

**ANALISIS PENGARUH FRAKSI VOLUME DAN ORIENTASI ARAH
SERAT TERHADAP KEKUATAN TARIK SERAT PELEPAH PISANG
DENGAN MATRIKS UREA FORMALDEHIDE**

PROPOSAL SKRIPSI

Diajukan Sebagai Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Strata Satu (S-1)

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Malang



**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG**

2024

ABSTRAK

Mirza Akhmad Bafadlol. Mochammad Basjir. Ismi Choirotin. Analisis Pengaruh Fraksi Volume dan Orientasi Arah Serat Terhadap Kekuatan Tarik Serat Pelepah Pisang dengan Matriks *Urea Formaldehyde*. Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang.

Komposit merupakan gabungan dari dua atau lebih material yang berbeda menjadi suatu bentuk mikroskopik yang terbuat dari gabungan antara serat dan matriks. Komposit berbasis serat alam memiliki keunggulan yaitu berat jenisnya rendah, ramah lingkungan, tahan korosi, dapat diperbaharui dan memiliki biaya yang murah. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh fraksi volume dan orientasi arah serat terhadap kekuatan tarik serat pelepah pisang dengan matriks *urea formaldehyde*. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen nyata dan metode pembuatan komposit yang digunakan yaitu *hand lay-up*. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai rata-rata tertinggi pada fraksi volume 60% dengan orientasi serat lurus dengan nilai 25,42 MPa. Sedangkan nilai rata-rata terendah terdapat pada fraksi volume 20% dengan orientasi serat anyaman dengan nilai 13,36 MPa. Pada penelitian ini membuktikan bahwa besarnya fraksi volume serat yang digunakan dan orientasi arah serat yang tepat membuat kekuatan tarik semakin besar dikarenakan dapat mendistribusikan beban dengan merata dan saling memperkuat satu sama lain dengan lebih efisien.

Kata kunci: Komposit, serat pelepah pisang, fraksi volume, orientasi arah serat, *resin urea formaldehyde*, uji Tarik.

ABSTRACT

Mirza Akhmad Bafadlol. Mochammad Basjir. Ismi Choerotin. *Analysis of the Effect of Volume Fraction and Fiber Direction Orientation on the Tensile Strength of Banana Stem Fiber with Urea Formaldehyde Matrix. Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Islamic University of Malang.*

A composite is a microscopic substance composed of fibers and matrices that combine two or more distinct components. The benefits of natural fiber composites are low specific gravity, low cost, corrosion resistance, environmental friendliness, and renewable resources. In this study, the tensile strength of banana stem fibers with urea formaldehyde matrix was examined in relation to the volume fraction and fiber orientation. The actual experimental approach was employed in this investigation, and hand lay-up was the composite production technique. According to the study's findings, a straight fiber orientation with a volume fraction of 60% had the highest average value, measuring 25.42 MPa. However, the volume fraction of 20% has the lowest average value. The lowest average value, 13.36 MPa, is found for a volume percentage of 20% with a woven fiber orientation. This study demonstrates that a high volume percentage of fiber and proper fiber orientation increase tensile strength by distributing load uniformly and strengthening one another more effectively.

Keywords: Composite, banana stem fiber, volume fraction, fiber orientation, urea formaldehyde resin, Tensile test.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Komposit merupakan gabungan dari dua atau lebih material yang berbeda menjadi suatu bentuk mikroskopik, yang terbuat dari bermacam-macam kombinasi atau gabungan antara serat dan matriks. Saat ini bahan komposit yang diperkuat dengan serat merupakan material teknik yang banyak digunakan, karena kekuatan dan kekakuan spesifik yang jauh diatas material teknik pada umumnya dan bahan dari komposit memiliki keunggulan yaitu berat jenisnya rendah, kekuatan yang lebih tinggi, tahan korosi dan memiliki biaya yang murah (Hastuti dkk. 2018).

