

ANALISIS KOMPOSIT HYBRID SERAT KELAPA DAN KULIT JAGUNG TERHADAP KEKUATAN IMPAK SEBAGAI MATERIAL BUMPER

Arif Rochman Fachrudin¹, Fina Andika Frida Astuti², Agus Dani³,
Akhmad Hanif Firdaus⁴

¹Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang

²Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang

³Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang

⁴Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang

Alamat e-mail : ¹arifrochman.f@polinema.ac.id, ²fina.andika@polinema.ac.id,
³agus.dani@polinema.ac.id, ⁴akhmad.hanif@polinema.ac.id

ABSTRACT

Composite is a combination of two or more materials to obtain better combined properties. Composites can be based on natural or synthetic fibers. Natural fiber composites utilize fibers as reinforcement and polymers as a matrix, with the advantages of being light, strong, and environmentally friendly. Hybrid composites combine two or more types of fibers or matrices to combine the advantages of each, resulting in better performance than a single composite. The purpose of this study is to analyze the composite of coconut fiber and corn husk which are natural fibers on the impact strength of the composite as an alternative material for car bumpers. The method used is an experiment with a composite manufacturing process using hand lay up. This study uses a combination of coconut fiber and corn husk fiber with a polyester matrix and MEKPO catalyst. The composition of fiber and matrix is 40% fiber and 60% matrix. The results of the study obtained the highest impact strength value of 0.09767 J/mm² with a volume fraction of 32% Coconut Fiber: 8% Corn Husk Fiber: 60% Polyester Resin. The soaking time of 5% NaOH for 6 hours has the highest impact strength value of 0.09767 J/mm². The standard bumper has a minimum impact strength of 0.039 J/mm². The material, soaked for 4 and 6 hours, can be used as an alternative material for car bumpers because it exceeds the standard impact strength..

Keywords: coconut fiber and corn husk, bumper, hybrid composite

ABSTRAK

Komposit adalah gabungan dua atau lebih material untuk memperoleh sifat gabungan yang lebih baik. Komposit dapat berbasis serat alam maupun sintesis. Komposit serat alam memanfaatkan serat sebagai penguat dan polimer sebagai matriks, dengan keunggulan ringan, kuat, dan ramah lingkungan. Hybrid komposit

mengombinasikan dua atau lebih jenis serat atau matriks untuk menyatukan kelebihan masing-masing, sehingga menghasilkan performa lebih baik dibanding komposit tunggal. Tujuan pada penelitian ini menganalisa komposit serat kelapa dan kulit jagung yang merupakan serat alam terhadap kekuatan impak komposit sebagai material alternatif bumper mobil. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan proses pembuatan komposit menggunakan hand lay up. Penelitian ini menggunakan kombinasi serat kelapa dan serat kulit jagung dengan matrik polyester dan katalis MEKPO. Komposisi serat dan matrik adalah 40% serat dan 60% matriks. Hasil penelitian mendapatkan nilai kekuatan impak tertinggi sebesar 0,09767 J/mm² dengan fraksi volume 32% Serat Serabut Kelapa : 8% Serat Kulit Jagung : 60% Resin Polyester. Lama perendaman NaOH 5% selama 6 jam memiliki nilai kekuatan impak tertinggi sebesar 0,09767 J/mm². Untuk standar bumper memiliki nilai kekuatan impak terkecil 0,039 J/mm². Material pada perendaman 4 jam dan 6 jam dapat dijadikan material alternatif material bumper mobil karena melebihi standar kekuatan impak bumper.

Kata Kunci: serat kelapa dan kulit jagung, bumper, komposit hybrid

A. Pendahuluan

Bumper merupakan salah satu komponen pelindung kendaraan yang dirancang khusus untuk melindungi bagian depan maupun belakang mobil dari potensi kerusakan akibat benturan dan kecelakaan. Sebagai pelindung utama, bumper harus mampu menyerap energi benturan, ringan agar tidak menambah beban kendaraan, serta tahan terhadap pengaruh lingkungan maupun bahan pembersih. Material konvensional yang banyak digunakan adalah polimer seperti polypropylene (Fathur et al., 2025), namun material ini memiliki keterbatasan sehingga diperlukan alternatif yang lebih kuat, ringan, dan berkelanjutan. Salah satu

alternatif yang mulai dikembangkan adalah material komposit (Atiqoh et al., 2023).

