Jurnal Alat Berat
https://jab.poltekba.ac.id/index.php/Heavy-Equipment
eISSN 3032-2790

Analisis Pengaruh Penyerapan Bahan Bakar Solar Terhadap *Tensile Strength* Material Komposit Berpenguat Serat Sabut Kelapa

Gigih Angga Riksa[1], Zulkifli Zulkifli[1,*], Hadi Hermansyah[1]
[1]Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Balikpapan, Jl. Soekarno Hatta KM.8, Balikpapan 76129

*zulkifli.as@poltekba.ac.id

Diterima: 08 06 2025 Direvisi: 30 06 2025 Disetujui: 05 07 2025

ABSTRAK

Kemajuan teknologi di sektor rekayasa material semakin berkembang dengan pesat. Pada perkembangannya material komposit telah mengarah pada penggunaan serat alam sebagai *filler*. Melimpahnya limbah sabut kelapa yang belum banyak dimanfaatkan, dapat digunakan sebagai bahan komposit. Dalam penelitian ini yang digunakan adalah serat sabut kelapa dan polimer *epoxy* sebagai metrik dengan komposisi serat 10% dan *epoxy* 90%. Dalam penelitian ini dibuat 4 papan komposit untuk direndam dalam solar dengan variasi waktu yang berbeda dengan tujuan mengetahui daya serap dan pengaruh penyerapan solar terhadap material komposit. Setelah keseluruhan spesiment telah direndam dalam variasi waktu yang berbeda yaitu 0,5,10 dan 15 hari, spesimen dibentuk menjadi sampel-sempel uji yang akan di uji tarik untuk mengetahui perubahan kekuatan yang terjadi dengan penggunaan standart uji ASTM D 638-02a tipe 1. Hasil penyerapan sebesar 0,00046% pada spesimen perlakuan perendaman 15 hari. Hasil pengujian tarik tertinggi didapatkan pada spesimen 15 hari perendaman dengan nilai rata-rata tegangan tarik 39,42 Mpa, nilai rata-rata beban maksimum 2575,72 N, nilai rata-rata modulus elastisitas 7516 Mpa dan regangan tarik 0,01. Hasil terendah pada spesimen 0 hari perendaman/tanpa perlakuan dengan nilai rata- rata tegangan tarik 30,21 Mpa, nilai rata-rata beban maksimum 1984,28, nilai rata-rata modulus elastisitas 2726 Mpa dan nilai rata-rata regangan tarik 0,022.

Kata kunci: Komposit, serat sabut kelapa, perlakuan solar, tarik

ABSTRACT

Technological advances in the field of materials engineering are developing rapidly. In this context, composite materials increasingly incorporate natural fibers as fillers. Given the abundance of coconut husk waste, which remains largely untapped, it can be effectively utilized as a composite material. In this study, the natural fiber used is coconut husk fiber, while the matrix is an epoxy polymer, with a fiber composition of 10% and epoxy of 90%. Four composite panels were created and immersed in solar radiation for varying durations to determine their absorption capacity and the effect of solar exposure on the composite material. After immersing all specimens for different durations (0.5, 10, and 15 days), the specimens were shaped into test samples to be subjected to tensile testing, following the ASTM D 638-02a Type 1 test standard. The absorption rate was found to be 0.00046% for the specimen subjected to 15 days of immersion. From the tensile testing results, the highest values were obtained from the 15-day immersion specimen, with an average tensile stress of 39.42 MPa, an average maximum load of 2575.72 N, an average elastic modulus of 7516 MPa, and a tensile strain of 0.01. The lowest values were observed in the 0-day immersion/untreated specimen, with an average tensile stress of 30.21 MPa, an average maximum load of 1984.28 N, an average elastic modulus of 2726 MPa, and an average tensile strain of 0.022.

Keywords: Composite, coconut husk fiber, solar treatment, tensile

PENDAHULUAN

Penggunaan logam sebagai bahan untuk tangki penyimpanan bahan bakar menimbulkan kontak langsung antara bahan bakar dan material tangki. Tangki yang terbuat dari carbon steel dengan biaya yang relatif rendah tentu memiliki beberapa kelemahan. Jika tangki tidak sering terisi penuh, selama periode tertentu, bagian dalam tangki dapat mengalami proses korosi atau pembentukan karat. Beberapa faktor yang berkontribusi terhadap korosi mencakup kondisi fisik dinding tangki, seperti tekanan, suhu, dan kelembaban, yang dapat dipengaruhi oleh adanya H_2S dan H_2O. Jika proses korosi ini dibiarkan terus berlanjut, hal ini dapat berakibat sangat serius, yaitu menyebabkan kebocoran pada tangki [1].

