

## ANALISIS UJI TARIK KOMPOSIT SERAT BATANG KELAKAI DENGAN VARIASI KATALIS UNTUK PEMBUATAN MATERIAL BUMPER MOBIL

Muhammad Rusly<sup>1</sup>, Rita Sulistyowati<sup>1\*</sup>, Parmin Lumban Toruan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Palembang, Jl. Jendral A. Yani, Kec. Seberang Ulu I, Kota Palembang, 30251, Indonesia

\*email: ritarahman08@gmail.com

### ABSTRAK

Telah dilakukan pembuatan material komposit bumper mobil berbahan serat alam. Serat alam diambil dari batang kelakai dengan penambahan katalis dan resin sebagai pengikat pada komposit. Penelitian ini bertujuan menguji kekuatan tarik komposit serat batang kelakai dengan variasi katalis serta menganalisis pengaruh variasi katalis pada komposit serat batang kelakai terhadap kekuatan tarik untuk pembuatan material bumper mobil. Material komposit serat batang kelakai dibuat dalam bentuk 3 spesimen uji dengan variasi komposisi katalis masing-masing adalah 2,5%, 5% dan 7,5% terhadap komposisi penggunaan resin 100% sebanyak 20 mL yang selanjutnya dilakukan pengujian tarik menggunakan Universal Testing Machine (UTM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik komposit serat batang kelakai pada persentase komposisi katalis 2,5%, 5% dan 7,5% berturut-turut adalah 0,37 N/mm<sup>2</sup>, 0,41 N/mm<sup>2</sup> dan 0,47 N/mm<sup>2</sup>. Selain itu, nilai elongasi pada persentase katalis tersebut adalah 1,11%, 2,22% dan 3,89% serta nilai modulus elastisitas masing-masing sebesar 0,33 N/mm<sup>2</sup>, 0,18 N/mm<sup>2</sup> dan 0,12 N/mm<sup>2</sup>. Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan persentase komposisi katalis dengan beberapa variasi pada penelitian ini berpengaruh terhadap kekuatan tarik komposit serat batang kelakai.

Kata Kunci: Komposit; Kelakai; Katalis; Kekuatan Tarik; Bumper

### ABSTRACT

[*Titel: Analysis of Composite Tensile Test of Batang Kelakai Fiber with Catalyst Variations for Making Car Bumper Materials*] A research was conducted to create car bumper materials using natural kelakai plant fibers combined with a catalyst and resin as a binding agent in the composite. The main goal of the study was to examine the tensile strength of the kelakai fiber composite with different catalyst variations and assess the impact of these catalyst changes on the bumper material's tensile strength. The composite materials were prepared in three test specimens with catalyst compositions of 2,5%, 5%, and 7,5%, respectively, based on a 20 mL resin composition. These samples underwent tensile testing using a Universal Testing Machine (UTM). The results revealed that the tensile strength of the kelakai fiber composite increased with higher catalyst percentages. At 2,5%, 5%, and 7,5% catalyst compositions, the tensile strengths were measured as 0,37 N/mm<sup>2</sup>, 0,41 N/mm<sup>2</sup>, and 0,47 N/mm<sup>2</sup>, respectively. Additionally, the elongation values for the catalyst portion are 1,11%, 2,22%, and 3,89% and the Young's modulus values are 0,33 N/mm<sup>2</sup>, 0,18 N/mm<sup>2</sup>, and 0,12 N/mm<sup>2</sup>, respectively. The study demonstrates the significant influence of catalyst variations on the tensile strength of the kelakai fiber composite.

Keywords: Composite; Kelakai; Catalyst; Tensile Strength; Bumper

### PENDAHULUAN

Material komposit berpenguat serat alam saat ini telah banyak diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari. Contohnya digunakan dalam pembuatan peralatan rumah tangga dan komponen otomotif pada *speed boat*, sepeda motor, maupun mobil dengan material dasar dari komposit polimer (Rintami, 2022). Kehadiran banyak pengaplikasian ini telah mendorong perkembangan pesat material komposit berpenguat serat alam, sehingga berhasil menggeser

keberadaan material komposit berpenguat serat sintesis (Rintami, 2022; Ezekwem, 2016).