Komposit yang diperkuat serat dapat digolongkan menjadi dua bagian yaitu komposit serat pendek (short fiber composite) dan komposit serat panjang (long fiber composite). Serat panjang lebih efisien dalam peletakannya akan tetapi serat pendek lebih mudah peletakannya dibandingkan serat panjang. Ditinjau dari teorinya serat panjang dapat meneruskan beban maupun tegangan dari titik tegangan kearah serat yang lain (Sriwita & Astuti. 2014)

Komposit adalah material yang terbentuk dari pencampuran dua atau lebih komponen dengan komposisi tertentu, dimana sifat mekanik masing-masing komponen berbeda. Melalui pencampuran ini akan dihasilkan material komposit yang memiliki sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dengan material penyusunnya. Material komposit memiliki karakteristik yang berbeda dengan material umumnya. Proses pembuatan komposit melalui pencampuran yang heterogen, sehingga kita dapat lebih leluasa merencanakan kekuatan material komposit yang kita inginkan dengan menyesuaikan komposisi materialnya (Warsono. dkk. 2022).

Indonesia merupakan salah satu negara dengan potensi sumber daya alam yang melimpah, khususnya serat alam. Pemanfaatan serat alam terus meningkat seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat untuk menggunakan bahan alam di berbagai bidang industri. Serat alam lebih menguntungkan untuk dikembangkan dibandingkan dengan serat sintetis, karena serat alam lebih mudah

ditemukan, mempunyai nilai ekonomis, densitasnya rendah, dapat diperbarui, dapat terdekomposisi dengan mudah dan cepat (Subyakto. dkk. 2009).

Pisang (*Musa paradisiaca*) adalah pohon yang memiliki jenis terna atau yang disebut pohon batang lunak dan tidak berkayu dengan batang yang kuat dan daun-daun yang besar memanjang berwarna hijau tua. Seiring dengan berjalannya waktu banyak sekali inovasi yang dilakukan dalam bidang material serat alam yang dijadikan bahan penguat komposit, serat pelepah pisang merupakan salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai penguat pada pembuatan komposit (Sehono. dkk. 2022).

Karakteristik serat alam tergantung pada kandungan selulosanya, semakin tinggi selulosanya semakin meningkat sifat seratnya. Namun pada permukaan serat masih ada lapisan yang menyerupai lilin seperti lignin, hemiselulosa, serta lemak dan kotoran lainnya yang bisa menghambat nilai rekat pada serat tersebut. Banyak serat alam seperti serat kelapa, serat pelepah pisang, rami dan daun nanas yang sedang banyak dipelajari di seluruh dunia (Hestiawan dkk., 2022)

Proses perlakuan untuk meningkatkan sifat serat diperlukan perlakuan permukaan secara kimiawi untuk membersihkan permukaan serat sehingga akan meningkatnya kadar selulosa seiring dengan berkurangnya kandungan lignin dan hemiselulosa. Salah satu perlakuan yang sering di pergunakan yaitu proses alkali karena proses tersebut efektif untuk membersihkan dan memodifikasi permukaan serat sehingga mempunyai tekanan permukaan lebih rendah dan memperbaiki ikatan adhesi antara serat alam dan matrik. Perlakuan alkali yang dilakukan menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH) dengan konsentrasi 5% NaOH (Pasek Nugraha, 2011).

Urea Formaldehyde (UF) merupakan resin yang penggunaannya pada industri kayu, resin UF dapat dilakukan dari proses *hand lay up* sampai dengan proses yang kompleks yaitu dengan proses mekanik, seperti *vacuum bag*, *press mold*, dan *injection mold*. Pemberian bahan tambahan hardener jenis HU 12 pada resin UF berfungsi untuk mempercepat proses pengerasan cairan resin (curing) pada suhu yang lebih tinggi. Penambahan katalis dalam jumlah banyak akan menimbulkan panas yang berlebihan pada saat proses curing. Hal ini dapat menurunkan kualitas atau merusak produk komposit. Oleh karena itu pemakaian

