

Pengaruh Fraksi Massa Serat dan Variasi Konsentrasi NaOH Pada Komposit Serat Dan Resin Epoxy Sebagai Material Spakbor Motor

Donny Lesmana*, Yuli Darni, Lia Lismeri, Azhar, Wahyu Cristian Marpaung

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Indonesia

Email: donny.lesmana@eng.unila.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh fraksi massa serat dan variasi konsentrasi larutan NaOH terhadap sifat mekanik material komposit berbasis serat alami dan resin epoxy. Serat yang digunakan meliputi kulit jagung, sabut kelapa, dan serbuk kayu sengon, sedangkan resin yang digunakan adalah resin epoxy. Metode fabrikasi yang digunakan adalah *hand lay-up* dengan fraksi massa serat 20%, 25%, dan 30%, serta konsentrasi NaOH 5% dan 10% untuk proses alkalisasi serat. Enam spesimen (A1–B3) diuji sifat mekaniknya melalui uji tarik dan uji impak. Hasil menunjukkan bahwa spesimen B1 (NaOH 10%, fraksi serat 20%) memiliki kekuatan tarik tertinggi yaitu 34,684 MPa dan nilai regangan 1,33041. Modulus elastisitas tertinggi terdapat pada spesimen A1 sebesar 29,7274 MPa. Pada uji impak, spesimen A1 menunjukkan ketangguhan tertinggi dengan nilai 0,661 J/mm². Penelitian ini menunjukkan bahwa variasi fraksi massa serat dan perlakuan alkalisasi dapat mempengaruhi kekuatan dan ketangguhan komposit, menjadikannya potensial sebagai bahan alternatif spakbor motor yang ringan, kuat, dan ramah lingkungan.

Kata kunci: komposit, resin epoxy, sabut kelapa, kulit jagung, kayu sengon, NaOH, spakbor motor.

1. Pendahuluan

Dalam industri otomotif, setiap komponen kendaraan memiliki peran penting dalam menunjang keselamatan dan kenyamanan berkendara. Salah satu komponen tersebut adalah spakbor motor, yang berfungsi melindungi pengendara dan bagian mesin dari cipratan air, lumpur, serta kotoran dari jalan [1]. Umumnya, spakbor motor dibuat dari bahan plastik konvensional seperti polipropilena atau ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) karena sifatnya yang ringan dan mudah dibentuk [2]. Namun, bahan-bahan ini memiliki beberapa kelemahan, antara lain rentan pecah akibat benturan, kurang tahan terhadap kondisi cuaca ekstrem, serta menimbulkan dampak lingkungan karena sifatnya yang sulit terurai secara alami [3].

Sebagai solusi terhadap permasalahan tersebut, material komposit berbasis serat alam menjadi alternatif yang menjanjikan [4]. Komposit merupakan material yang terbentuk dari penggabungan dua atau lebih material berbeda, biasanya terdiri dari matriks sebagai pengikat dan penguat berupa serat atau partikel [5]. Keunggulan komposit antara lain adalah kekuatan yang tinggi, berat yang ringan, dan sifat mekanik yang dapat disesuaikan berdasarkan jenis material penyusunnya [6]. Resin epoxy sebagai matriks memiliki daya ikat yang baik dan biasa digunakan dalam pembuatan produk-produk teknik, termasuk rompi anti peluru [7]. Sementara itu, serat alam seperti sabut kelapa, kulit jagung, dan serbuk kayu sengon telah diketahui memiliki kandungan selulosa yang tinggi, menjadikannya cocok sebagai bahan penguat dalam komposit [8].

Indonesia memiliki potensi besar dalam pemanfaatan serat alam. Kulit jagung merupakan limbah pertanian yang melimpah, khususnya di Provinsi Lampung yang pada tahun 2024 menghasilkan lebih dari 15 juta ton jagung [9]. Kulit jagung umumnya hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak, padahal memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai bahan penguat komposit. Sabut kelapa juga tersedia dalam jumlah besar sebagai hasil samping dari produksi kelapa, yang di Lampung mencapai lebih dari 78 ribu ton per tahun [10]. Sementara itu, serbuk kayu sengon merupakan limbah dari industri perkayuan yang dapat dimanfaatkan sebagai pengisi (filler) komposit karena kandungan selulosanya yang tinggi [11].