Material komposit berpenguat serat alam telah banyak diaplikasikan dalam industri konstruksi dan otomotif (Verma dan Senal, 2019; Poul *et al.*, 2022). Penggunaan serat alam sebagai penguat material komposit dalam industri otomotif, terutama dalam produksi beberapa komponen mobil, telah terbukti mampu menyeimbangkan fungsi mobil dengan mengurangi berat dan meningkatkan keselamatan penumpang (Rintami, 2022; Ezekwem, 2016).

Bobot ringan material komposit berpenguat serat alam juga meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar pada mobil, sehingga banyak dijadikan suku cadang (Verma dan Senal, 2019; Poul *et al.*, 2022).

Serat alam di Indonesia yang berasal dari berbagai jenis tumbuhan, memiliki potensi besar untuk diaplikasikan dalam pembuatan komposit, khususnya untuk pembuatan bumper mobil. Salah satu jenis serat alam tersebut adalah serat dari tumbuhan kelakai. Tumbuhan kelakai memiliki beberapa keunggulan, yaitu ketersediaan bahan baku yang melimpah dengan harga terjangkau, sifat ramah lingkungan, mudah terurai, mudah diperbarui, dan memiliki bobot ringan. Serat tumbuhan kelakai juga memiliki karakteristik material komposit yang dapat diaplikasikan dalam pembuatan bumper mobil, seperti kekuatan batang yang tinggi, kapabilitas menyerap energi yang lebih baik, sifat mekanik yang kuat, ketahanan terhadap korosi, dan respon cepat terhadap tekanan, seperti yang dikemukakan oleh Ezekwem (2016) dan Widiarta *et al.* (2018). Dalam standar minimal pembuatan material bumper mobil, beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan adalah kemampuan untuk mencegah kerusakan pada *body* mobil, kemudahan dalam manufaktur dalam skala besar, ketahanan yang tinggi terhadap korosi, bobot yang ringan, dan kemampuan untuk menahan benturan (Ezekwem, 2016).

Pemberian katalis dan resin pada komposit berpenguat serat memiliki pengaruh yang signifikan pada kekuatan tarik komposit tersebut (Alamsyah *et al.*, 2021; Hestiawan *et al.*, 2017). Katalis berperan dalam mempercepat proses pengerasan resin, sehingga dapat meningkatkan kekuatan komposit. Resin sendiri merupakan bahan pengikat yang menyatukan serat-serat penguat, sehingga dapat meningkatkan kekuatan tarik komposit. Jumlah dan variasi katalis yang digunakan dapat memengaruhi reaksi kimia yang terjadi, yang pada akhirnya akan memengaruhi sifat mekanik komposit. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penambahan katalis dalam jumlah yang tepat dapat meningkatkan kekuatan tarik komposit hingga 15%. Namun, penambahan katalis dalam jumlah yang terlalu banyak dapat menyebabkan panas berlebihan selama proses pengerasan dan dapat menyebabkan komposit menjadi rapuh (Alamsyah *et al.*, 2021). Penambahan resin dalam jumlah yang tepat dapat meningkatkan kekuatan tarik komposit hingga 20%. Namun, penambahan resin dalam jumlah yang terlalu banyak dapat menyebabkan komposit menjadi berat dan kurang fleksibel. Alamsyah *et al.*, (2021) telah melakukan penelitian mengenai analisis uji tarik pada komposit *fiberglass polyester* dengan membandingkan variasi penggunaan resin dan katalis untuk pembuatan

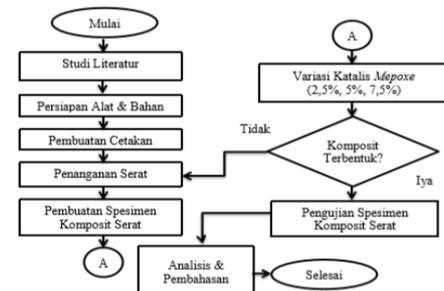
material kapal. Baru-baru ini, Milya *et al.*, (2022) mengkaji pengaruh persentase resin dan katalis pada komposit *fiberglass* terhadap kekuatan tarik. Namun hingga saat ini belum ada penelitian yang mengeksplorasi analisis uji tarik dengan variasi katalis pada komposit serat batang kelakai. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menguji kekuatan tarik komposit serat batang kelakai dengan variasi katalis, serta menganalisis pengaruh variasi katalis pada kekuatan tarik untuk pembuatan material bumper mobil.

## METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan pembuatan tiga spesimen uji untuk dilakukan pengujian tarik menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM).

Alat dan bahan yang digunakan meliputi UTM, timbangan digital, penggaris, jangka sorong, pisau *cutter*, gunting, *glass cutter*, tang, *beaker glass* 250 mL dan 1000 mL, klip penjepit, *rubber bulb*, pipet ukur 10 mL, gelas ukur 100 mL, sisir dengan jarak gigi 0,3 cm, kertas amplas, palu, batang pengaduk, spatula, nampan, serat batang kelakai, kaca dengan ketebalan 5 mm, resin *polyester eternal*, katalis *mepoxe*, NaOH, *wax mirror glaze*, lem *silicone rubber* dan aquades.

Prosedur penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1:



Gambar 1. Flowchart Prosedur Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan UTM Hung Ta Type HT 9502 untuk mengidentifikasi sifat-sifat mekanik dari material komposit serat batang kelakai melalui pengujian tarik.

Pengujian ini melibatkan tegangan atau kekuatan tarik (*stress*), regangan atau elongasi (*strain*), dan modulus elastisitas (*modulus young*). Panjang patahan setelah pengujian tarik dapat terbaca otomatis melalui program pengujian tarik yang terekam pada layar monitor komputer, atau dapat diukur secara manual menggunakan jangka sorong dengan membandingkan panjang sebelum dan setelah pengujian tarik.

Hasil pengujian tarik dapat dilihat seperti pada gambar 2:



**Gambar 2.** Hasil Patahan Pengujian Tarik Komposit Serat Batang Kelakai

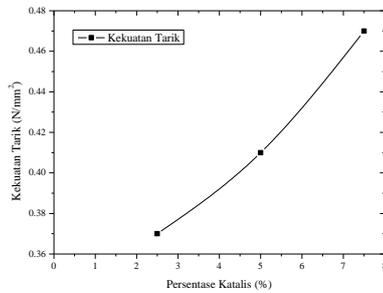
Gambar 2 menunjukkan adanya perbedaan pada patahan masing-masing spesimen komposit serat kelakai setelah dilakukan pengujian tarik. Perbedaan patahan ini disebabkan oleh variasi fraksi atau jumlah serat yang tidak seragam pada permukaan spesimen, serta adanya gelembung udara akibat pengadukan cepat saat pencampuran resin dan katalis. Ketidakteraturan ini menyebabkan hasil patahan yang tidak seragam pada masing-masing spesimen komposit.

**Tabel 1.** Data Hasil Pengujian Tarik (*Tensile Test*)

Katalis (%)	F (N)	A (mm <sup>2</sup> )	L <sub>0</sub> (mm)	L <sub>1</sub> (mm)	ΔL (mm)	σ (N/mm <sup>2</sup> )	E (%)	E (N/mm <sup>2</sup> )
2,5	51	138	90	91	1	0,37	1,11	0,33
5	57	138	90	92	2	0,41	2,22	0,18
7,5	65	138	90	93,5	3,5	0,47	3,89	0,12

Proses karakterisasi menggunakan UTM menghasilkan data yang dapat dilihat pada Tabel 1 di atas.