Seiring dengan pesatnya kemajuan teknologi saat ini, penelitian juga terus berkembang di berbagai bidang, baik dalam penemuan-penemuan baru maupun pengembangan dari yang sudah ada. Salah satu area yang menarik perhatian adalah komposit berbasis serat yang memiliki beragam variasi. Pengembangan komposit yang menggunakan serat alami semakin intensif dilakukan, mengingat penggunaannya yang luas dalam berbagai aspek kehidupan serta tuntutan untuk menggunakan material yang terjangkau, mudah diakses, ringan, memiliki sifat mekanik yang kuat, tahan terhadap korosi, dan ramah lingkungan. Hal ini menjadikan komposit berbasis serat se bagai alternatif yang ideal selain logam [2].

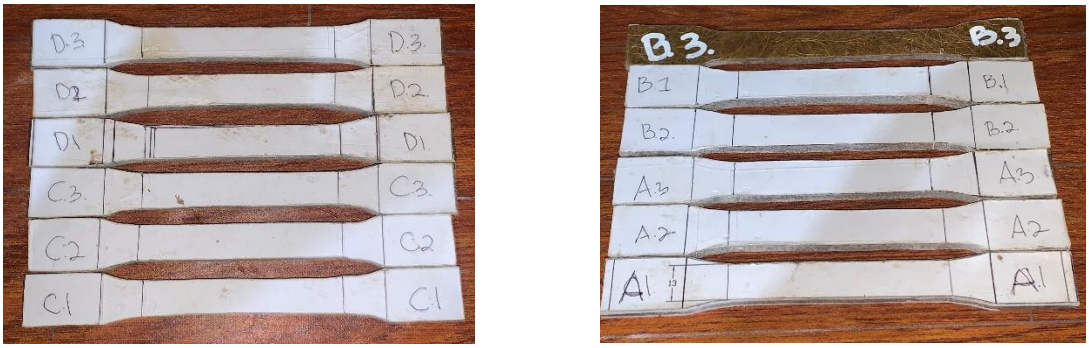
Salah satu jenis serat alami yang banyak ditemukan di Indonesia adalah serat sabut kelapa. Rata-rata produksi buah kelapa di Indonesia mencapai 15,5 miliar butir per tahun, yang setara dengan 3,02 juta ton kopra, 3,75 juta ton air kelapa, 0,75 juta ton arang tempurung, 1,8 juta ton serat sabut, dan 3,3 juta ton debu sabut. Menurut data dari e-smartschool, sabut kelapa menyumbang sekitar 35% dari total berat buah kelapa, dengan ketebalan sabut berkisar antara 5 hingga 6 cm, yang terdiri dari lapisan luar (exocarpium) dan lapisan dalam (endocarpium). Di Indonesia, rekayasa material komposit berbasis sabut kelapa masih terbatas. Teknik pemanfaatan limbah ini dapat meningkatkan kegunaan sabut kelapa dan, pada akhirnya, menambah nilai ekonominya [3]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis dan memahami pengaruh penyerapan bahan bakar solar terhadap kekuatan tarik material komposit yang diperkuat dengan serat sabut kelapa.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada Workshop Teknik Mesin Politeinik Negeri balikpapan. Serat sabut kelapa diambil dari pedagang lokal di area Balikpapan, serat yang didapat dari pedagang dibersihkan menggunakan air, lalu serat yang sudah bersih direndam didalam larutan alkali (NaOH 5%) selama 2 jam, setelah itu serat dicuci bersih menggunakan air, lalu direndam kembali menggunakan larutan (H_2O_2 3%) selama satu jam. Selanjutnya serat di cuci bersih menggunakan air, dan dikeringkan pada suhu ruangan. Komposisi volume dari komposit yang digunakan adalah 10% serat dan 90% matriks, bahan matriks yang digunakan yaitu *epoxy* dengan perbandingan 70% resin dan 30% katalis. Material komposit dibuat menggunakan metode press mold dengan ukuran cetakan 18,5 cm x 18,5 cm dengan tebal 0,5 cm. Dalam penelitian ini dibuat 4 plat komposit dan direndam ke dalam solar dengan variasi lama perendaman 0 hari (tanpa perendaman), 5, 10 dan 15 hari perendaman, material yang direndam ke dalam solar ditimbang setiap hari pada jam 12 siang untuk mengetahui perubahan berat komposit dengan menggunakan timbangan digital. Wadah perendaman diletakan di luar ruangan ketika pagi hingga sore hari. Selanjutnya plat material komposit akan dibentuk menjadi spesimen pengujian tarik dengan mengacu pada standar uji tarik ASTM D638-02a tipe 1 untuk selanjutnya dilakukan pengujian

