

Karakteristik Sifat Mekanik Komposit Serat Bambu dan Serabut Kelapa Sebagai Material Bumper Mobil

Fathur Rahman¹, Mulianti², Rifelino³, Zainal Abadi⁴

¹²³⁴Program Studi Teknik Mesin, Universitas Negeri Padang
e-mail: fathurrahman21092001@gmail.com

Abstrak

Industri otomotif membutuhkan material yang kuat, ringan, dan ramah lingkungan untuk komponen kendaraan. Material logam yang umum digunakan, seperti aluminium dan baja, biasanya berat dan tidak ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan material komposit yang diperkuat serat bambu dan sabut kelapa sebagai bahan pembuatan bumper mobil. Dalam penelitian ini, dilakukan pengujian terhadap kekuatan tarik dan impak komposit dengan variasi campuran serat bambu dan sabut kelapa, serta resin polyester sebagai matriks. Metode yang digunakan adalah hand lay-up dengan variasi komposisi serat 10%, 15%, 20%, dan 30%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa fraksi volume 30% serat sabut kelapa dan 70% resin menghasilkan kekuatan tarik sebesar 18,85 MPa dan harga impak 0,265173 J/mm². Nilai ini memenuhi standar kekuatan tarik dan impak untuk bumper mobil. Dengan demikian, penggunaan serat bambu dan sabut kelapa pada material komposit dapat menjadi alternatif berkelanjutan bagi industri otomotif, khususnya dalam pembuatan bumper mobil yang lebih ringan dan ramah lingkungan.

Kata kunci: *Serat Bambu, Serat Sabut Kelapa, Material Komposit, Industri Otomotif*

Abstract

The automotive industry requires strong, lightweight, and environmentally friendly materials for vehicle components. Commonly used metal materials, such as aluminum and steel, are typically heavy and not environmentally friendly. This research aims to develop a composite material reinforced with bamboo fiber and coconut coir as a material for car bumpers. In this study, tensile strength and impact tests were conducted on composites with varying mixtures of bamboo and coconut coir fibers, using polyester resin as the matrix. The method used was hand lay-up with fiber composition variations of 10%, 15%, 20%, and 30%. The test results showed that a 30% coconut coir fiber and 70% resin volume fraction produced a tensile strength of 18.85 MPa and an impact value of 0.265173 J/mm². These values meet the tensile strength and impact standards for car bumpers. Thus, the use of bamboo and coconut coir fibers in composite materials can serve as a sustainable alternative for the

automotive industry, particularly in producing lighter and more eco-friendly car bumpers.

Keywords: Bamboo Fiber, Coconut Coir, Composite Material, Automotive Industry.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di industri otomotif telah memicu kebutuhan akan material yang kuat namun ringan. Salah satu material unggulan yang memenuhi kriteria ini adalah komposit, yang dikenal memiliki densitas rendah dan kekuatan mekanik tinggi. Komposit digunakan untuk komponen otomotif seperti bumper mobil karena sifatnya yang seimbang antara kekuatan dan keringanan. Inovasi material dalam beberapa tahun terakhir semakin mengarah pada penggunaan serat alami sebagai penguat komposit, menggantikan serat sintesis yang sulit didaur ulang dan kurang ramah lingkungan. Serat alami tidak hanya dapat didaur ulang, tetapi juga merupakan sumber daya terbarukan yang lebih ramah lingkungan.

Bambu dan sabut kelapa merupakan contoh serat alami yang menjanjikan dalam pembuatan komposit otomotif. Bambu memiliki kadar holoselulosa yang tinggi sehingga tahan terhadap proses kimia dalam pembuatan komposit, sementara sabut kelapa mudah didapatkan dan dapat meningkatkan kekuatan mekanik komposit. Komposit berbasis serat alami seperti ini menawarkan alternatif berkelanjutan bagi bahan konvensional, seperti logam ringan dan serat sintesis, yang sebelumnya digunakan dalam pembuatan bumper mobil. Penggunaan serat alami ini juga berpotensi mengurangi dampak lingkungan dari limbah industri otomotif.