Tabel 1 dapat diwakili dalam bentuk grafik pada Gambar 3, yang mengilustrasikan hubungan antara penambahan variasi persentase komposisi katalis dengan nilai tegangan atau kekuatan tarik pada spesimen uji komposit serat batang kelakai sebagai berikut:



**Gambar 3.** Grafik Hubungan Variasi Persentase Komposisi Katalis dan Nilai Kekuatan Tarik

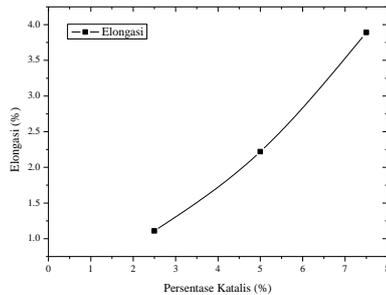
Gambar 3 menjelaskan bahwa terjadi peningkatan nilai kekuatan tarik yang dimulai dari persentase komposisi katalis 2,5% hingga 7,5%. Nilai kekuatan tarik dari persentase komposisi katalis 2,5% hingga 5% berturut-turut adalah 0,37 N/mm<sup>2</sup> dan 0,41 N/mm<sup>2</sup> yang menunjukkan adanya kenaikan nilai kekuatan tarik sebesar 0,04 N/mm<sup>2</sup>. Kemudian pada persentase komposisi katalis 5% hingga 7,5% memiliki nilai kekuatan tarik berturut-turut sebesar 0,41 N/mm<sup>2</sup> dan 0,47 N/mm<sup>2</sup> yang menunjukkan kenaikan nilai kekuatan tarik sebesar 0,06 N/mm<sup>2</sup>. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi dihasilkan oleh persentase katalis 7,5%

sebesar 0,47 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan nilai kekuatan tarik terendah dihasilkan oleh persentase katalis 2,5% yaitu sebesar 0,37 N/mm<sup>2</sup>. Dengan demikian, penambahan komposisi katalis berpengaruh signifikan terhadap nilai kekuatan tarik spesimen komposit serat.

Faktor-faktor yang memengaruhi nilai kekuatan tarik pada komposit telah diidentifikasi oleh beberapa penelitian. Perlakuan NaOH dengan cara perendaman terhadap serat mempengaruhi kekuatan tarik. Perendaman dalam waktu yang singkat tidak sepenuhnya mampu menghilangkan semua lapisan-lapisan lilin pada serat karena ikatan yang belum optimal. Namun, perendaman dalam waktu lama dapat menyebabkan penurunan nilai kekuatan tarik komposit (Pratama *et al.*, 2014). Selain itu, kehilangan komponen seperti pektin, lignin, dan hemiselulosa pada serat alam dapat menyebabkan penurunan nilai kekuatan tarik komposit karena kumpulan mikrofibril yang menyusun serat terpisah dan hanya menyisakan serat-serat halus (Maryanti *et al.*, 2011). Panjang serat dapat mempengaruhi nilai kekuatan tarik komposit. Semakin pendek ukuran serat yang digunakan, proses penataan secara merata dapat lebih mudah dilakukan saat dicampur dengan resin, sehingga keseluruhan serat menempel secara lebih sempurna dan nilai kekuatan tarik komposit meningkat (Pratama *et al.*, 2014). Di sisi lain, serat berukuran pendek menghasilkan nilai kekuatan tarik lebih besar dibandingkan dengan serat berukuran panjang karena mampu membagi beban dengan lebih efektif (Lokantara *et al.*, 2010). Selain itu, fraksi volume mempengaruhi kekuatan tarik komposit.

Semakin banyak fraksi volume yang digunakan, komposisi serat semakin padat dan mempersulit resin untuk mengikat dan meratakan secara sempurna, sehingga dapat menurunkan nilai kekuatan tarik komposit (Pratama *et al.*, 2014).