Untuk meningkatkan performa ikatan antara serat dan matriks, dilakukan perlakuan alkalisasi menggunakan larutan NaOH [12]. Proses ini bertujuan mengurangi kandungan lignin dan hemiselulosa, yang dapat mengganggu ikatan antar-fasa dalam material komposit [12]. Alkalisasi diketahui mampu meningkatkan kekasaran permukaan serat dan meningkatkan kompatibilitas dengan resin yang bersifat hidrofobik [13].

Dalam penelitian ini, digunakan metode fabrikasi *hand lay-up* untuk membuat komposit dengan variasi fraksi massa serat sebesar 20%, 25%, dan 30%, serta dua konsentrasi NaOH yaitu 5% dan 10% untuk perlakuan alkalisasi. Pengujian sifat mekanik dilakukan melalui uji tarik dan uji impak guna mengevaluasi ketangguhan dan kekuatan material yang dihasilkan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan material ramah lingkungan yang mampu menggantikan bahan plastik konvensional pada aplikasi

spakbor motor, dengan memanfaatkan sumber daya lokal yang berlimpah.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Resin dan Serat, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, pada bulan September 2024.

2.2. Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah kulit jagung, sabut kelapa, serbuk kayu sengon, resin epoxy (Eposchon), hardener (Eposchon), larutan NaOH (5% dan 10%), aquades, wax mold release.

Alat-alat yang digunakan adalah cetakan dari filamen dan silikon (dimensi sesuai ASTM D638 untuk uji tarik dan 60×15×15 mm untuk uji impak), kuas dan roller, jangka sorong, gunting, dan neraca digital, Gelas beaker, pengaduk kaca, wadah rendaman, sikat kawat, gerinda tangan, amplas, alat uji tarik dan alat uji impak.

2.3. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan dua faktor utama. Faktor 1 terdiri dari konsentrasi larutan NaOH untuk alkalisasi (5% dan 10%) dan Faktor 2 terdiri dari fraksi massa serat (20%, 25%, dan 30%). Kombinasi kedua faktor ini menghasilkan enam variasi spesimen yang diuji untuk sifat tarik dan impak, yaitu spesimen A1–A3 (NaOH 5%) dan B1–B3 (NaOH 10%).

2.4. Prosedur Penelitian

2.4.1. Persiapan Serat

Kulit jagung dan sabut kelapa direndam dalam aquades selama 15 hari, sedangkan serbuk kayu sengon selama 2 hari. Setelah perendaman, serat disisir

menggunakan sikat kawat dan dikeringkan di suhu ruang selama 2 hari.

2.4.2. Alkalisasi Serat

Serat direndam dalam larutan NaOH (5% atau 10%) selama 2 jam pada suhu ruang. Setelah itu, serat dicuci dengan aquades hingga netral dan dikeringkan kembali. Komposisi larutan terdiri dari 5% NaOH (50 g NaOH + 950 ml aquades) dan 10% NaOH (100 g NaOH + 900 ml aquades).

2.4.3. Pemotongan Serat

Serat yang telah kering dipotong dengan diameter $\pm 0,5$ mm sesuai kebutuhan spesimen.

2.4.4. Pembuatan Spesimen Komposit

Resin dan hardener dicampur dengan rasio 60:40, kemudian dicampurkan dengan serbuk kayu sengon. Serat kulit jagung dan sabut kelapa dimasukkan secara berlapis atau ditaburkan acak ke dalam cetakan yang telah diolesi wax mold release. Cetakan ditutup menggunakan penekan dan dibiarkan mengering selama 12 jam pada suhu ruang.

2.4.5. Komposisi dan Ukuran Spesimen

Komposisi bahan dihitung berdasarkan volume cetakan. Dimensi cetakan uji tarik: $183 \times 19 \times 10$ mm; cetakan uji impak: $60 \times 15 \times 15$ mm.

Tabel 1. perhitungan massa serat dan resin

Fraksi Serat	Sabut Kelapa (g)	Serbuk Sengon (g)	Kulit Jagung (g)	Resin (ml)	Hardener (ml)
20%	0,20	0,12	0,15	16,69	11,13
25%	0,60	0,31	0,45	15,65	10,43
30%	1,00	0,39	0,74	14,60	9,74

2.5. Pengujian Sifat Mekanik

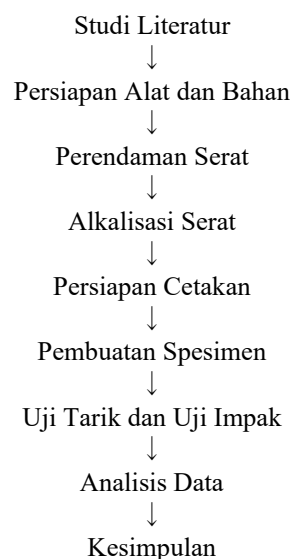
2.5.1. Uji Tarik

Uji tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik maksimum (ultimate stress), regangan (strain), dan modulus elastisitas (E). Spesimen diuji dengan standar ASTM D638.