Namun, meskipun serat alami memiliki potensi besar, pengembangannya dalam aplikasi otomotif, terutama untuk komponen yang memerlukan standar mekanik tinggi seperti bumper, masih memerlukan penelitian lebih lanjut. Standar kekuatan tarik untuk bumper mobil berdasarkan Society of Automotive Engineers (SAE) J 1717 adalah 8,09 MPa, dan standar kekuatan dampak menurut Japan Industrial Standard (JIS) A5905-2003 adalah 0,02433 J/mm². Oleh karena itu, penelitian ini akan mengembangkan komposit berbasis serat bambu dan sabut kelapa dengan variasi komposisi matriks resin polyester, serta menguji kekuatan tarik dan impaknya untuk memenuhi spesifikasi tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses pembuatan komposit berpenguat serat bambu dan sabut kelapa dengan matriks resin polyester, serta untuk mengukur seberapa besar kekuatan tarik dan dampak yang dihasilkan. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan menentukan komposisi optimal antara serat bambu dan sabut kelapa dalam matriks resin polyester. Hasil dari penelitian ini diharapkan tidak hanya dapat memberikan solusi material yang lebih ramah lingkungan, tetapi juga berkontribusi positif bagi industri otomotif dan keberlanjutan lingkungan di masa depan.

METODE

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimen, yaitu penelitian yang bertujuan untuk menguji pengaruh campuran serat bambu dan serabut kelapa

terhadap uji tarik dan uji impak komposit. Penelitian ini dilakukan dengan cara membuat beberapa variasi campuran serat bambu dan serabut kelapa dengan resin polyester sebagai matriknya.

Tabel 1. Rancangan Pencampuran Komposit

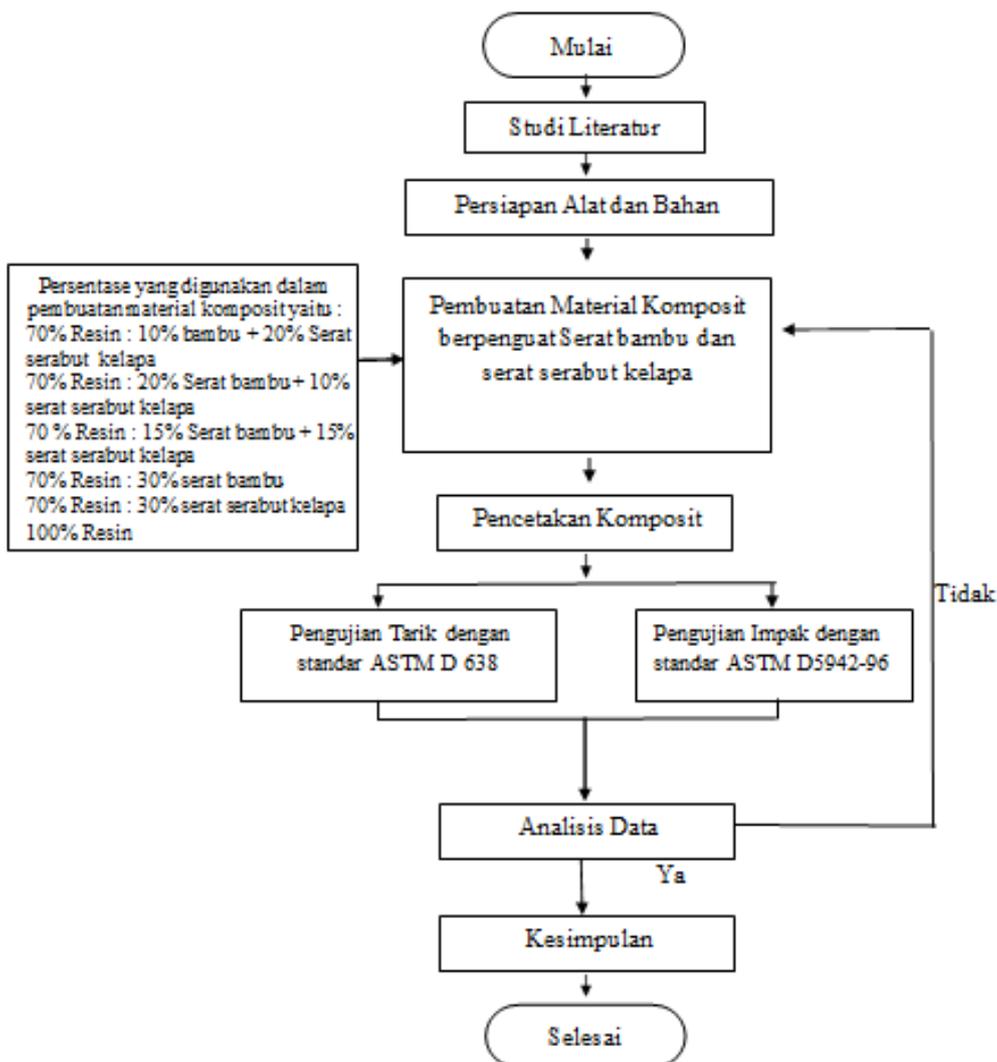
Kode uji sampel	Resin polyester	Komposisi campuran serat bambu dan serabut kelapa	
		Serat bambu	Serabut kelapa
A	70%	20%	10%
B	70%	15%	15%
C	70%	10%	20%
D	70%	0%	30%
E	70%	30%	0%
F	100%	0%	0%