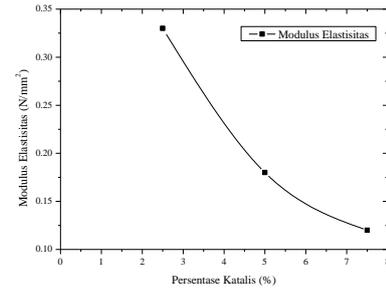
Hubungan antara penambahan variasi persentase komposisi katalis terhadap nilai regangan atau elongasi spesimen uji komposit serat batang kelakai dapat dilihat pada Gambar 4:



**Gambar 4.** Gambar 4. Grafik Hubungan Variasi Persentase Komposisi Katalis dan Nilai Elongasi

Gambar 4 menggambarkan peningkatan nilai elongasi pada spesimen uji komposit serat batang kelakai seiring dengan penambahan variasi persentase katalis dari 2,5% hingga 7,5%. Rentang persentase katalis 2,5% hingga 5% memiliki nilai elongasi berturut-turut sebesar 1,11% dan 2,22%, menunjukkan kenaikan sebesar 1,11%. Selanjutnya, pada rentang persentase katalis 5% hingga 7,5%, nilai elongasi berturut-turut adalah 2,22% dan 3,89%, menunjukkan kenaikan sebesar 1,67%. Kekuatan elongasi tertinggi terjadi pada persentase katalis 7,5% yaitu 3,89%, sementara nilai elongasi terendah terjadi pada persentase katalis 2,5% yaitu 1,11%. Dengan demikian, penambahan komposisi katalis pada spesimen komposit serat sangat berpengaruh terhadap nilai elongasi. Penggunaan komposisi katalis dalam jumlah yang sedikit mengakibatkan proses pengeringan resin menjadi lebih lambat, sehingga menyebabkan pengentalan pada cairan resin dan menghasilkan komposit yang lebih elastis hingga lunak (Alamsyah *et al.*, 2021). Faktor ini dapat memicu peningkatan pada nilai elongasi spesimen komposit serat tersebut.

Hubungan antara penambahan variasi persentase komposisi katalis terhadap nilai modulus elastisitas spesimen uji komposit serat batang kelakai dapat dilihat pada Gambar 5:



**Gambar 5.** Grafik Hubungan Variasi Persentase Komposisi Katalis dan Nilai Modulus Elastisitas

Gambar 5 menggambarkan penurunan nilai modulus elastisitas akibat penambahan persentase komposisi katalis dari 2,5% hingga 7,5%. Rentang persentase katalis 2,5% hingga 5% memiliki nilai modulus elastisitas berturut-turut sebesar 0,33 N/mm<sup>2</sup> dan 0,18 N/mm<sup>2</sup>, menunjukkan adanya penurunan sebesar 0,15 N/mm<sup>2</sup>. Selanjutnya, rentang persentase katalis 5% hingga 7,5% memiliki nilai modulus elastisitas berturut-turut sebesar 0,18 N/mm<sup>2</sup> dan 0,12 N/mm<sup>2</sup>, menunjukkan penurunan sebesar 0,06 N/mm<sup>2</sup>. Kekuatan modulus elastisitas tertinggi terjadi pada persentase katalis 2,5% yaitu 0,33 N/mm<sup>2</sup>, sementara nilai modulus elastisitas terendah terjadi pada persentase katalis 7,5% yaitu 0,12 N/mm<sup>2</sup>.

Penambahan komposisi katalis memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai modulus elastisitas spesimen komposit serat. Orientasi atau arah serat pada komposit juga memengaruhi nilai modulus elastisitas. Pada komposit serat yang tersusun acak, terjadi penurunan nilai modulus elastisitas seiring penambahan jumlah massa serat. Sebaliknya, pada komposit serat yang tersusun lurus terjadi peningkatan nilai modulus elastisitas seiring penambahan jumlah massa serat (Agustin, 2014).

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, terdapat perbandingan yang signifikan dalam hal kekuatan tarik komposit berdasarkan jenis serat yang digunakan. Penelitian ini, yang menggunakan serat alam batang kelakai dengan variasi katalis, menghasilkan kekuatan tarik tertinggi sekitar 0,47 N/mm<sup>2</sup>. Penelitian oleh Hanifi *et al.* (2019) memanfaatkan serat alam dari pelepah kelapa sawit dengan variasi volume serat dan mencapai kekuatan tarik yang jauh lebih tinggi, yaitu sekitar 21,106 N/mm<sup>2</sup>. Selanjutnya, dalam penelitian oleh Saidah *et al.* (2018), penggunaan serat jerami padi dalam komposit serat *polyester* dan *epoxy* juga memberikan hasil yang signifikan. Fraksi volume serat sebesar 30% pada serat jerami padi *polyester* menghasilkan kekuatan tarik sekitar 5,88 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan fraksi volume serat yang sama pada serat jerami padi *epoxy* menghasilkan kekuatan tarik tertinggi sekitar 14,75 N/mm<sup>2</sup>. Hasil ini

mengindikasikan bahwa komposit serat alam pelepah kelapa sawit dan jerami padi memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan komposit serat alam batang kelakai.

