

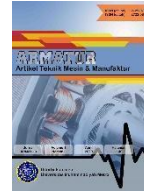


Contents list available at [Sinta](https://sinta)

ARMATUR

: Artikel Teknik Mesin & Manufaktur

Journal homepage: <https://scholar.ummetro.ac.id/index.php/armatur>



Analisis Pengaruh Penambahan Material Komposit Serat Kulit Durian Terhadap kekuatan Impak Batubata

Christina Bastian^{1*}, Yoel Pasae², Yafet Bontong³, Yous Yamhin⁴

¹, Program Studi Magister Teknik Mesin, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar.
Jl. Perintis Kemerdekaan Km 13 No. 28 Daya, Makassar, Indonesia 90243

² Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Indonesia Toraja
Jalan Nusantara No. 12, Kecamatan Makale, Kabupaten Tana Toraja

^{3,4} Program Studi Teknik Mesin, Universitas Kristen Papua
Jl. F, Kalasuat, Kelurahan Malanu - Sorong

ARTICLE INFO

Keywords:

Clay, Durian Skin Fiber,
Fumigation, Impact
Strength, ASTM D256-00

ABSTRACT

Brick is a durable, water-resistant construction material that reduces rainwater seepage through walls and offers fire resistance, making it safer to use. This study aims to analyze the effect of adding durian husk fiber to bricks. Durian husk fiber was selected due to its high cellulose content and potential as an eco-friendly natural reinforcing agent. Fiber treatment involved cold smoking (at 35°C–45°C) for varying durations—no smoking, 5 hours, 10 hours, 15 hours, and 20 hours—to enhance surface quality and bonding with the matrix. An experimental method was employed, utilizing varying volume fractions of clay, durian husk fiber, and cassava starch: 50%:10%:40%, 50%:20%:30%, and 50%:30%:20%. Specimens were fabricated using the hand lay-up method and oven-dried for one hour at 200°C. Impact strength was assessed using the Charpy Impact Test method in accordance with ASTM D256-00 standards. The results indicate that the highest absorbed energy value (13.096 Joules) was achieved with the 50%:30%:20% volume fraction and a 5-hour smoking treatment, while the lowest value (6.976 Joules) was observed with the 50%:20%:30% volume fraction and a 10-hour smoking treatment. Similarly, the highest impact strength value (0.163 J/mm²) was recorded for the 50%:30%:20% volume fraction with 5 hours of smoking, and the lowest (0.087 J/mm²) for the 50%:20%:30% volume fraction with 10 hours of

*Corresponding author: itinbastian6@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.24127/armatur.v7i2.12427>

Received 23 June 2026; Received in revised form 27 June 2026; Accepted 10 July 2026

Available online 1 September 2026

smoking. These findings demonstrate that material composition significantly influences brick toughness, where an optimal fiber addition enhances energy absorption and inhibits crack propagation. It can be concluded that a volume fraction composition of 50%:30%:20% represents the optimum condition for enhancing the impact strength of composite bricks based on durian husk fibers and a cassava starch matrix. An excessive increase in fiber fraction tends to reduce impact strength due to diminished matrix bonding and increased material porosity.

Pendahuluan

Batu bata merupakan material konstruksi yang digunakan dalam pembangunan karena memiliki kekuatan tekan yang baik, daya tahan yang tinggi, serta ketersediaan bahan baku yang melimpah.[1] Batu bata konvensional umumnya memiliki sifat getas, sehingga tidak dapat menahan beban kejut atau impak.[2] Hal ini menjadi inovasi material untuk meningkatkan ketangguhan batu bata, terutama dalam menyerap energi sebelum mengalami kegagalan. Serat alami dinilai memiliki keunggulan berupa ringan, ramah lingkungan, mudah diperoleh, serta memiliki kemampuan meningkatkan sifat mekanik material komposit.[3] Penggunaan serat alami sebagai penguat telah terbukti mampu meningkatkan kekuatan mekanik, dapat meningkatkan kekuatan impak karena adanya mekanisme distribusi tegangan dan penahanan retak pada material. Serat kulit durian adalah limbah biomassa yang berasal dari buah durian (*Durio zibetinus*) buah unggulan tropis yang bernilai ekonomi tinggi yang dimanfaatkan sebagai bahan penguat.[4] Kulit durian mengandung serat dengan kandungan selulosa yang cukup tinggi, sehingga memiliki karakteristik mekanik yang baik.[5] Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa serat kulit durian dapat meningkatkan sifat mekanik seperti kekuatan tarik dan ketangguhan impak pada material komposit.[6][7]

