol. Mech. Mechatronics Mater.*, vol. 1, no. 3, pp. 125–133, 2021, doi: 10.37869/ijatec.v1i3.38.
- [8] S. Mahzan, M. Fitri, and M. Zaleha, "UV radiation effect towards mechanical properties of Natural Fibre Reinforced Composite material: A Review," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 166, no. 1, 2017, doi: 10.1088/1757-899X/165/1/012021.
- [9] C. Pramono, S. Hastuti, I. Ivandiyanto, and A. A. Trihardanto, "Analisis Sifat Bending dan Impak Komposit Berpenguat Serat Pohon Pisang," *Pros. SNST*, vol. 4, no. 3, pp. 13–18, 2019.
- [10] Elyna Wahyu Trisnawati, Edi Pramono, and Venty Suryanti, "Isolation of microcellulose from peanut shell (*Arachis hypogaea*) and its potential application," *Pros. Semin. Nas. Masy. Biodiversitas Indones.*, vol. 9, no. 1, pp. 137–142, 2023, doi: 10.13057/psnmbi/m090121.
- [11] R. D. Widodo, F. A. N. Susetyo, R. Rusiyanto, K. Kriswanto, and F. B. Darsono, "Kekuatan Tarik Dan Bending Komposit Berpenguat Serat Arengga Pinnata Bermatriks Epoksi Berbasis Fraksi Volume Dan Orientasi Serat," *Media Mesin Maj. Tek. Mesin*, vol. 23, no. 1, pp. 1–12, 2022, doi: 10.23917/mesin.v23i1.15791.
- [12] M. Y. Ali, "Analisis Kekuatan Uji Impak Komposit Serat Alam (Serat Batang Pisang)," *Anal. Kekuatan Uji Impak Komposit Serat Alam (Serat Batang Pisang)*, vol. 23, no. 1, pp. 35–38, 2022.
- [13] D. Putra, "Pengaruh Komposisi Pencampuran Abu Batok Kelapa dan Grafit dengan Resin Epoxy pada Pellet Konduktor Komposit Terhadap Konduktivitas Listrik, Mikro Struktur , Dan Kerapatan," pp. 12–15, 2021.
- [14] S. Habibie *et al.*, "Prospect of ramie fiber development in Indonesia and manufacturing of ramie fiber textile-based composites for industrial needs, an overview," *Int. J. Compos. Mater.*, vol. 11, no. 3, pp. 43–53, 2021, doi: 10.5923/j.cmaterials.20211103.01.
- [15] E. E. Sinaga, "Aksin " Aksesoris Resin ", " *J. Pengabd. Kpd. Masy. Babakti*, vol. 2, no. 2, pp. 121–125, 2022, doi: 10.53675/babakti.v2i2.412.
- [16] A. I. Tauvana, Syafrizal, and M. I. Subekti, "Pengaruh matrik resin-epoxy terhadap kekuatan impak dan sifat fisis komposit serat nanas," *J. Polimesin*, vol. 18, no. 2, pp. 99–104, 2020.
- [17] M. Fitri and S. Mahzan, "The Regression Models of Impact Strength of Coir Coconut Fiber Reinforced Resin Matrix Composite

Materials,” *Int. J. Adv. Technol. Mech. Mechatronics Mater.*, vol. 1, no. 1, pp. 32–38, 2020, doi: 10.37869/ijatec.v1i1.12.

- [18] H. B. Adja and A. T.-J. pd. Anam, “Study Komparasi Sekam Padi Sebagai Bahan Bakar Alternatif Berbasis Proximate And Ultimate Analysis,” *J. Mesin Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 2, no. 1, pp. 8–17, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/jmmme/article/view/5648>