Selain itu, terdapat juga penelitian yang menggunakan serat sintesis *fiberglass*. Kualitas material komposit yang diperoleh Alamsyah et al. (2021) mencapai kekuatan tarik tertinggi sebesar 53,84 N/mm<sup>2</sup> dengan katalis 1,5%, sementara Perwara (2021) mencapai kekuatan tarik tertinggi pada katalis 3% sebesar 46,30 N/mm<sup>2</sup>, dan Milya et al., (2022) mencapai kekuatan tarik tertinggi pada katalis 1,5% sebesar 108,65 N/mm<sup>2</sup>.

Berdasarkan standar *Society of Automotive Engineering* (SAE) J1717, kekuatan tarik yang diharapkan untuk pembuatan material *bumper* mobil ialah sekitar 8,09 MPa atau 8,09 N/mm<sup>2</sup> (Saidah et al., 2018; Hanifi et al., 2019). Dalam hal ini, kekuatan tarik komposit serat alam batang kelakai masih relatif rendah dibandingkan dengan komposit serat sintesis dan serat alam lainnya. Hal ini karena penelitian ini baru pada tahap awal, yang bertujuan untuk mengetahui bisa atau tidaknya serat kelakai ini digunakan sebagai material *bumper* mobil. Penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk meningkatkan kekuatan tarik komposit serat alam batang kelakai dan mengoptimalkan karakteristik serat lainnya. Mengingat serat alam batang kelakai merupakan bahan baku yang terbarukan, mudah didapatkan dan harganya terjangkau, pengembangan komposit serat alam batang kelakai memiliki potensi yang besar untuk menjadi alternatif material *bumper* mobil yang lebih ramah lingkungan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa komposit yang mengandung serat batang kelakai menunjukkan peningkatan kekuatan tarik seiring dengan peningkatan variasi persentase katalis dari 2,5% hingga 7,5%. Katalis dengan persentase 7,5% menghasilkan kekuatan tarik tertinggi, yaitu sebesar 0,47 N/mm<sup>2</sup>. Selain itu, penambahan katalis hingga 7,5% juga meningkatkan nilai elongasi dimana katalis dengan persentase tersebut menghasilkan elongasi tertinggi sebesar 3,89%. Namun, nilai modulus elastisitas mengalami penurunan saat persentase katalis mencapai 7,5%. Katalis 2,5% memiliki modulus elastisitas tertinggi, yaitu 0,12 N/mm<sup>2</sup>. Dalam penelitian ini, penambahan variasi persentase katalis dari 2,5% hingga 7,5% berdampak signifikan pada peningkatan nilai kekuatan tarik pada komposit berpenguat serat batang kelakai.

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya ialah perlu memperhatikan keceptan