Komposit merupakan material hasil penggabungan dua atau lebih bahan untuk memperoleh sifat gabungan yang lebih unggul. Komposit dikenal ringan, kaku, dan tahan lama, sehingga dapat meningkatkan kualitas dibanding material penyusunnya (Yusrani, n.d.). Unsur komposit terdiri dari matriks dan penguat, di mana matriks polimer berbahan resin berfungsi sebagai pengikat, sedangkan serat sintesis maupun serat alam digunakan sebagai penguat. Serat memiliki sifat kuat, kaku, dan getas, sementara matriks dipilih dari bahan yang liat,

lunak, dan tahan terhadap perlakuan kimia (Setiawan et al., n.d.). Dengan kombinasi tersebut, komposit berpotensi menjadi alternatif material bumper yang tidak hanya memenuhi aspek teknis, tetapi juga mendukung keberlanjutan melalui penggunaan material ramah lingkungan.

Untuk mengurangi dampak lingkungan negatif maka digunakan serat alami agar mudah terurai. Kelebihan serat alami yaitu mudah didapat, melimpah, dan dapat diperbaharui (Mukhammad & Setyoko, 2014). Sifat antar muka matriks dan serat harus diperhatikan pada biokomposit berpenguat serat alam untuk kompatibilitas antara serat dan matriks. Salah satu cara modifikasi serat alam untuk meningkatkan kompatibilitas matriks-serat adalah melalui alkalisasi (Taufiqurrahman et al., 2022).

Serat alami telah menarik perhatian besar dalam beberapa dekade terakhir sebagai alternatif penguat pada material komposit karena ketersediaannya yang melimpah, biokompatibilitas, dan dampak lingkungan yang lebih rendah dibandingkan serat sintetis. Serat dari tanaman seperti rami, flax, dan juga

limbah pertanian menawarkan potensi besar untuk aplikasi teknik dan struktural. Dalam komposit serat alami, serat sabut kelapa (coco-fiber) menjadi salah satu kandidat yang menjanjikan, karena selain merupakan limbah pertanian yang banyak, serat kelapa memiliki kandungan selulosa tinggi dan sifat mekanik yang cukup baik (Dharma Hermawan., 2017).

Beberapa penelitian telah mengeksplorasi penggunaan serat sabut kelapa dalam komposit. Nisa dkk. menyelidiki pengaruh fraksi volume serat sabut kelapa pada matriks resin poliester terhadap kekuatan lentur komposit. Hasilnya menunjukkan bahwa variasi komposisi serat sangat memengaruhi performa lentur komposit (Nisa et al., 2022).

Selanjutnya, Hastuti dan rekan melakukan perlakuan NaOH pada serat sabut kelapa untuk meningkatkan sifat mekanik komposit biodegradable, kemudian menguji uji bending dan impak, dan menemukan bahwa fraksi volume serat yang optimal dapat meningkatkan ketangguhan dan kekuatan mekanik komposit (Hanafi et al., 2023)

Di sisi lain, pemanfaatan serat kulit jagung (*corn husk fiber*) sebagai bahan komposit juga telah berkembang. Salah satu penelitian oleh Rizki Rochmat Akbar dan Tri Hartutuk Ningsih mengevaluasi pengaruh orientasi serat dan waktu pengeringan kulit jagung terhadap kekuatan tarik komposit berbasis resin (Akbar & Ningsing, 2020). Mereka menemukan bahwa orientasi serat lurus dengan waktu pengeringan 1 jam menghasilkan kekuatan tarik tertinggi, yaitu sekitar 40,1 MPa.

Selain itu, penelitian lain oleh Alfian Yusroni dan Tri Hartutuk Ningsih mengeksplorasi efek suhu post-curing pada susunan serat jagung; hasilnya menunjukkan bahwa kombinasi susunan serat tegak lurus dan post-curing pada 100 °C memberikan kekerasan komposit terbaik (Yusroni, n.d.).