Kualitas serat dilakukan perlakuan awal untuk memperbaiki struktur permukaan dan mengurangi kandungan air. Metode digunakan adalah pengasapan dingin dengan suhu 30° - 45° dengan Variasi waktu pengasapan yang digunakan meliputi tanpa pengasapan, 5 jam, 10 jam, 15 jam, dan 20 jam.[8] Proses pengasapan mengubah karakteristik fisik serat, seperti meningkatkan kekasaran permukaan dan mengurangi kadar air, sehingga berpotensi meningkatkan daya ikat dengan matriks. Material Tanah liat atau disebut tanah lempung adalah bahan dasar membuat batubata yang sumber daya alam yang melimpah di Indonesia adalah bahan alam lempung dengan kandungan SiO₂ sebesar 65,54% dan Al₂O₃ sebesar 18,78%. [9] Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penambahan serat kulit durian dalam campuran beton dapat meningkatkan kekuatan tekan beton dan mutu f_c 20 Mpa. [10] Sedangkan perekat yang digunakan pada penelitian ini adalah Pati singkong (*Manihot esculenta*) karena bersifat biodegradable dan ramah lingkungan. Kombinasi antara tanah liat, serat kulit durian, dan pati singkong diharapkan mampu menghasilkan material batu bata komposit yang memiliki keseimbangan antara kekuatan dan ketangguhan.[11][12]

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai kekuatan uji Impak

akibat variasi fraksi volume tanah liat, komposit serat kulit durian dengan menggunakan matriks pati singkong. Dengan metode Charpy Impact Test pengujian tersebut bukan untuk menggantikan uji tekan, tetapi untuk melengkapi karakterisasi sifat mekanik material, khususnya terhadap pembebanan dinamis, yang digunakan untuk mengetahui besarnya energi yang dapat diserap material sebelum mengalami patah. Nilai energi serap dan harga impact menjadi parameter penting dalam mengevaluasi kemampuan material dalam menahan beban kejut.[13]

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Material Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Paulus.

Pengujian impact digunakan untuk pengujian kekuatan material dengan menerima beban secara tiba-tiba terhadap spesimen. Pengujian impact ini dilakukan dengan metode charpy dan standar ASTM D256-00.[14][15][16] Data dapat berupa energi yang diserap untuk mematahkan benda uji. Pengujian ini dilakukan sebagai pemeriksaan kualitas secara cepat dan mudah dalam menentukan sifat impact.

a. Pelakuan serat kulit durian

1. Pengumpulan Limbah Kulit Durian kemudian direndam dalam drum selama 2 hari dari dalam drum.
2. Kulit durian dibersihkan durinya kemudian di pukul dengan kayu sampai mengeluarkan serat.
3. Setelah jadi serat kulit durian kemudian dicuci air mengalir kemudian direndam dengan Aquades dan NaOH 5% selama 80-90 menit kemudian di keringkan pada suhu ruang.
4. Selanjutnya dikelompokkan untuk diasapkan.
5. Proses pengasapan dilakukan selama 5 jam, 10 jam, 15 jam, 20 jam dengan

proses pembakaran batok tempurung kelapa yang kemudian dimatikan apinya dan dilanjutkan dengan teknik pengasapan dingin terhadap serat kulit durian dengan suhu 30°- 45°C.

6. Setelah diasapkan serat dipisahkan dan dimasukkan didalam kantong plastik.
7. Kemudian serat kulit durian akan digunakan dalam pembuat sampel pengujian yang akan dilakukan dalam penelitian ini.[2][17]

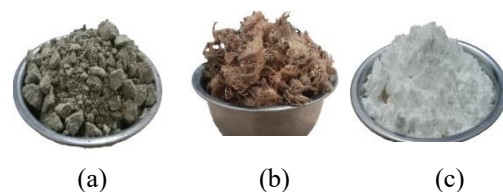
b. Pembuatan Spesimen

Tanah liat, serat kulit durian, pati singkong ditimbang sesuai komposisi, semua bahan dilakukan dengan metode Hand Lay Up dicampur dengan air hingga homogen pada cetakan spesimen, kemudian di keringkan pada suhu ruang sebelum dibakar dengan oven dengan suhu 200° selama 1 jam. Variasi fraksi volume tanah liat dan serat kulit durian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Variasi fraksi volume tanah liat dan serat kulit durian, pati singkong

NO	Tanah Liat	Serat Kulit Durian	Pati Singkong
1	50%	10%	40%
2	50%	20%	30%
3	50%	30%	20%

Material yang dipakai pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.