2.5.2. Uji Impak

Uji impak dilakukan untuk mengukur energi yang terserap dan ketangguhan material menggunakan metode Charpy. Hasil berupa energi serap (J) dan harga impak (J/mm^2).

2.6. Diagram Alir Penelitian



3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Uji Tarik

Pengujian tarik dilakukan terhadap enam spesimen komposit dengan variasi fraksi massa serat (20%, 25%, dan 30%) dan konsentrasi NaOH (5% dan 10%). Uji ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik seperti kekuatan tarik (ultimate

stress), regangan (strain), dan modulus elastisitas [14].



Gambar 1. Sampel uji Kuat Tarik

Data uji tarik ditampilkan sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Uji Tarik Spesimen Komposit

Spesimen	Fraksi Serat	Kons. NaOH	σ (MPa)	ϵ	E (MPa)	Elongation (%)
A1	20%	5%	21,470	0,722	29,727	5,35
A2	25%	5%	27,162	1,163	23,365	10,83
A3	30%	5%	24,147	0,828	29,156	13,39
B1	20%	10%	34,684	1,330	26,070	35,37
B2	25%	10%	30,671	1,162	26,400	13,34
B3	30%	10%	28,393	1,021	27,820	9,76

Spesimen B1 (fraksi massa 20% dan NaOH 10%) menunjukkan kekuatan tarik tertinggi sebesar 34,684 MPa dan regangan maksimum sebesar 1,330. Modulus elastisitas tertinggi dicapai oleh A1 (NaOH 5%, fraksi 20%) sebesar 29,727 MPa, menunjukkan kekakuan komposit terbaik.

Variasi fraksi massa serat berpengaruh terhadap kekuatan tarik. Peningkatan fraksi serat hingga 25% meningkatkan kekuatan, namun penurunan terjadi pada 30% karena kemungkinan distribusi serat tidak merata dan cacat internal [15].

Penambahan konsentrasi NaOH dari 5% menjadi 10% juga meningkatkan ikatan antar fasa serat-matriks hingga titik optimal, namun berlebihannya dapat menyebabkan degradasi serat [16].

3.2. Hasil Uji Impact

Uji impact dilakukan untuk mengukur ketangguhan material atau energi yang diserap saat spesimen diberi tumbukan mendadak [17].



Gambar 2. Sampel Uji Impact

Data pengujian ditampilkan sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Uji Impact dan Perhitungan Harga Impact

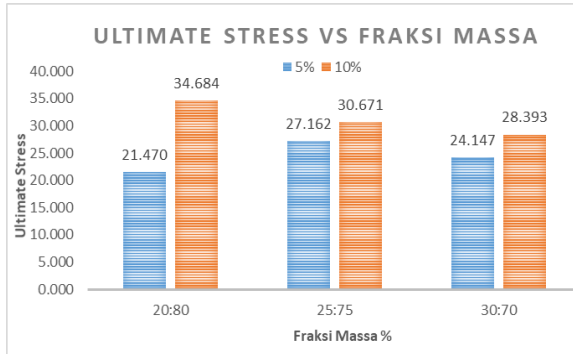
Spesimen	Fraksi Serat	Kons. NaOH	Energi Terserap (J)	Harga Impact (J/mm ²)
A1	20%	5%	109	0,661
A2	25%	5%	101	0,612
A3	30%	5%	35	0,212
B1	20%	10%	89	0,539
B2	25%	10%	78	0,473
B3	30%	10%	59	0,358

Spesimen A1 menunjukkan harga impact tertinggi sebesar 0,661 J/mm². Nilai impact menurun dengan meningkatnya fraksi massa serat, baik pada konsentrasi NaOH 5% maupun 10%. Hal ini mengindikasikan bahwa terlalu banyak

serat menyebabkan penyebaran beban yang tidak merata, sehingga menurunkan ketahanan terhadap tumbukan [18].