Yudo dkk melakukan penelitian pengujian tarik serat kulit jagung untuk material bumper dan melakukan variasi perendaman NaOH dan curing time. Hasil penelitian menunjukkan serat kulit jagung layak digunakan sebagai material bumper, perendaman NaOH selama 2 jam menghasilkan kekuatan tarik terbesar dengan curing time at 115⁰ C.

Berdasarkan landasan penelitian tersebut, muncul potensi besar untuk menggabungkan kedua jenis serat alami, yaitu serat kelapa dan serat kulit jagung dalam satu sistem komposit hibrida. Penelitian hibrida ini tidak hanya dapat memanfaatkan keunggulan masing-masing serat, tetapi juga mengatasi kelemahan individual, seperti ketahanan impak atau kekakuan. Dalam kajian komposit hibrida, misalnya, Shomad dan sofyan menggunakan metode hand lay-up untuk mendesain komposit yang mengandung variasi komposisi antara serat kulit jagung dan serat sabut kelapa, serta variasi arah dan jenis resin (Shomad & Sofyan, 2020).

Berdasarkan penelitian sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja mekanik komposit hibrida yang menggabungkan serat sabut kelapa dan serat kulit jagung, sekaligus mengidentifikasi fraksi volume dan perlakuan serat untuk meningkatkan sifat mekanik dan ketangguhan material sebagai material bumper.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk menganalisis sifat mekanik komposit

berbasis serat alami. Proses pembuatan spesimen dilakukan dengan teknik *hand lay up*, yaitu pencampuran serat dan matriks secara manual hingga merata, kemudian dicetak sesuai standar pengujian. Serat yang digunakan adalah serat kulit jagung dan serat kelapa yang telah melalui proses perlakuan alkali menggunakan larutan NaOH 5% untuk meningkatkan ikatan antar serat dan matriks. Serat kelapa ditunjukkan pada Gambar 1, sedangkan serat kulit jagung ditunjukkan pada Gambar 2. Matriks yang digunakan berupa resin poliester dengan katalis MEKPO, dengan variasi fraksi volume serat dan resin ditentukan sesuai rancangan komposisi.



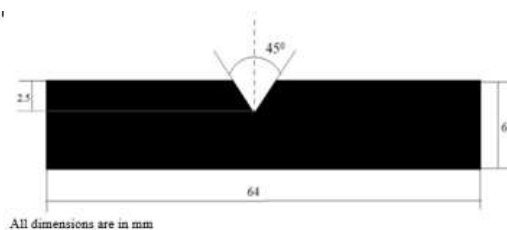
Gambar 1. Serat kelapa

Spesimen uji impak dibuat berdasarkan standar ASTM D2561. Dimensi spesimennya ditunjukkan pada gambar 3. Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji impak tipe

Charpy untuk mengetahui kemampuan komposit dalam menyerap energi benturan. Setiap variasi komposisi diuji dengan minimal tiga spesimen agar hasil yang diperoleh lebih representatif. Parameter utama yang diamati adalah kekuatan impak (J/mm^2). Analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil antar variasi komposisi serat.



Gambar 2. Serat kelapa



Gambar 3 Dimensi ASTM D2561

Selanjutnya hasil pengujian dibandingkan dengan standar material bumper yang ada untuk menilai kelayakan komposit sebagai alternatif material otomotif sehingga menghasilkan data kekuatan impak komposit untuk memberikan

gambaran apakah material berbasis serat alami tersebut memenuhi syarat teknis sebagai pengganti material bumper konvensional.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Karakteristik fisik spesimen komposit hybrid serat kelapa dan serat kulit jagung ditunjukkan pada Gambar 4.

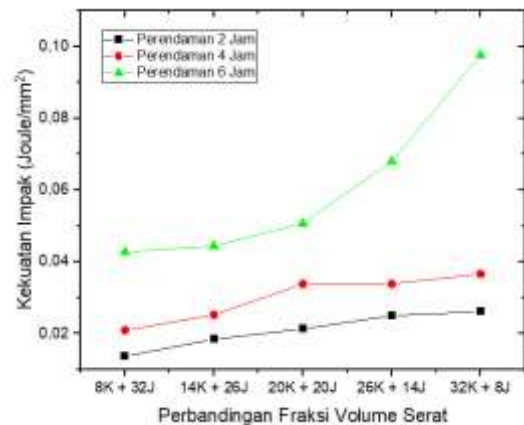


Gambar 4. Spesimen pengujian impact (a)sebelum. (b) sesudah

Hasil pengujian impact komposit hybrid serat kelapa dan serat kulit jagung dengan matrik poliester adalah sebagai berikut:

- a. Hubungan perbandingan fraksi volume serat terhadap kekuatan impact.