hardener dibatasi maksimum 1 % dari volume resin. Matriks *Urea Formaldehyde* banyak digunakan terutama untuk aplikasi konstruksi ringan, selain itu harganya yang relatif sangat murah. Keuntungan lain matriks *Urea Formaldehyde* adalah mudah di kombinasikan dengan serat, tetapi memiliki kelemahan mudah rapuh terhadap air. Bahan baku yang digunakan dalam membuat resin urea formaldehid adalah urea dan formaldehid (formalin). Urea diproduksi secara besar-besaran melalui sintesis amoniak dan karbondioksida. Kedua reaktan ini dicampurkan pada tekanan tinggi menghasilkan ammonium karbamat. Amonium karbamat selanjutnya dipekatkan pada evaporator vakum menghasilkan urea. Formaldehid atau metanal adalah anggota senyawa aldehida yang pertama. Pada kondisi ruangan, formaldehi murni berada dalam fasa gas. Karena itu formaldehid disimpan dalam bentuk larutan yang mengandung 37% hingga 50% berat HCHO. Formaldehid diproduksi secara besar-besaran melalui reaksi oksidasi gas alam (metana) atau hidrokarbon alifatik ringan. Analisis kadar formaldehid bebas menggunakan sodium sulfat reaksi kimia yang mendasari analisis ini adalah reaksi antara formaldehid dengan natrium sulfit sehingga terbentuk garam natrium sulfonat dan natrium hidroksida. Karena reaksi ini bersifat searah dan berlangsung cepat, maka jumlah natrium hidroksida terbentuk ekuivalen dengan jumlah formaldehid sisa. Dengan demikian, penentuan jumlah formaldehid sisa dapat dilakukan melalui penentuan jumlah NaOH dengan cara titrasi asam basa (Smith dan Hashemi. 2006).

Penelitian ini menganalisis kekuatan tarik komposit serat pelepah pisang menggunakan matriks urea formaldehid dengan variasi fraksi volume serat pelepah pisang 20%, 40% dan 60% dan menggunakan konsentrasi NaOH pada serat pelepah pisang. Oleh karena itu peneliti ingin melakukan penelitian dengan judul “Analisis pengaruh fraksi volume dan konsentrasi larutan alkali terhadap kekuatan tarik komposit serat pelepah pisang”.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh fraksi volume serat pelepah pisang dengan matriks *resin urea formaldehyde* terhadap kekuatan tarik?
2. Bagaimana pengaruh orientasi arah serat terhadap kekuatan tarik serat pelepah pisang?

1.3. Batasan Masalah

Diperlukan adanya beberapa batasan masalah agar pembahasan terfokus dalam pembahasan yang akan dikaji pada penelitian ini diantaranya yaitu:

1. Penelitian ini menggunakan serat pelepah pisang sebagai bahan utamanya dan *resin urea formaldehyde* sebagai matriksnya.
2. Fraksi volume serat pelepah pisang yang digunakan 20%, 40% dan 60% sedangkan *resin urea formaldehydenya* 80%, 60% dan 40%.
3. Ukuran spesimen menggunakan standart ASTM D638-1
4. Pengujian yang dilakukan adalah uji tarik.
5. Fraksi konsentrasi alkali 5% selama 2 jam.
6. Menggunakan 1 lapis serat *layer*.
7. Tidak menjelaskan tentang cara pembuatan *Resin Urea Formaldehyde*.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi volume dan orientasi arah serat pelepah pisang terhadap kuat tarik dengan menggunakan *resin urea formaldehyde* sebagai matriksnya.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Dapat mengetahui perbandingan kekuatan tarik komposit serat pelepah pisang dengan variasi fraksi volume.
2. Dapat mengetahui perbandingan kekuatan tarik komposit serat pelepah pisang dengan variasi arah serat.
3. Hasil penelitian ini bisa dijadikan referensi bagi para peneliti mengenai material komposit berbahan serat alam terutama serat pelepah pisang.