Volume 02 No. 02, bulan Juli, tahun 2025
DOI: https://doi.org/10.32487/jab.v2i2.36
Disebarluaskan di bawah lisensi CC BY-NC 4.0

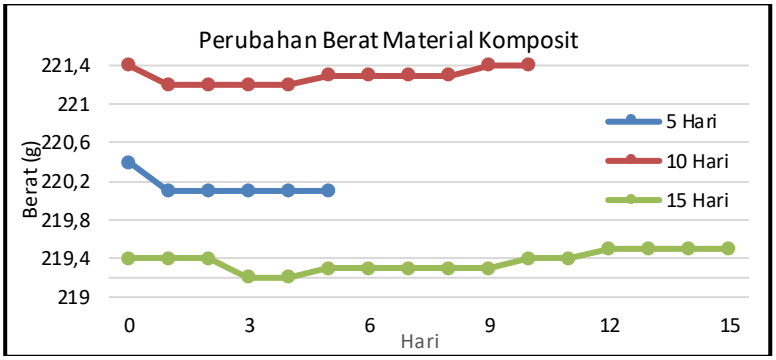
tarik. Setelah itu dilakukan pengamatan pada daerah patahan, dengan mengambil foto makro menggunakan kamera *handphone redmi note 10 pro* yang memiliki fitur foto makro dengan perbesaran 5 kali untuk mengamati model patahan pada material dan serat.



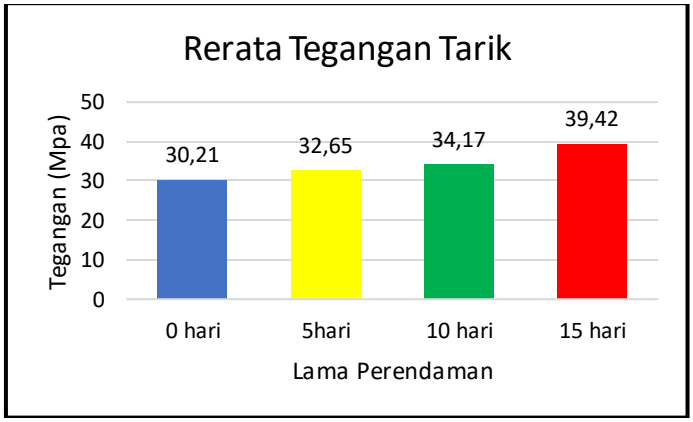
Gambar 1. Spesimen uji tarik ASTM D638-02a tipe 1

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Daya Serap Material Komposit, Pengujian Tarik Dan Foto Makro