Penelitian ini menggunakan komposit berpenguat serat serabut kelapa dan bambu. Serat direndam dalam air selama 2-3 hari, dibersihkan, dan dikeringkan di bawah sinar matahari untuk mengurangi kadar air. Setelah itu, serat direndam dalam larutan NaOH 5% selama 2 jam untuk membersihkan lignin dan hemiselulosa, meningkatkan kekuatan serat. Setelah perendaman, serat dicuci, dikeringkan menggunakan oven pada suhu 100-130°C selama 45 menit, dan siap digunakan.

Pembuatan komposit dilakukan dengan metode hand lay-up, menggunakan cetakan untuk uji tarik dan impak. Serat digunakan dengan variasi 10%, 15%, 20%, dan 30% dari volume komposit, sementara matriks menggunakan Unstaturated Polyester Resin (UPR) dengan 70%. Komposit yang telah dicetak dibiarkan mengering selama 24 jam. Setelah kering, spesimen dipotong sesuai standar ASTM D638 dan ASTM D5942-96, lalu diuji tarik dan impak untuk mengukur sifat mekaniknya.

Pengujian tarik dilakukan dengan Universal Testing Machine untuk mengukur kekuatan tarik komposit, dengan standar bumper mobil sebesar 8,09 MPa (SAE J 1717). Pengujian impak dilakukan untuk mengukur ketangguhan komposit terhadap benturan, menggunakan standar JIS A5905-2003 sebesar 0,02433 J/mm² dan SNI 50 Kj/M².

Analisis data berfokus pada hasil uji tarik dan impak, dengan menghitung rata-rata setiap parameter dan membandingkan hasil antar komposisi serat untuk mengidentifikasi tren. Analisis ini bertujuan menentukan komposisi optimal serat kelapa dan bambu untuk aplikasi bumper mobil