1.6. Sistematika Penulisan

Secara umum sistematika penulisan skripsi ini dapat diuraikan secara ringkas yaitu sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi gambaran secara umum tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang teori-teori yang melandasi dan memperkuat penelitian yang di ambil dari buku, literatur, jurnal ilmiah ataupun penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini membahas tentang langkah-langkah sistematis yang ditempuh dalam mengerjakan penelitian ini. Hal ini bertujuan agar dalam metode pengambilan data, pengumpulan data, diagram alir (*flowchart*) penelitian, dan pengolahan data hasil dari eksperimen menjadi lebih terarah.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang hasil dari pelaksanaan penelitian dan analisis data yang telah diperoleh.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari penelitian, serta saran untuk penelitian selanjutnya demi kesempurnaan dari hasil penelitian yang dilakukan.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian bab di atas pada komposit serat pelepah pisang dengan fraksi serat dan resin 20%, 40%, 60%, orientasi arah serat lurus dan anyaman pada saat perendaman serat menggunakan alkalisasi NaOH maka dapat diambil kesimpulan:

1. Pengaruh fraksi volume terhadap kekuatan tarik menunjukkan bahwa semakin banyak serat maka akan menambah kekuatan tarik yang dihasilkan. Dikarenakan bertambahnya fraksi volume akan menambah ikatan dengan matriks semakin kuat dan memperkecil terjadinya *void* atau gelembung udara yang terjebak pada spesimen. Sehingga pada saat pengujian tarik presentasi serat yang tinggi dapat mendistribusikan beban dengan merata dan saling memperkuat satu sama lain dengan lebih efisien.
2. Pengaruh orientasi arah serat terhadap kekuatan tarik menunjukkan bahwa orientasi serat lurus mendapatkan nilai kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan orientasi serat anyaman. Nilai rata-rata kekuatan tarik tertinggi yang dihasilkan orientasi serat lurus dengan serat 60% sebesar 25,42 MPa, hal ini dapat dijelaskan bahwa orientasi yang tepat dan semakin banyak fraksi serat yang digunakan membuat kekuatan tarik semakin besar dan nilai rata-rata tertinggi pada orientasi serat anyaman dengan serat 60% sebesar 20,15 MPa, dikarenakan tidak tepatnya orientasi pada penganyaman membuat menurunnya kualitas serat yang disebabkan oleh anyaman yang terlalu berfokus pada bagian tengah spesimen menyebabkan kualitas uji tarik yang kurang maksimal dan serat tidak cukup kuat menahan regangan pada saat pengujian tarik.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilaksanakan berkaitan menggunakan serat pelepah pisang, dalam penelitian ini ingin menyampaikan beberapa saran agar dapat membantu penelitian selanjutnya yaitu:

1. Melakukan pencetakan spesimen dengan teliti, karena saat pencetakan spesimen yang kurang baik akan menyebabkan gelembung udara pada spesimen sehingga mempengaruhi kekuatan dari hasil pengujian tersebut.
2. Lebih dioptimalkan pada perendaman serat, sehingga serat benar-benar bersih dari lapisan yang menempel pada serat supaya serat bisa menyatu lebih kuat dengan matrik.
3. Metode pembuatan komposit lebih bervariasi seperti *Injection Moulding*, cetakan kompresi, *Spray Up*, *Vacuum bag* untuk mengetahui metode yang lebih baik.
4. Pengaplikasian resin mungkin kurang cocok diaplikasikan pada pengujian tarik dengan ketebalan yang tipis. Akan lebih baik jika pengujian bervariasi seperti uji impact, uji bending dan uji tekan untuk mengetahui lebih jauh sifat dan karakteristik pada material komposit.
5. Mempertimbangkan kegunaan resin *urea formaldehyde* dikarenakan resin *urea formaldehyde* memiliki sifat yang getas dan mudah mengalami deformasi pada pengujian tarik.
6. Mengkaji ulang penyusunan arah serat pada orientasi anyaman agar menghasilkan kekutan tarik yang optimal.