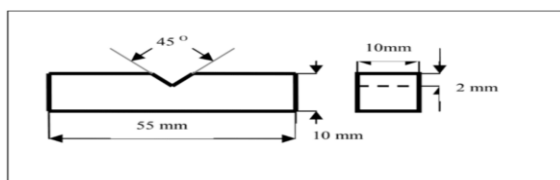


Gambar 1. (a) Tanah Liat, (b) Serat Kulit Durian, (c) Pati Singkong

Hasil dan Pembahasan

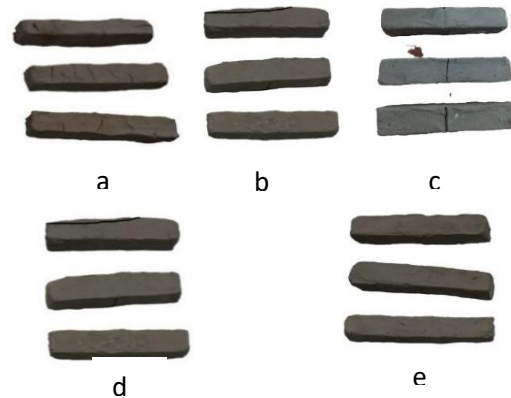
Analisis kekuatan impact dilakukan dengan menggunakan pengujian impact Charpy, variabel bebas fraksi volume (Tanah liat, Serat Kulit Durian, Pati singkong), dan waktu pengasapan serat, dan untuk Variabel terikat Energi serap (J) dan

Harga impact (J/mm^2) Variabel terkontrol yang digunakan antara lain : Ukuran panjang serat kulit durian 55 mm, Massa pendulum 7,5 Kg, Panjang lengan 750 mm, Sudut awal 30° . Spesimen uji impact mengacu standar pengujian ASTM D256-00, Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya energi yang mampu diserap material sebelum mengalami patah akibat pembebanan kejut. standar ASTM D256-00. Meskipun ASTM D256-00 pada dasarnya merupakan standar pengujian impact untuk material plastik, metode ini dipilih karena prinsip pengujiannya dapat diterapkan untuk mengevaluasi ketahanan suatu material terhadap beban kejut melalui pengukuran energi yang diserap hingga material mengalami patah, Dengan demikian, prosedur pengujian, dimensi spesimen, dan mekanisme pembebanan disesuaikan dengan karakteristik material batu bata tanpa mengubah prinsip dasar pengujian impact Charpy, yaitu mengukur energi yang diserap spesimen hingga mengalami patah akibat tumbukan pendulum.[18] Spesimen uji ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Standar uji impact ASTM D256-00

Pengujian dilakukan berdasarkan tingkat jam pengasapan untuk masing-masing variasi fraksi volume tanah liat dan serat kulit durian dengan matrik pati singkong .



Gambar 3. Spesimen Uji (a) TP, (b) P.5 Jam, (c) P.10 Jam, (d) P.15 Jam, (e) P.20 Jam. Fraksi volume 50%;10%;40%, 50%;20%;30%, 50%;30%;20%

Energi yang terserap dalam pengujian merupakan parameter utama untuk menentukan Tingkat ketangguhan material, yang menunjukkan kombinasi antara sifat kekuatan dan keuletan suatu bahan.

$$E = m \cdot g \cdot \Delta h \quad (1)$$

Keterangan :

E = Energi yang diperlukan

m = Massa pendulum (kg)

g = Percepatan gravitasi (m/S^2)

Δh = Tinggi beban perhitungan (m)

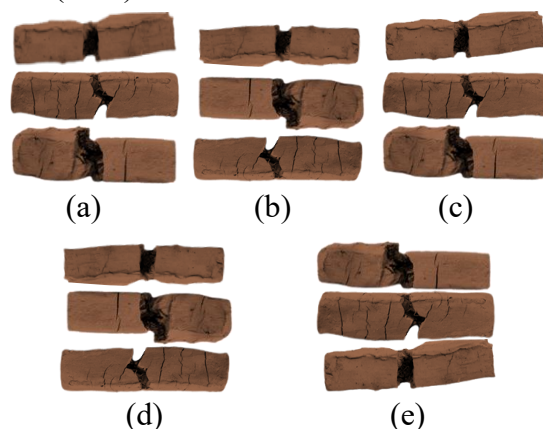
$$H_i = \frac{E}{A} \quad (2)$$

Keterangan :