pengadukan saat mencampur resin dan katalis untuk menghindari pembentukan gelembung udara yang berlebihan. Hal ini akan memastikan bahwa saat pengujian menggunakan UTM, semua spesimen komposit akan menghasilkan patahan dengan hasil yang seragam. Penelitian selanjutnya juga dapat melibatkan pengujian sifat-sifat mekanik dengan variasi katalis yang lebih banyak dan beragam serta dapat mempertimbangkan pengulangan eksperimen dengan arah serat yang berbeda.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, R. D. 2014. Kekuatan Tarik dan Modulus Elastisitas Bahan Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu dan Matrik Asam Polilaktat. *Tugas Akhir*. Jurusan Fisika Program Sarjana Universitas Jember (Dipublikasikan).
- Alamsyah, T. Hidayat, dan A. N. Iskandar. 2021. Pengaruh Perbandingan Resin dan Katalis terhadap Kekuatan Tarik Komposit Fiberglass-Polyester untuk Bahan Pembuatan Kapal. *Zona Laut: Jurnal Inovasi Sains dan Teknologi Kelautan*, 2(2): 26-32.
- Ezekwem, C. I. W. 2016. Composite Materials Literature Review for Car Bumper. *Journal ResearchGate*. Department of Physics Loughborough University.
- Hanifi, R., G. B. Dewangga, Kardiman, dan E. Widiyanto. 2019. Analisis Material Komposit Berbasis Serat Pelepah Kelapa Sawit dan Matriks Polypropylene sebagai Bahan Pembuatan Bumper Mobil. *Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering*, 2(2): 15-23.
- Hestiawan, H., Jamasri, dan Kusmono. 2017. Pengaruh Penambahan Katalis terhadap Sifat Mekanis Resin Poliester Tak Jenuh. *Jurnal Teknosia*, 3(1): 1-7.
- Lokantara, I. P., N. P. G. Suardana, I. M. G. Karohika, dan Nanda. 2010. Pengaruh Panjang Serat pada Temperatur Uji yang Berbeda terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester Serat Tapis Kelapa. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CakraM*, 4(2): 166-172.
- Maryanti, B., A. A. Sonief, dan S. Wahyudi. 2011. Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester terhadap Kekuatan Tarik. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 2(2): 123-129.
- Milya, R., S. Syahril, A. Yufri dan R. A. Nabawi. 2022. Pengaruh Persentase Resin dan Katalis terhadap Kekuatan Tarik Komposit Fiberglass. *Jurnal Vokasi Mekanika*, 4(3): 78-83.

- Perwara, A. S. 2021. Pengaruh Persentase Katalis terhadap Sifat Mekanis Komposit Bermatrik Resin Polyester. *Approach: Jurnal Teknologi Penerbangan*, 5(2): 6-13.
- Poul, K., M. S. Y. Lubis, dan S. Ariyanti. 2022. Analis Numerik Sifat Mekanik Bahan ABS & Komposit Serat Bambu Aplikasi Pada Komponen Adjuster Seat Mobil. *Jurnal Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri (PASTI)*, 16(1): 14-26.
- Pratama, Y. Y., R. H. Setyanto, dan I. Priadythama. 2014. Pengaruh Perlakuan Alkali, Fraksi Volume Serat dan Panjang Serat terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Sabut Kelapa-Polyester. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 13(1): 8-15.
- Rintami, M. 2022. Pengaruh Campuran Serat Alam Komposit Kulit Kayu Akasia dan Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan Perangkat Resin Epoxy terhadap Sifat Mekanis. *Tugas Akhir*. Jurusan Teknik Mesin Program Sarjana Universitas Islam Riau (Dipublikasikan).
- Saidah, A., S. E. Susilowati, dan Y. Nofendri. 2018. Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik dan Impak Komposit Serat Jerami Padi Polyester dengan Komposit Serat Jerami Padi-Epoxy dengan Metode Hand Lay Up. *Prosiding SNAST*, 291-298.
- Saidah, A., S. E. Susilowati, dan Y. Nofendri. 2018. Pengaruh Fraksi Volume dan Orientasi Serat terhadap Kekuatan Tarik Komposit Berbahan Serat Rami Epoxy sebagai Bahan Alternatif Komponen Otomotif. *Seminar Nasional Teknik Mesin*, 191-197.
- Verma, D., dan I. Senal. 2019. *Natural Fiber-Reinforced Polymer Composites: Feasibility Study for Sustainable Automotive Industries*. Thailand : Woodhead Publishing Series in Composites Science and Engineering, 103-122.
- Widiarta, I. W., N. P. Nugraha, dan K. R. Dantes. 2018. Pengaruh Orientasi Serat terhadap Sifat Mekanik Komposit Berpenguat Serat Alam Batang Kulit Waru (*Hibiscus tiliaceus*) dengan matrik Polyester. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 6(1): 41-57.