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji tarik menunjukkan Pada komposisi 70% resin + 30% serat, kekuatan tarik awalnya sebesar 12,475 MPa. Nilai ini meningkat menjadi 16,92 MPa saat komposisi berubah menjadi 10% serat + 20% serat. Namun, ketika 15% serat + 15% serat hingga 20% serat + 10% serat kekuatan tarik relatif stabil dengan nilai fluktuasi kecil di kisaran 16,765 MPa hingga 16,305 MPa. Pada komposisi 30% serat + 70% resin, kekuatan tarik meningkat menjadi 18,88 Mpa dan kekuatan tarik mencapai nilai tertinggi sebesar 42,1 MPa pada 100% resin. Data yang didapatkan dari hasil pengujian memiliki jarak kesetimpangan yang jauh. Setelah dilakukan pengujian dan diamati, mengungkapkan bahwa hasil data dengan kesetimpangan yang jauh

disebabkan oleh distribusi serat yang tidak merata dalam matriks sehingga mempengaruhi kemampuan transfer beban pada komposit tersebut. Hasil data pengujian tarik yang digunakan yaitu data dengan nilai rata-rata dari 6 spesimen pada setiap variasi seperti yang dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 2. Data Hasil Uji Tarik

No	Sampel	Regangan Tarik (%) Rata – Rata	Tegangan Tarik (Mpa) Rata – Rata	Modulus Elastisas (Gpa) Rata – Rata
1	10% Serat Bambu, 20% Serat Serabut Kelapa + 70% Polyester Resin	3	16,92	1729
2	20% Serat Bambu, 10% Serat Serabut Kelapa + 70% Polyester Resin	2,5	16,305	1529,5
3	15% Serat Bambu, 15% Serat Serabut Kelapa + 70% Polyester Resin	1,5	16,676	1790
4	30% Serat Bambu + 70% Polyester Resin	1,5	12,475	1537
5	30% Serat Serabut Kelapa + 70% Polyester Resin	2,5	18,85	1249
6	100% Polyester Resin	3,5	42,1	1539

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik resin murni (100% resin) mencapai nilai tertinggi, yaitu 42,1 MPa. Hal ini disebabkan oleh sifat resin yang homogen, sehingga gaya tarik dapat terdistribusi secara merata tanpa adanya titik lemah yang disebabkan oleh batas antarmuka seperti pada komposit. Namun, ketika dilihat dari serat dicampur dengan resin kekuatan tarik paling tertinggi pada fraksi volume. 30% serat dan 70% resin, kekuatan tarik mencapai 18,85 MPa. Komposisi ini memberikan kekuatan yang lebih baik dibandingkan dengan fraksi volume campuran serat lainnya. Sehingga dilihat dari hasil dari pengujian tarik memenuhi standar pembuatan bumper mobil. Untuk standar kekuatan tarik pada bumper mobil, dengan standar Japan Industrial Standar (JIS) A5905 – 2003, adalah sebesar 0,4 Mpa, dan standar SAE J 1717 bahwa kekuatan tarik standar bumper adalah sebesar 8,09 MPa.

Berikut gambar hasil spesimen uji tarik sebelum diuji dan spesimen uji tarik sesudah diuji:



Gambar 2. Spesimen Sebelum Diuji



Gambar 3. Spesimen Sesudah Diuji

Dilihat dari beberapa gambar diatas spesimen mengalami patah disamping dan ditengah. Makna patah yang terjadi di tepi atau samping sering kali menunjukkan adanya konsentrasi tegangan yang tinggi pada area tersebut. Hal ini dapat disebabkan oleh cacat material, ketidakseragaman distribusi serat, atau kerusakan permukaan. Patah di tepi biasanya bersifat getas, yang berarti material tidak mengalami deformasi plastis yang signifikan sebelum mengalami kerusakan. Dalam konteks pengujian tarik, spesimen yang mengalami patah di tepi dapat menunjukkan bahwa kekuatan ikatan antara serat dan matriks tidak cukup kuat untuk menahan beban yang diterapkan, sehingga patahan terjadi lebih awal pada titik lemah tersebut. Dan sebaliknya, patah yang terjadi di tengah material sering kali mengindikasikan bahwa material telah mengalami deformasi plastis sebelum akhirnya patah di tengah dapat mengindikasikan bahwa material masih mampu menyerap energi dan mengalami perubahan bentuk sebelum mencapai titik kegagalan. Jenis patahan ini biasanya bersifat ulet, ditandai dengan adanya deformasi plastis dan penyerapan energi yang lebih besar. Ini mencerminkan kekuatan tarik yang baik dari material dan kemampuannya untuk menahan beban lebih lama.