H_i = Nilai Impact (J/mm^2)

E = Energi yang diserap i (Joule)

A = Luas area i penampang dibawah takik (mm^2)

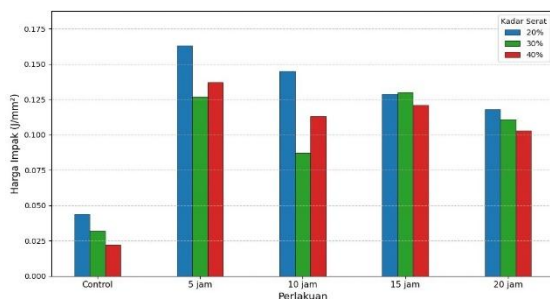


Gambar 4. Spesimen setelah pengujian (a) TP, (b) P.5 Jam, (c) P.10 Jam, (d) P.15 Jam, (e) P.20 Jam. Fraksi volume 50%;10%;40%, 50%;20%;30%, 50%;30%;20%

Tabel 2. Nilai harga impact (Joule/mm²)

Jenis Spesimen			Hasil Uji		E	Hi
TL	SKD	PS	α ($^{\circ}$)	β ($^{\circ}$)	(Joule)	(Joule/mm ²)
TP						
50%	10%	40%		32,2	1,766	0,022
50%	20%	30%		33,1	2,575	0,032
50%	30%	20%		34,3	3,531	0,044
P.5 Jam						
50%	10%	40%		43,3	10,227	0,127
50%	20%	30%		44,5	11,036	0,137
50%	30%	20%		47,5	13,096	0,163
P.10 Jam						
50%	10%	40%	30 $^{\circ}$	41,5	6,976	0,087
50%	20%	30%		41,6	9,05	0,113
50%	30%	20%		45,3	11,625	0,145
P.15 Jam						
50%	10%	40%		42,5	9,712	0,121
50%	20%	30%		43,5	10,374	0,129
50%	30%	20%		43,6	10,448	0,130
P.20 Jam						
50%	10%	40%		40,5	8,24	0,103
50%	20%	30%		41,4	8,902	0,111
50%	30%	20%		42,2	9,491	0,118

Berdasarkan hasil pada tabel. 2, Nilai harga impact dengan Perbandingan fraksi volume tanah liat, serat kulit durian dengan pati singkong 50%:10%:40%, 50%:20%:30%, 50%:30%:20%, maka hasil perhitungan uji impact ditampilkan dalam grafik sebagai berikut :



Gambar 5. Grafik Pengaruh Durasi Pengasapan SKD terhadap kekuatan Impact

Berdasarkan grafik nilai harga impact pada perbandingan tanah liat-serat kulit

durian-pati singkong dengan variasi perlakuan pengasapan, terlihat bahwa pengasapan memberikan pengaruh terhadap ketangguhan komposit. Untuk komposisi pada spesimen tanpa pengasapan (T.P 50%:10%:40%) dengan nilai (0,022 Joule/mm²) pada (T.P 50%:20%:30%) dengan nilai (0,032 Joule/mm²) dan (T.P 50%:30%:20%) dengan nilai (0,044 Joule/mm²). Nilai harga impact meningkat pada perlakuan pengasapan 5 jam 10% (0,137 Joule/mm²), pada perlakuan pengasapan 5 jam 20% (0,127 Joule/mm²), dan pada perlakuan pengasapan 5 jam 30% (0,163 Joule/mm²), kemudian nilai harga impact kembali menurun pada variasi perlakuan pengasapan 10 jam 10% (0,137 Joule/mm²), pada perlakuan pengasapan 10 jam 20% (0,127 Joule/mm²), dan pada perlakuan pengasapan 10 jam 30% (0,163 Joule/mm²). Pada komposit serat perlakuan pengasapan 15 jam 10% (0,121 Joule/mm²), pada perlakuan pengasapan 15 jam 20% (0,130 Joule/mm²), pada perlakuan pengasapan 15 jam 30% (0,129 Joule/mm²), kemudian nilai harga impact pada komposit perlakuan pengasapan 20 jam 10% (0,103 Joule/mm²), pada perlakuan pengasapan 20 jam 20% (0,111 Joule/mm²), pada perlakuan pengasapan 20 jam 30% (0,118 Joule/mm²). Secara umum perlakuan material yang telah diasap memiliki ikatan serat–matriks yang lebih kuat, sehingga tidak mudah retak. Dimana energi benturan diserap melalui deformasi serat dan mekanisme *fiber bridging*, dan diperlukan energi yang lebih besar untuk menyebabkan patah. pengasapan dapat meningkatkan kekuatan impact karena:

1. Menurunkan kadar air pada serat,
2. Memperbaiki struktur dan kekasaran permukaan serat,
3. Meningkatkan adhesi antara serat dan matriks,
4. Mengurangi degradasi biologis pada serat,

Sehingga nilai kekuatan impak menjadi lebih tinggi.[9][19]

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dapat disimpulkan bahwa penambahan serat kulit durian dan variasi fraksi volume memberikan pengaruh signifikan terhadap nilai energi serap dan harga impak batu bata komposit. Nilai energi serap tertinggi diperoleh pada fraksi volume 50%:30%:20% dengan perlakuan pengasapan 5 jam yaitu sebesar 13.096 Joule, sedangkan nilai terendah terdapat pada fraksi volume 50%:20%:30% perlakuan pengasapan 10 jam yaitu sebesar 6,976 Joule. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan serat dalam jumlah yang lebih sedikit dengan komposisi matriks yang lebih besar mampu meningkatkan kemampuan material dalam menyerap energi sebelum mengalami patah. Nilai harga impak tertinggi pada fraksi volume 50%:30%:20% yaitu sebesar 0,163 J/mm² perlakuan pengasapan 5 jam, sedangkan nilai terendah pada fraksi volume 50%:20%:30% yaitu sebesar 0,087 J/mm² perlakuan pengasapan 10 jam. Hasil ini mengindikasikan bahwa komposisi material sangat mempengaruhi ketangguhan batu bata, dimana distribusi serat yang optimal mampu meningkatkan daya serap energi dan menghambat propagasi retak. Komposisi 50%:20%:30% merupakan komposisi yang paling optimal dalam meningkatkan kekuatan impak batu bata komposit berbasis serat kulit durian dan matriks pati singkong. Dan peningkatan fraksi serat yang terlalu tinggi cenderung menurunkan kekuatan impak akibat berkurangnya ikatan antar matriks dan meningkatnya porositas material.

Tabel 3. Simbol dan Keterangan

No	Simbol	Keterangan
1	TL	TANAH LIAT
2	SKD	SERAT KULIT DURIAN
3	PS	PATI SINGKONG
4	TP	TANPA PENGASAPAN
5	P5 JAM	PENGASAPAN 5 JAM
6	P10 JAM	PENGASAPAN 10 JAM
7	P15 JAM	PENGASAPAN 15 JAM
8	P20 JAM	PENGASAPAN 20 JAM

Daftar Pustaka

- [1] S. Frapanti, R. Efrida, I. Dewi, S. Asfiati, and F. V. Riza, "Analisis Standar Mutu Batu Bata Merah Tradisional Di Deli Serdang Dengan Indikator SNI 15-2094-2000," *Teras J. J. Tek. Sipil*, vol. 13, no. 1, p. 163, 2023, doi: 10.29103/tj.v13i1.852.
- [2] I. M. Syahendra, M. Taufiqurrahman, and G. S. Lubis, "Analisis Pengaruh Komposisi Serat Terhadap Nilai Uji Impak Pada Komposit Berpenguat Serat Pinang Dengan Matriks Polimer," *Jurnal Teknologi Rekayasa Tek. Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 71–79, 2025.
- [3] M. I. Burmawi, ".,," Analisa Sifat Mekanik Material Komposit Serat Kulit Durian Matriks Polimer""", *Jur. Tek. Mesin. Univ. Bung Hatta Padang*, 2014.
- [4] S. Noer, R. D. Pratiwi, and E. Gresinta, "Pemanfaatan Kulit Durian sebagai Adsorben Biodegradable Limbah Domestik Cair," *Fakt. Exacta*, vol. 8, no. 1, pp. 75–78, 2015.
- [5] A. Yanny Leiwakabessy, A. Purnowidodo, and R. Soenoko, "Perubahan Sifat Mekanis Komposit Hibrid Polyester yang Diperkuat Serat Sabut Kelapa dan Serat Ampas Empulur Sagu," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 4, no. 3, pp. 235–240, 2013.