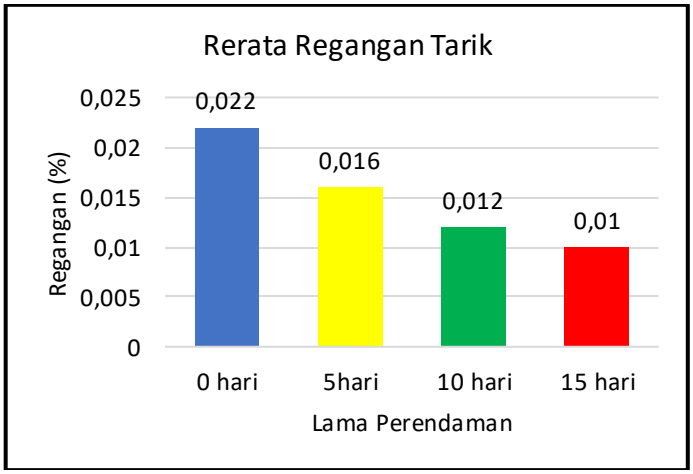


Gambar 2. Grafik perubahan berat material komposit

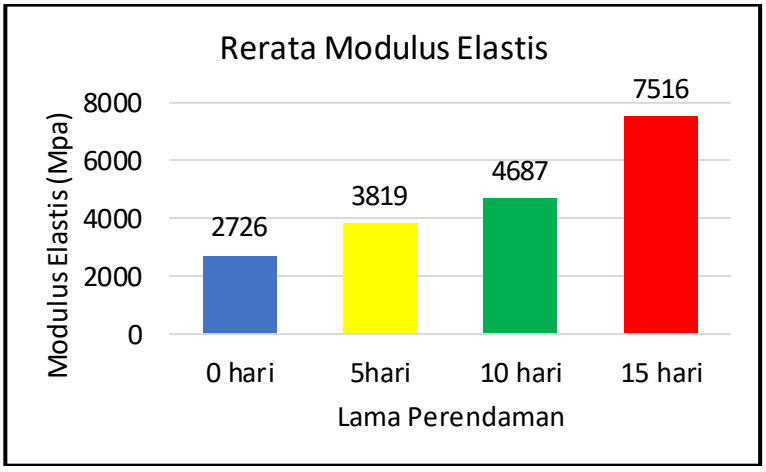


Gambar 3. Diagram hubungan lama perendaman vs tegangan tarik

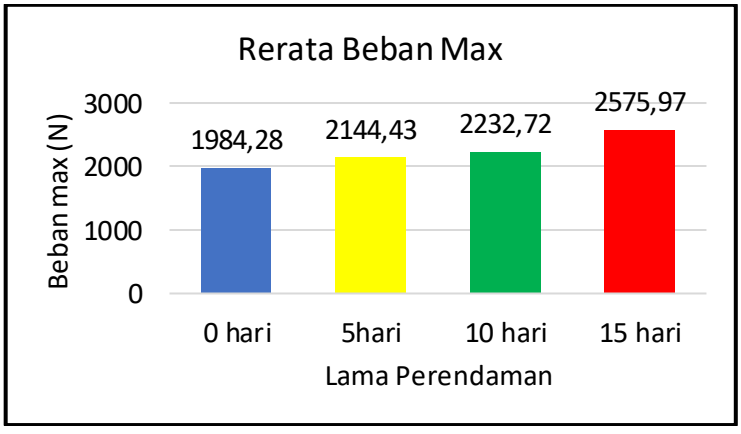
Volume 02 No. 02, bulan Juli, tahun 2025
DOI: https://doi.org/10.32487/jab.v2i2.36
Disebarluaskan di bawah lisensi CC BY-NC 4.0



Gambar 4. Diagram hubungan lama perendaman vs regangan tarik



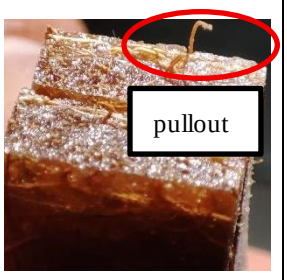
Gambar 5. Diagram hubungan lama perendaman vs modulus elastis



Gambar 6. Diagram hubungan lama perendaman vs beban maksimum

Volume 02 No. 02, bulan Juli, tahun 2025
DOI: https://doi.org/10.32487/jab.v2i2.36
Disebarluaskan di bawah lisensi CC BY-NC 4.0

Tabel 1. Hasil foto makro

Hari	A	B	C
0			
5			
10			
15			

Analisa Hasil Pengujian Daya Serap Material Komposit

a) Spesimen perendaman 5 hari

Pada spesimen 5 hari perendaman data hasil timbang spesimen menunjukan penurunan berat hingga akhir perendaman pada hari ke lima, dengan berat awal spesimen 220,4 gram turun hingga 220,1 gram yang dapat dilihat pada gambar 2. Karakteristik serat alami menunjukkan bahwa

Volume 02 No. 02, bulan Juli, tahun 2025
DOI: https://doi.org/10.32487/jab.v2i2.36
Disebarluaskan di bawah lisensi CC BY-NC 4.0

kemampuannya dalam menyerap air jauh lebih tinggi dibandingkan dengan polyester itu sendiri. Serat alami dengan kemampuan menyerap air antara 11% hingga 12% membuat komposit yang diperkuat dengan serat alami mampu menyerap lebih banyak air dibandingkan polyester. Selain itu, semakin besar fraksi volume serat dalam komposit, semakin tinggi pula tingkat penyerapan air. Hal ini juga disebabkan oleh ikatan antara matriks dan serat yang menciptakan celah, sehingga air dapat masuk melalui proses kapilarisasi.[4] Akan tetapi hal itu berlawanan dengan hasil timbang spesimen 5 hari yang mengalami penurunan berat, penulis menganalisa kembali ke proses pembuatan bahwa hal ini terjadi akibat dari penggunaan mirror glass wax pada saat pencetakan dan terikutnya material pengotor yang tidak diinginkan sehingga ketika spesimen 5 hari direndam didalam solar material pengotor perlahan lepas dan menyebabkan berat material berkurang yang awalnya 220,4 gram turun menjadi 220,1 gram.