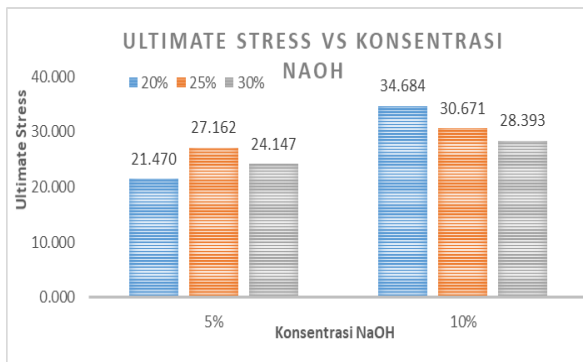
3.3. Pengaruh Fraksi Massa dan Konsentrasi NaOH

a. Ultimate Stress terhadap Fraksi Massa dan NaOH



Gambar 3. Grafik *Ultimate Stress* dengan Fraksi Massa

Berdasarkan gambar 3, terlihat bahwa peningkatan fraksi massa serat dari 20% ke 25% menaikkan kekuatan tarik, namun penurunan terjadi pada 30% (khususnya pada spesimen A3) akibat cacat pada daerah grip spesimen.

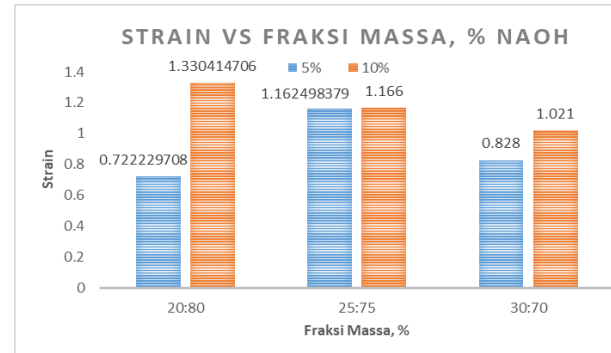


Gambar 4. Grafik *Ultimate Stress* dengan Konsentrasi NaOH

Sementara pada gambar 4, terlihat bahwa konsentrasi NaOH 10%, nilai ultimate stress tertinggi juga dicapai pada fraksi serat 20% (B1), dan mengalami penurunan pada fraksi yang

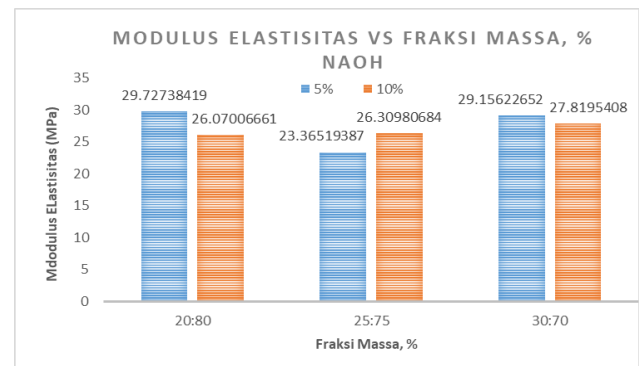
lebih tinggi. Artinya, jumlah resin yang cukup penting untuk membungkus serat dan memastikan distribusi beban yang baik [19].

b. Strain dan Modulus Elastisitas



Gambar 5. Grafik *Strain* versus Fraksi Massa dan Konsentrasi NaOH

Berdasarkan Gambar 5, terlihat bahwa strain tertinggi dicapai oleh spesimen B1 (NaOH 10%, fraksi 20%) sebesar 1,330. Konsentrasi NaOH yang lebih tinggi cenderung meningkatkan deformasi sebelum patah karena penghilangan lignin dan peningkatan ikatan antarfasa [20].



Gambar 6. Grafik Modulus Elastisitas versus fraksi massa dan Konsentrasi NaOH

Pada gambar 6, terlihat bahwa modulus elastisitas tertinggi diperoleh pada spesimen A1 (29,727 MPa), menunjukkan kekakuan yang tinggi. Sebaliknya, nilai modulus menurun jika fraksi massa terlalu besar atau proses

alkalisasi menyebabkan kerusakan serat [21].

3.4. Relevansi terhadap Aplikasi Spakbor Motor

Hasil pengujian menunjukkan bahwa komposit dengan bahan dasar serat kulit jagung, sabut kelapa, dan serbuk kayu sengan yang diproses dengan NaOH 10% dan fraksi massa 20% (B1) memiliki karakteristik mekanik unggul, menjadikannya kandidat yang layak sebagai material alternatif spakbor motor. Sebagai perbandingan, standar kekuatan tarik untuk bahan spakbor ABS dan PP adalah 20–40 MPa dan harga impact 0,1348 J/mm². Spesimen B1 (34,684 MPa) dan A1 (0,661 J/mm²) telah memenuhi syarat tersebut dan bahkan menunjukkan performa lebih baik dalam uji ketangguhan.