Hubungan fraksi volume terhadap kekuatan impact ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hubungan Perbandingan Fraksi Volume serat dengan Kekuatan Impact

Fraksi volume komposit hybrid ditentukan berdasarkan persentase serat kelapa (K) dan serat kulit jagung (KJ), yang digabungkan sebagai dua komponen utama (K + KJ) dalam matriks poliester. Variasi fraksi volume ini berperan penting dalam mempengaruhi kemampuan komposit menyerap energi benturan. Oleh karena itu, pada bagian ini ditampilkan hubungan antara perbandingan fraksi volume serat terhadap nilai kekuatan impact yang diperoleh dari pengujian.

- Pada Perendaman 2 Jam:

Nilai kekuatan impact meningkat seiring bertambahnya fraksi volume dari 8% hingga 32%. Sebagai contoh, dari 0,01371 untuk kombinasi 8K + 32KJ menjadi 0,02614 untuk kombinasi 32K + 8KJ. Ini

mengindikasikan bahwa persentase SK yang lebih tinggi meningkatkan kemampuan material untuk menyerap energi impact.

- Pada Perendaman 4 Jam:

Pola yang sama terlihat, di mana peningkatan fraksi volume K secara linear meningkatkan kekuatan impact. Kombinasi fraksi volume 8K + 32KJ menghasilkan kekuatan impact sebesar 0,02096, sementara 32K + 8KJ menghasilkan 0,03662. Ini hampir dua kali lipat dari fraksi volume dengan K yang lebih rendah, yang mengindikasikan kontribusi positif K terhadap kekuatan material.

- Pada Perendaman 6 Jam:

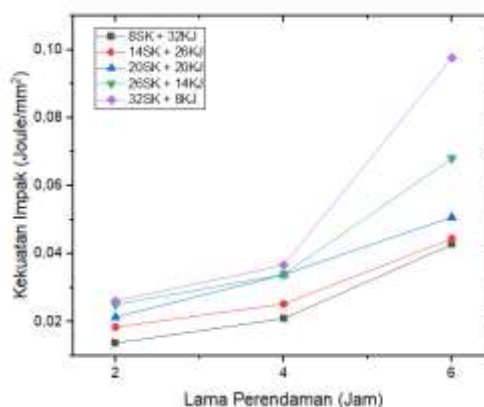
Pola kenaikan lebih signifikan terlihat, di mana fraksi volume SK yang lebih tinggi menghasilkan peningkatan yang lebih tajam dalam kekuatan impact. Kombinasi 8K + 32KJ memiliki kekuatan impact 0,04274, sementara kombinasi 32K + 8KJ meningkat drastis hingga 0,09767. Ini menunjukkan adanya efek sinergis antara perendaman yang lebih lama dan fraksi K yang lebih tinggi, di mana perendaman membantu memperkuat struktur material dengan kandungan serat yang lebih tinggi.

Semakin besar prosentase fraksi volume serat kelapa (K) dibandingkan

dengan serat kulit jagung (KJ) menyebabkan kekuatan impact semakin tinggi karena beberapa faktor terkait dengan perbedaan sifat mekanik antara kedua jenis serat.

- Hubungan perbandingan lama perendaman terhadap kekuatan impact

Hubungan perbandingan lama perendaman terhadap kekuatan impact ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan Lama Perendaman terhadap Kekuatan Impact

Durasi perendaman NaOH juga berperan penting dalam memengaruhi kekuatan impact dari material komposit ini. Secara umum, semakin lama perendaman dalam NaOH, semakin tinggi kekuatan impactnya.