- [6] S. Arung, M. B. Palungan, and Y. Bontong, "Analisis Morfologi Permukaan dan Kekuatan Tarik Serat Pelepa Nipah (*Nypa Frutycans*) Akibat Perlakuan Pengasapan," vol. 5, no. 1, pp. 576–584, 2026.
- [7] R. Ruzuqi and V. D. Waas, "Analisis Kekuatan Tarik Dan Impak Material Komposit Polimer Dalam Aplikasi Fiberboat," *ALE Proceeding*, vol. 4, pp. 121–126, 2021, doi: 10.30598/ale.4.2021.121-126.
- [8] M. B. Palungan, R. Soenoko, and F. Gapsari, "The Effect of King Pineapple Leaf Fiber (*Agave cantala* Roxb) Fumigated Toward the Fiber Wettability and the Matrix Epoxy Interlocking Ability.," *EnvironmentAsia*, vol. 12, no. 3, 2019.
- [9] M. Palungan, "Pengaruh Perlakuan Pengasapan Serat Daun Nanas Raja (*Agave Cantala* Roxb) Terhadap Kompatibilitas Serat-Matrik Epoksi," 2017, [Online]. Available: <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/160529/>
- [10] J. J. S. Nesimnasi, K. Boimau, and Y. M. Pell, "Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) pada Serat *Agave Cantula* terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester," *J. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 1, pp. 29–38, 2015, [Online]. Available: <http://ejournal-fst-unc.com/index.php/LJTMU>
- [11] R. T. Zulkarnain, G. Putu, A. Suryawan, D. I. Wayan, and A. Darma, "Porositas Komposit Matriks Chitosan Dan Pati Singkong Berpenguat Serat Bambu," *J. Ilm. Tek. DESAIN Mek.*, vol. 14, no. 4, pp. 327–331, 2025.
- [12] Y. R. Hanovantias and A. Mahyudin, "Karakterisasi Sifat Mekanik dan Biodegradable Komposit Hibrid Polipropilena dengan Pati Singkong Menggunakan Serat Pinang dan Serat Eceng Gondok," *J. Fis. Unand*, vol. 12, no. 3, pp. 459–465, 2023, doi: 10.25077/jfu.12.3.458-464.2023.
- [13] J. Junias and S. Nayak, "Augmenting masonry impact resistance: Experimental investigation and statistical reliability assessment," *Eng. Struct.*, vol. 348, p. 121821, 2026.
- [14] B. Maryanti, K. Arifin, A. Nugroho, and P. Saputro, "Karakteristik Kekuatan Impak Komposit Serabut Kelapa Dengan Variasi Panjang Serat," pp. 342–346, 2019.
- [15] S. T. Mesin, F. Teknik, U. N. Surabaya, and M. A. Irfai, "PENGARUH SUSUNAN LAMINA KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT KARBON – SERAT RAMI TERHADAP UJI IMPAK DAN UJI MIKRO Muhammad Azrul Labib Abstrak," pp. 1–6, 2023.
- [16] A. Y. Leiwakabessy, B. G. Tentua, and F. Laamena, "Analisis Sifat Mekanis Kekuatan Impak Komposit Serat Sabut Kelapa Dan Tanah Liat Yang Diperkuat Pati Sagu," *ALE Proceeding*, vol. 5, pp. 129–133, 2022, doi: 10.30598/ale.5.2022.129-133.
- [17] A. Chaerunissa, M. Dalil, and S. I. Saputra, "Kekuatan Tarik dan Impak Komposit Matrik Polimer Serat Kulit Durian dengan Variasi Perlakuan Alkalisasi (NaOH, NaOH+ H₂O₂, dan KOH) Serat," *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 8, no. 1, 2025.
- [18] W. Hufenbach, F. M. Ibraim, A. Langkamp, R. Böhm, and A. Hornig, "Charpy impact tests on composite structures—an experimental and

numerical investigation,” *Compos. Sci. Technol.*, vol. 68, no. 12, pp. 2391–2400, 2008.

- [19] M. B. Palungan, R. Soenoko, and F. Gapsari, “The effect of king pineapple leaf fiber (*Agave Cantala* Roxb) fumigated toward the fiber wettability and the matrix epoxy interlocking ability,” *EnvironmentAsia*, vol. 12, no. 3, pp. 129–139, 2019, doi: 10.14453/ea.2019.50.