3.5. Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya

Penelitian oleh Shomad et al. (2020) dengan serat rami, sabut kelapa, dan fiberglass menunjukkan kekuatan tarik sebesar 35,59 MPa [22]. Kekuatan tarik pada penelitian ini sebesar 34,684 MPa mendekati nilai tersebut meskipun menggunakan serat yang lebih lokal dan ekonomis. Sementara hasil impact dalam penelitian ini adalah sebesar 0,661 J/mm² lebih tinggi dibandingkan penelitian dengan serat bambu apus (0,15 J/mm²), menandakan keunggulan material terhadap beban kejut [23].

4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa variasi fraksi massa serat dan konsentrasi NaOH memberikan pengaruh signifikan terhadap sifat mekanik komposit. Spesimen dengan 20% serat dan perlakuan alkalisasi NaOH 10% (B1) menunjukkan performa

mekanik terbaik. Material komposit ini layak diaplikasikan sebagai bahan alternatif spakbor motor yang lebih ringan, kuat, dan ramah lingkungan dibanding plastik konvensional.

Daftar Pustaka

- [1]AstraOtosshop, “Mengenal Spakbor Motor: Fungsi dan Pentingnya,” *AstraOtosshop*, Oct. 29, 2024. <https://astraotosshop.com/article/pentingnya-spakbor-motor> (accessed May 20, 2025).
- [2]Saibumi.com, “Mengenal 4 Jenis Bahan Plastik Pada Sepeda Motor,” *Saibumi.com*, 2024. <https://www.saibumi.com/artikel-130693-mengenal-4-jenis-bahan-plastik-pada-sepeda-motor.html> (accessed May 20, 2025).
- [3]admin1, “Kelebihan dan Kekurangan Plastik ABS: Mengapa Banyak Industri Masih Memakainya?,” *Wirausahagroup.com*, Feb. 18, 2025. <https://www.wirausahagroup.com/blog/kelebihan-dan-kekurangan-plastik-abs-mengapa-banyak-industri-masih-memakainya/> (accessed May 20, 2025).
- [4]Sanjay Mavinkere Rangappa, Madhu Puttegowda, Jyotishkumar Parameswaranpillai, Suchart Siengchin, and S. M. Gorbatyuk, *Advances in Bio-Based Fiber*. Elsevier, 2021.
- [5]“BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1 Komposit.” Accessed: May 20, 2025. [Online]. Available: <https://eprints.itenas.ac.id/1179/1/05.pdf>
- [6]Q. Fan, H. Duan, and X. Xing, “A review of composite materials for enhancing support, flexibility and strength in exercise,” *Alexandria Engineering Journal /Alexandria Engineering Journal*, vol. 94, pp. 90–103, May 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.aej.2024.03.048>.
- [7]“TINJAUAN PUSTAKA 2.1 Teori Umum.” Accessed: May 20, 2025. [Online]. Available: <https://eprints.itn.ac.id/4684/3/BAB%20II%20CD.pdf>
- [8]Yessica Arini Paskawati, Susyana, Antaresti, and Ery Susiany Retnoningtyas, “Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Bahan Baku Pembuatan Kertas Komposit Alternatif,” *Widya Teknik*, vol. 9, no. 1, pp. 12–21, Oct. 2017, doi:

- <https://doi.org/10.33508/wt.v9i1.1293>.
- [9] T. IT, "Produksi Jagung Lampung Terbesar ke-6 Se Indonesia - Produksi Jagung Lampung Terbesar ke-6 Se Indonesia," *DISKOMINFOTIK PROVINSI LAMPUNG*, 2025.
<https://diskominfotik.lampungprov.go.id/detail-post/produksi-jagung-lampung-terbesar-ke-6-se-indonesia> (accessed May 20, 2025).
- [10] hideyori xcode, "Salah Satu Penghasil Kelapa Terbesar di Indonesia, Provinsi Lampung Jadi Tuan Rumah Pertemuan Tingkat Menteri International Coconut Community (ICC) ke-59 - Salah Satu Penghasil Kelapa Terbesar di Indonesia, Provinsi Lampung Jadi Tuan Rumah Pertemuan Tingkat Menteri International Coconut Community (ICC) ke-59," *PPID Provinsi Lampung*, 2019. <https://ppid.lampungprov.go.id/detail-post/Salah-Satu-Penghasil-Kelapa-Terbesar-di-Indonesia-Provinsi-Lampung-Jadi-Tuan-Rumah-Pertemuan-Tingkat-Menteri-International-Coconut-Community-ICC-ke-59> (accessed May 20, 2025).
- [11] "BAB I PENDAHULUAN 1.1. Latar Belakang Masalah." Accessed: May 20, 2025. [Online]. Available: <https://etd.umsida.ac.id/id/eprint/12434/2/Bab%20I.pdf>
- [12] D. Pembimbing *et al.*, Accessed: Jun. 25, 2024. [Online]. Available: https://repository.its.ac.id/77933/1/02511640000013-Undergraduate_Thesis.pdf
- [13] Katleho Keneuwe Khoaele, Ipoteng Justice Mphahlele, Oluwatoyin Joseph Gbadeyan, B. Sithole, and Viren Chunilall, "Current Approaches on Natural Fiber Reinforcement Surface Treatment for Construction Material Application," *International Journal of Polymer Science*, vol. 2024, no. 1, Jan. 2024, doi: <https://doi.org/10.1155/2024/1387468>.
- [14] M. Jawaid, M. Thariq, and Naheed Saba, *Mechanical and physical testing of biocomposites, fibre-reinforced composites and hybrid composites*. Duxford, United Kingdom Woodhead Publishing, 2019.
- [15] J. Daud *et al.*, "Pengaruh Fraksi Volume Serat Pelepah Gebang (Corypha Utan Lamarck) Terhadap Sifat Mekanik Pada Komposit Bermatrik Epoksi," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 352–361, 2012, Accessed: May 20, 2025. [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/128004-ID-pengaruh-fraksi-volume-serat-pelepah-geb.pdf>
- [16] S. K. Rout *et al.*, "A cutting-edge review emphasizing the key approaches for chemical transformation of lignocellulosic fibers for viable engineering composites," *Discover Polymers.*, vol. 1, no. 1, Oct. 2024, doi: <https://doi.org/10.1007/s44347-024-00008-y>.
- [17] "Uji impak Charpy," *Uji impak Charpy*. <https://www.zwickroell.com/id/industri/pengujian-material/uji-impact/uji-impak-charpy/>
- [18] Y. Swolfs, L. Gorbatikh, and I. Verpoest, "Fibre hybridisation in polymer composites: A review," *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, vol. 67, pp. 181–200, Dec. 2014, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2014.08.027>.
- [19] E. M. Safwat, A. G. A. Khater, A. G. Abd-Elsatar, and G. A. Khater, "Glass fiber-reinforced composites in dentistry," *Bulletin of the National Research Centre*, vol. 45, no. 1, Nov. 2021, doi: <https://doi.org/10.1186/s42269-021-00650-7>.
- [20] A. Oushabi, S. Sair, F. O. Hassani, Y. Abboud, O. Tanane, and A. E. Bouari, "The effect of alkali treatment on mechanical, morphological and thermal properties of date palm fibers (DPFs): study of the interface of DPFePolyurethane composite," *South African Journal of Chemical Engineering*, vol. 23, no. 1, pp. 116–123, Jan. 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.sajce.2017.04.005>.
- [21] Google.com, 2025. https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://ejournal.untirta.ac.id/21510/5/Erika%2520Lastris3334130379_04.pdf&ved=2ahUKEwN76ucrBKNAXW_R2wGHXL2JRAQFnoECBYQAQ&usq=AOvVaw0xVcJ0YNY-acnxdSEL0ePz (accessed May 20, 2025).
- [22] Google.com, 2025. https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://ejournal.up45.ac.id/index.php/Jurnal_ENGINE/article/download/758/578/2507&ved=2ahUKUwjhtdPBsrKNAXXz1TgGHYPQAOkQFnoECBYQAQ&usq=AOvVaw39Ss8_13rtzRFHb8G32oUR (accessed May 20, 2025).
- [23] F. - Qudratullah, D. L. Zariatin, S. Sukmara, and M. A. Hakim, "Pengembangan Spakbor Sepeda Motor dari Material Komposit dengan Penguat Serat Bambu Apus," *JURNAL CRANKSHAFT*, vol. 7, no. 4, pp. 76–89, Dec. 2024, doi: <https://doi.org/10.24176/cra.v7i4.13952>.