- Pada Fraksi Volume 8K + 32KJ:

Pada perendaman 2 jam, kekuatan impact tercatat sebesar 0,01371, kemudian meningkat

menjadi 0,02096 pada perendaman 4 jam, dan akhirnya mencapai 0,04274 pada perendaman 6 jam. Kekuatan impact hampir tiga kali lipat setelah perendaman yang lebih lama (6 jam dibandingkan dengan 2 jam). Ini menunjukkan bahwa NaOH memperkuat ikatan antar komponen komposit, mungkin dengan melarutkan pengotor atau memperbaiki sifat adhesi matriks-polimer.

- Pada Fraksi Volume 14K + 26KJ:

Perendaman 2 jam menghasilkan kekuatan impact sebesar 0,01840, sementara pada 4 jam meningkat menjadi 0,02522, dan pada 6 jam mencapai 0,04444. Kekuatan impact meningkat secara signifikan seiring waktu, menunjukkan tren yang sama seperti fraksi 8K + 32KJ, meskipun peningkatannya tidak secepat fraksi dengan K lebih tinggi.

- Pada Fraksi Volume 32K + 8KJ:

Pada perendaman 2 jam, kekuatan impact tercatat sebesar 0,02614, kemudian meningkat menjadi 0,03662 pada perendaman 4 jam, dan mencapai 0,09767 pada 6 jam. Peningkatan terbesar terlihat pada fraksi volume ini, di mana NaOH sangat efektif dalam meningkatkan

kekuatan impact pada kombinasi K yang dominan.

- c. Hasil penelitian sebagai bahan bumper mobil

Berdasarkan hasil uji kekuatan impact yang telah dianalisis, komposit dengan variasi fraksi volume serat kelapa (K) dan serat kulit jagung (KJ), serta perendaman NaOH dengan waktu tertentu, dapat dibandingkan dengan syarat minimal kekuatan impact untuk aplikasi bumper mobil, yaitu 0,03 J/mm².

Ulasan Hasil Uji Kekuatan Impact:

Hasil uji impact menunjukkan bahwa kekuatan impact komposit bervariasi tergantung pada fraksi volume serat dan lama waktu perendaman NaOH. Berikut adalah ulasan terkait kemampuan komposit ini untuk memenuhi syarat kekuatan impact minimum:

- Perendaman NaOH 2 Jam:

Kekuatan impact tertinggi pada komposit dengan perendaman NaOH 2 jam adalah 0,02614 J/mm² (untuk fraksi volume 32K + 8KJ).

Hasil ini belum mencapai kekuatan impact minimum 0,03 J/mm², sehingga komposit dengan perendaman 2 jam belum memenuhi standar untuk digunakan pada bumper mobil.

- Perendaman NaOH 4 Jam:

Kekuatan impak tertinggi untuk komposit dengan perendaman NaOH 4 jam adalah $0,03662 \text{ J/mm}^2$ (untuk fraksi volume 32SK + 8KJ).

Dengan kekuatan impak ini, komposit telah melebihi syarat minimum untuk bumper mobil, yaitu $0,03 \text{ J/mm}^2$. Artinya, komposit yang direndam selama 4 jam dapat diaplikasikan pada bumper mobil.

- Perendaman NaOH 6 Jam:

Kekuatan impak tertinggi pada perendaman NaOH 6 jam adalah $0,09767 \text{ J/mm}^2$ (untuk fraksi volume 32SK + 8KJ).

Kekuatan ini jauh melampaui syarat minimum $0,03 \text{ J/mm}^2$, menunjukkan bahwa komposit ini memiliki ketahanan yang sangat baik terhadap impak dan sangat cocok untuk aplikasi di bumper mobil, bahkan di kondisi yang membutuhkan ketahanan impak yang lebih tinggi.

Berdasarkan hasil uji impak, komposit dengan perendaman NaOH selama 4 jam atau lebih mampu memenuhi dan bahkan melampaui syarat minimal kekuatan impak untuk bumper mobil ($0,03 \text{ J/mm}^2$). Dari segi fraksi volume, komposit dengan 32SK + 8KJ pada perendaman 4 dan 6 jam menunjukkan hasil yang terbaik

E. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data, maka kesimpulan dalam penelitian ini sebagai berikut:

- 1) Fraksi volume serat serabut kelapa dan serat kulit jagung berpengaruh pada kekuatan impak. Nilai kekuatan impak terendah yakni $0,01371 \text{ J/mm}^2$ dengan fraksi volume 8% Serat Serabut Kelapa : 32% Serat Kulit Jagung : 60% Resin Polyester dan nilai tertinggi yakni $0,09767 \text{ J/mm}^2$ dengan fraksi volume 32% Serat Serabut Kelapa : 8% Serat Kulit Jagung : 60% Resin Polyester. Sehingga banyak komposisi serat
- 2) Lama perendaman serat serabut kelapa dan serat kulit jagung dengan menggunakan NaOH berpengaruh pada nilai kekuatan impak. Nilai kekuatan impak terendah yakni $0,01371 \text{ J/mm}^2$ dengan lama perendaman NaOH 5% selama 2 jam dan nilai kekuatan impak tertinggi yakni $0,09767 \text{ J/mm}^2$ dengan lama perendaman NaOH 5% selama 6 jam. Semakin lama perendaman serat serabut kelapa dengan NaOH 5% akan semakin tinggi nilai kekuatan impak.

DAFTAR PUSTAKA

Akbar, & Ningsing. (2020).

- KEKUATAN TARIK KOMPOSIT SERAT KULIT JAGUNG Rizki Rochmat Akbar Tri Hartutuk Ningsih Abstrak.** 1–6. 15(3), 354–361.
<https://doi.org/10.21107/rekayasa.v15i3.16713>
- Atiqoh, Wulandari, Ryandadari, & Ganda. (2023). View of Pengaruh Variasi Arah Serat Bambu terhadap Kekuatan Impak Komposit sebagai Material Bumper Mobil.pdf. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 8(2), 114–119.
bumper.pdf. (n.d.).
- Dharma Hermawan. (2017). **ANALISA SIFAT MEKANIK SERAT KELAPA PADA MATERIAL KOMPOSIT** Disusun oleh : DHARMA HERMAWAN.
- Fathur, Rahman, Zainal, & Abadi. (2025). *Karakteristik Sifat Mekanik Komposit Serat Bambu dan Serabut Kelapa Sebagai Material Bumper Mobil Program Studi Teknik Mesin , Universitas Negeri Padang*. 9, 2942–2952.
- Hanafi, Mulyaningsing, & Hastuti. (2023). View of **KEKUATAN TARIK KOMPOSIT HYBRID BERPENGUAT SERAT JERAMI PADI, SERAT PELEPAH PISANG, DAN FIBERGLASS SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF BUMPER MOBIL**.pdf.
- Mukhammad, A. F. H., & Setyoko, B. (2014). Studi Kelayakan Mekanik Komposit Serat Rami Acak-Polyester Sebagai Bahan Helm Standar SNI. *Traksi*, 14(2), 30–42.
- Nisa, K. S., Melyna, E., & Samida, M. R. M. (2022). Sintesis Biokomposit Serat Sabut Kelapa dan Resin Poliester dengan Alkalisasi KOH Menggunakan Metode Hand Lay-Up. *Rekayasa*, 15(3), 354–361.
<https://doi.org/10.21107/rekayasa.v15i3.16713>
- Setiawan, A., Rahmalina, D., Studi, P., Teknik, M., Universitas, M., & Jakarta, P. (n.d.). *Pengembangan Komposit Polimer Epoxy Berpenguat SERAT BAMBUN DAN SERAT SABUT KELAPA UNTUK APLIKASI RUNNING BOARDS*. 5(1), 39–47.
- Shomad, M. A., & Sofyan, A. (2020). *Analisis Karakterisasi Komposit Hybrid pada Spatbor Depan Motor Matic*. 4(2), 68–75.
- Taufiqurrahman, H., Sulardjaka, S., & ... (2022). Pengaruh Fraksi Massa Dan Arah Orientasi Serat Terhadap Kekuatan Lentur Komposit Berpenguat Serat Rami Dengan Matriks Gondorukem. *Jurnal Teknik ...*, 9(1), 81–90.
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtm/article/view/35118%0Ahttps://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtm/article/download/35118/27461>
- Yusrani, A. (n.d.). **PENGARUH VARIASI SUSUNAN SERAT DAN TEMPERATUR POST-CURING KOMPOSIT SERAT KULIT JAGUNG TERHADAP KEKERASAN**.