Berdasarkan uji impact yang telah dilakukan diketahui harga impact tertinggi terjadi pada fraksi 30% / 0% dengan nilai rata-rata 0,265173 J/mm². Nilai harga impact

terendah terjadi pada fraksi 0% / 30% dengan nilai rata-rata 0,190657 J/mm², dengan data dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 3. data Hasil Uji Impak

No	Sampel	h1°		h2°		Energi (joule)	Harga Impak (J/mm ²)
		1	2	1	2	Rata - Rata	Rata - Rata
1	10% Serat Bambu, 20% Serat Serabut Kelapa + 70% Polyester Resin	140	140	126	129	28,3552	0,218117
2	20% Serat Bambu, 10% Serat Serabut Kelapa + 70% Polyester Resin	140	140	127	127	27,1919	0,209168
3	15% Serat Bambu, 15% Serat Serabut Kelapa + 70% Polyester Resin	140	140	125	129	28,41855	0,218604
4	30% Serat Bambu + 70% Polyester Resin	140	140	128	129	24,78545	0,190657
5	30% Serat Serabut Kelapa + 70% Polyester Resin	140	140	125	124	34,4725	0,265173
6	100% Polyester Resin	140	140	129	127	25,98075	0,199852

Berdasarkan grafik harga impact (J/mm²) untuk berbagai komposisi resin dan serat, terlihat bahwa fraksi volume 30% serat dan 70% resin menunjukkan nilai tertinggi, yaitu 0,265173 J/mm². Hal ini menunjukkan bahwa serat alam seperti bambu dan serabut kelapa berperan dalam meningkatkan ketangguhan material melalui mekanisme penyerap energi. Ketika terjadi tumbukan, serat dalam komposit berfungsi untuk menahan propagasi retak, menyerap energi tumbukan, serta memperlambat kegagalan material melalui mekanisme delaminasi, debonding, dan bridging antar serat. Sehingga dilihat dari hasil dari pengujian impact memenuhi standar pembuatan bumper mobil. Untuk standar kekuatan impact pada bumper mobil, dengan standar Japan Industrial Standar (JIS) A5905-2003 adalah 0,02433 J/mm², dan untuk standar SNI adalah 0,05 J/mm².

Berikut hasil spesimen uji impact sebelum diuji dan spesimen uji impact sesudah diuji:



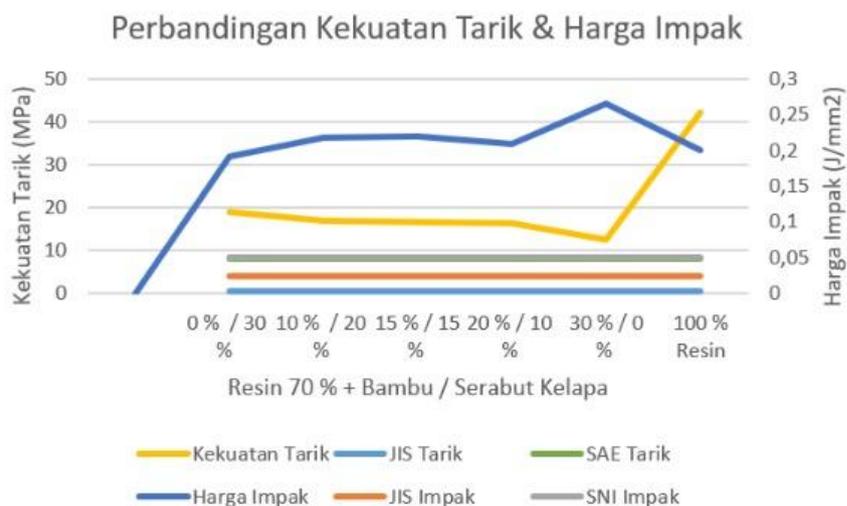
Gambar 4. Spesimen Sebelum Diuji



Gambar 5. Spesimen Sesudah Diuji

Pembuatan serat dengan volume 30% serat serabut kelapa : 70% resin pada komposit juga menunjukkan harga impact yang lebih tinggi dibandingkan fraksi volume lainnya dengan nilai harga impact sebesar $0,265173 \text{ J/mm}^2$. Hal ini juga mengungkapkan bahwa Penelitian menunjukkan bahwa kombinasi serat dan resin dapat menghasilkan material yang tidak hanya lebih ringan tetapi juga lebih tahan terhadap benturan dibandingkan dengan resin murni, yang cenderung lebih rapuh dan kurang mampu mendistribusikan energi benturan dengan efisien

Berikut hasil grafik dari penggabungan antara hasil dari kekuatan tarik dengan hasil dari kekuatan impact.



Gambar 6. Perbandingan Kekuatan Tarik dan Harga Impact

Dalam lima tahun terakhir, tren penelitian menunjukkan peningkatan perhatian terhadap penggunaan serat alami sebagai penguat komposit. Penelitian oleh Saidah dkk (2018) dan Reynald dkk (2022) menyoroti manfaat penggunaan serat alami, seperti serat bambu dan sabut kelapa, yang tidak hanya lebih ringan tetapi juga memiliki sifat biodegradability yang baik. Penelitian ini mendukung temuan tersebut, dengan fokus pada pengembangan komposit yang memenuhi standar industri otomotif, khususnya bumper mobil. Penelitian oleh Paundra dkk (2022) juga mengonfirmasi bahwa jumlah pemuatan serat pada komposit mempengaruhi kekuatan mekanik, di mana fraksi volume serat yang tepat dapat menghasilkan peningkatan sifat tarik dan impact.