DAFTAR PUSTAKA

- Aji Saputra, B., & Sudarno, dan. (2018). Pengaruh Fraksi Volume Serat Pelepah Pisang Sebagai Penguat Komposit Polimer Dengan Matriks Resin Polyester Terhadap Kekuatan Tarik Dan Daya Serap Air. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan V*, 561–566.
- Al-Oqla, F. M. K., & Salit, M. S. (2017). *Preface. Materials Selection for Natural Fiber Composites*, Vii–Viii. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100958-1.09990-4>
- Augustine. R.L., 1996, *Heterogenous Catalysis for Chemist*, Marcel Dekkar, New
- Basyarahil, Z. I. (2017). Karakterisasi dan proses manufaktur komposit polypropylene berpenguat serat dendrocalamus asper untuk aplikasi ruang mesin otomotif. *Teknik Material*, 2(4), 36–47.
- Habibie, A. M., Widodo, A. B. (2022). Pemanfaatan Limbah Serat dari Pelepah Pisang sebagai Inovasi Bahan Komposit Laminasi Kapal Kayu. *Jurnal Jaring SainTek Vol.4, No.1, April 2022*, pp. 1 – 8
- Hakim & Fauzi. (2005). Karakteristik Fisis Papan Komposit dari Serat Batang Pisang (*Musa sp*) dengan Perlakuan Alkali. *Peronema Forestry Science Journal*, 1(1), 21–26.
- Haryanti, N., Faryuni, I. D., Asri, A., Hasanuddin. (2019). Sifat Fisis dan Mekanis Papan Komposit Berbasis Sabut Kelapa dan Ampas Tebu dengan Variasi *urea formaldehid* Vol. 7, No 3, Pontianak.
- Hastuti, S., Pramono, C., & Akhmad, Y. (2018). Sifat Mekanis Serat Enceng Gondok Sebagai Material Komposit Serat Alam Yang Biodegradable. *Journal of Mechanical Engineering*, 2(1). <https://doi.org/10.31002/jom.v2i1.806>
- Hestiawan, H., Ariawan, D., Amri, K., Nuramal, A., Afrizal, A., & S. Sudibyo. (2022). Pengaruh Perlakuan Alkali Pada Karakistik Fisik dan Mekanik Serat Lantung (*Artocarpus Elasticus*). *Jurnal Rekayasa Mesin Vol 13 No. 3*, 819-826.

- Jaya, D., Putri, R., Nack, H. (2019). Pemanfaatan Serat Pelepah Pisang sebagai Bahan Komposit. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”, Yogyakarta, April 2019. 1-7
- Kadir, A., Aminur, A., & Aminur, M. (2015). Pengaruh Pola Anyaman Terhadap Kekuatan Tarik Dan Bending Komposit Berpenguat Serat Bambu. *Dinamika : Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 6(1), 9–18. <https://doi.org/10.33772/djitm.v6i1.262>
- Mul'alim, M. I., Hartono, P., & Lesmanah, U. (2024). Pengaruh Variasi Waktu Perendaman Dengan Natrium Hidroksida Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Daun Nanas. *Teknik Mesin*, 20(5), 67–74.
- Nesimnasi, J. J. S., Boimau, K., & Pell, Y. M. (2015). Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) pada Serat Agave Cantula terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(1), 29–38. <http://ejournal-fst-unc.com/index.php/LJTMU>
- Nugraha, N. P. (2011). Pengaruh Perlakuan Kimia Serat Alam Ramie Terhadap Kekuatan Tarik Serat Tunggal. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 8(1), 89–98.
- Pramono, C., & Widodo, S. (2012). Catur Pramono 1 , Sri Widodo 2 1,2. *Pengaruh Perlakuan Alkali Kadar 5% Dengan Lama Perendaman 0 Jam, 2 Jam, 4 Jam, 6Jam Terhadap Sifat Tarik Serat Pelepah Pisang Kepok*, 37(1), 47–59.
- Purboputro, P. I. (2017). Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Impak Komposit Enceng Gondok Dengan Matriks Poliester. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 7(2), 70–76. <https://doi.org/10.23917/mesin.v7i2.3088>
- Rinto Fuazzidin, Ratna Dewi Anjani, & Viktor Naubnome. (2023). Pengaruh Fraksi Volume Komposit Serat Pelepah Pisang Kepok Dengan Polyester Dan Filler Terhadap Sifat Mekanik. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 11(2), 223–237. <https://doi.org/10.23887/jptm.v11i2.66002>
- Safriani, N., Kurniawan, E., & Bahri, S. (2021). Pembuatan Komposit Hybrid Dari Serbuk. *Chemical Engineering Journal Storage*, 2(Oktober), 35–45.

- Salindeho, R. D., Soukota, J., & Poeng, R. (2018). Pemodelan pengujian tarik untuk menganalisis sifat mekanik material. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*, 2(2), 88–98.
- Saputra, A. T. (2018). *Sudi Pengaruh Penambahan Filler Limbah Ban Karet Bekas Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Komposit Berbasis Sampah LDPE/Melamain/Pasir Untuk Aplikasi Material Lantai Bangunan*.
- Setyanto, R. H. (2012). Review: Teknik Manufaktur Komposit Hijau dan Aplikasinya. *Performa*, 11(1), 9–18.
- Smith, F. W., Hashemi, J. (2006). *Foundation of Materials Science and Engineering*, Mc Graw Hill Companies.
- Sriwita, D., & Astuti. (2014). Pembuatan dan Karakterisasi Sifat Mekanik Bahan Komposit Serat Daun Nenas-Polyester Ditinjau dari Fraksi Massa dan Orientasi Serat. *Jurnal Fisika Unand*, 3(1), 30–36.
- Subyakto, & Gopar, M. (2009). Tinjauan penelitian terkini tentang pemanfaatan komposit serat alam untuk komponen otomotif review on current research on utilization of natural fiber composites for automotive components. *Journal Tropical Wood Science & Technology*, 7(2), 92–97.
- Syahrinal Anggi Daulay, Fachry Wirathama, & Halimatuddahlia. (2014). Pengaruh Ukuran Partikel Dan Komposisi Terhadap Sifat Kekuatan Bentur Komposit Epoksi Berpengisi Serat Daun Nanas. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 3(3), 13–17. <https://doi.org/10.32734/jtk.v3i3.1628>
- Syamsuri, N. D., Hartono, P., & Choirotin, I. (2023). Analisis Fraksi Volume dan Orientasi Susunan Serat Kulit Batang Kersen dan Serat Pelepah Pisang dengan Matrik Epoxy terhadap Sifat Mekanik pada Komposit. *Jurnal Sains Dan Teknologi Teknik Mesin Unisma*, 18(5), 64–69.
- Tambyrajah, D. (2015). *Indulge & Explore Natural Fiber Composites Preface*. 122.
- United States. ASTM International. 2001. ASTM Standard. D638-01. *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*.

- Warsono, G. E. G., Sehonon, S., & Rizki Putra, I. (2022). Analisis Kekuatan Tarik Dan Bending Komposit Serat Pelepah Pisang. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(1), 167–174.
- Widodo, B. (2008). Analisa Sifat Mekanik Komposit Epoksi dengan Penguat Serat Pohon Aren (Ijuk) Model lamina berorientasi Sudut Acak (Random). *Jurnal Teknologi Technoscientia* Vol. 1, No. 1 Agustus 2008
- Ya'qub, C. (2023). Analisis Serat Alam Sabut Kelapa Sebagai Material Komposit. *Universitas Of Islam Malang*.