Lebih jauh lagi, dalam penelitian terbaru, seperti yang dilakukan oleh Sari & Ismail (2021) dan Widyastuti & Handoko (2022), diungkapkan bahwa penggunaan serat alami dalam komposit tidak hanya berdampak pada ketahanan terhadap benturan tetapi juga meningkatkan kemampuan material untuk menyerap energi tumbukan. Ini diperkuat oleh hasil pengujian impact dalam penelitian ini, yang menunjukkan bahwa komposit serat bambu dan sabut kelapa dapat memberikan ketangguhan yang lebih baik dibandingkan dengan material konvensional.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini konsisten dengan penelitian lima tahun terakhir yang menunjukkan bahwa material komposit berbasis serat alami memiliki potensi besar untuk diaplikasikan di industri otomotif. Komposit serat bambu dan sabut kelapa tidak hanya mampu memenuhi standar mekanik yang diperlukan, tetapi juga memberikan solusi berkelanjutan yang sesuai dengan tuntutan industri modern untuk material yang ramah lingkungan dan hemat energi.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa komposit berbasis serat bambu dan sabut kelapa memiliki potensi besar sebagai material alternatif untuk bumper mobil yang ramah lingkungan. Hasil pengujian kekuatan tarik dan impak komposit dengan fraksi volume 30% serat dan 70% resin menunjukkan performa mekanik yang baik, memenuhi standar industri otomotif seperti SAE J1717 dan Japan Industrial Standard (JIS) A5905–2003. Penggunaan serat alami dalam komposit tidak hanya menghasilkan material yang lebih ringan dan kuat, tetapi juga ramah lingkungan dan berkelanjutan. Dengan demikian, komposit ini dapat menjadi solusi inovatif untuk mengurangi penggunaan material konvensional berbasis logam atau serat sintesis, serta membantu industri otomotif dalam mencapai target keberlanjutan dan efisiensi energi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung Mulyoaji, Diah Wulandri (2024). "Pengaruh Variasi Susuna Arah Serat Komposit Berpenguat Serat Bambu Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending" Universitas Negeri Surabaya.
- D. P., & Ismail, A. (2021). "Analisis Sifat Mekanik Komposit Serabut Kelapa dan Serat Bambu." *Jurnal Rekayasa dan Teknologi*, 9(3), 215-222.
- Efata Anugrah Harita (2021). Karakteristik Sifat Mekanik Komposit Serat Bambu Resin Polyester Dengan *Filler* Serabut Kelapa. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
- Fadilah, R., & Widyaputra, G. (2019). Analisis Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Material Komposit Pada Body Mobil Listrik PROSOE KMHE 2019.
- Gundara, G., & Rahman, M. B. N. (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.
- Hidayat, T., & Putri, R. A. (2020). "Karakteristik Mekanik Komposit Serat Alam untuk Kamath, S. S., Punith, D. N., Preetham, S., Gautham, S. N., Janardhan, Yashwanth, K. L., & Bennehalli, B. (2021). Tensile and flexural behaviour of areca husk fibre reinforced epoxy composite. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 35–43. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-5151-24>.
- Kusumawati, R., & Wibowo, D. (2019). "Pengaruh Penambahan Serat Bambu terhadap Sifat Mekanik Komposit." *Jurnal Material dan Energi*, 18(2), 101-108.
- Paunda, F., Imad, K., Muhyi, A., Sumardi, O., & Rojikin, S. (2022). Pengaruh Variasi Fraksi Volum Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Serat Ampas Tebu Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Bermatrik Polyester. *Jurnal Foundry*, 5(1), 12- 18.
- Purnama, M. Z. I. M., Junipitoyo, B., dan Hariyanto, D., Pengaruh Susunan Serat Bambu Pada Komposit Terhadap Uji Tarik Dan Uji Kekerasan Vicker, in Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan (SNITP). Politeknik Penerbangan Surabaya. 2021.
- Putra, F. U., Paundra, F., Muhyi, A., Hakim, F., Triawan, L., & Aziz, A. (2023). Pengaruh Variasi Tekanan Dan Fraksi Volume Pada *Hybrid Composite* Serat

- Sabut Kelapa Dan Serat Bambu Bermatriks Resin Polyester Terhadap Kekuatan Tarik Dan Bending (Vol. 6, Issue 1).
- R. Hanifi, G. B. Dewangga, Kardiman and E. Widiyanto, "Analisis Material Komposit Berbasis Serat Pelepah Kelapa Sawit dan Matriks Polypropylene Sebagai Bahan Pembuatan Bumper Mobil," *Journal of Infrastructure & Science Engineering*, vol. 2, no. 2, pp. 15-23, 2019.
- Reynaldi Saputra, Kardiman, Deri Teguh Santoso dan Al Ichlas Imran, "Analisis Sifat Mekanis dan Sifat Fisis pada Komposit Serat Sabut Kelapa Serat Bambu Matriks Epoxy sebagai Material Bumper Mobil", *Jurnal Rekayasa Mesin*, Vol. 17, No. 1, April 2022
- Shandy, I. K., Wahyudi, N., & Faizin, K. N. (2024). Analisis Stabilitas Termal Komposit Serat Ampas Tebu Matriks Polyester Dengan Pengujian Thermogravimetric Analysis. *JEECAE (Journal of Electrical, Electronics, Control, and Automotive Engineering)*, 9(1), 9-11.
- Supriyadi, R. A., Setyowati, V. A., Rosidah, A. A., Studi, P., Mesin, T., Industri, T., Adhi, T., & Surabaya, T. (2021). Pengaruh Jumlah Layer Dan Orientasi Sudut Filler Karbon Pada Polymer Matrix Composite Terhadap Kekuatan Tarik Dan Impact.
- Widyastuti, A., & Handoko, D. (2022). "Studi Karakteristik Komposit Serat Alam sebagai Material Bumper." *Jurnal Teknologi Material*, 14(1), 75-83.