b) Spesimen perendaman 10 hari
Serupa dengan spesimen yang direndam selama 5 hari, spesimen yang direndam selama 10 hari juga menunjukkan penurunan berat dari hari pertama hingga hari keempat. Sama halnya dengan spesimen 5 hari perendaman, penurunan berat spesimen terjadi akibat dari penggunaan *mirror glass wax* pada saat pencetakan sehingga masih ada sedikit *mirror glass wax* yang menempel pada spesimen dan terikutnya material pengotor yang tidak diinginkan sehingga ketika spesimen direndam didalam solar material pengotor perlahan lepas dan menyebabkan berat material berkurang yaitu berat awal 221,4 gram dan 221,2 gram pada hari ke 4 perendaman. Pada hari kelima perendaman, berat mulai meningkat menjadi 221,3 gram, dan pada hari kesepuluh, beratnya menjadi 221,4 gram. Hal ini sejalan dengan landasan teori yang menyatakan bahwa serat alami memiliki kemampuan menyerap air antara 11% hingga 12% [4].

c) Spesimen 15 hari perendaman
Pada spesimen 15 hari perendaman didapatkan hasil data timbang yang cenderung stabil, pada 2 hari awal perendaman hasil timbang tidak mengalami perubahan, tetap pada nilai 219,4 gram hal ini tidak sesuai dengan teori absorsi karena berat material tidak mengalami pertambahan, akan tetapi merujuk pada teori lain yaitu matrik sebagai pengisi ruang dalam komposit, memiliki peran yang sangat penting dalam mentransfer tegangan, melindungi serat dari pengaruh lingkungan, serta menjaga permukaan serat agar tidak terpengaruh oleh pengikisan.[5] Dari teori tersebut fungsi matrik yang menyebabkan tidak terjadinya pertambahan berat pada dua hari awal spesimen 15 hari adalah fungsi metrik sebagai pelindung serat dari lingkungan sehingga tidak terjadi penyerapan dikarenakan serat tertutupi metriks secara sempurna. Pada hasil timbang hari ke 3 yang menunjukkan adanya penurunan berat dari berat hari ke 2 yaitu 219,4 gram turun menjadi 219,2 gram dengan indikasi yang sama penulis menganalisa adanya pengotor yang terlarut sehingga terjadi penurunan berat spesiment. Pada hasil timbang selanjutnya menunjukkan adanya pertambahan berat spesimen hal ini menandakan bahwa pengotor yang sebelumnya menempel pada spesimen telah menutupi pori-pori material sehingga ketika pengotor terlepas barulah terjadi proses penyerapan, penyerapan mulai terjadi sejak hari keempat perendaman dan terus meningkat secara stabil hingga hari ke-12, dengan berat awal 219,2 gram yang meningkat menjadi 219,5 gram pada hari ke-12. Selanjutnya, pada hari ke-12, hasil pengukuran menunjukkan bahwa berat material cenderung stabil, tanpa ada penambahan atau pengurangan berat hingga hari terakhir perendaman.

Analisa Hasil Pengujian Tarik Material Komposit

Perlakuan perendaman dibawah sinar matahari menunjukkan pengaruh terhadap spesimen, kembali pada landasan teori dimana dikatakan resin *epoxy* merupakan jenis dari polimer thermoset dengan sifat apabila menerima perlakuan panas material tidak melunak melainkan semakin keras hingga batasan tertentu. Hasil uji tarik untuk spesimen yang tidak direndam (0 hari perendaman) menunjukkan hasil terendah, dengan nilai rata-rata tegangan tarik sebesar 30,21 MPa, nilai rata-rata

DOI: https://doi.org/10.32487/jab.v2i2.36
Disebarluaskan di bawah lisensi CC BY-NC 4.0

beban maksimum 1984,28 N, nilai rata-rata modulus elastisitas mencapai 2726 MPa, dan nilai rata-rata regangan tarik sebesar 0,022.

Hasil uji tarik spesimen dengan perlakuan solar 5 hari tidak jauh berbeda dengan tanpa perlakuan, untuk spesimen 5 hari perendaman memiliki nilai hasil uji tarik yang lebih tinggi dari spesimen 0 hari dengan nilai rata-rata tegangan tarik sebesar 32,65 Mpa, nilai rata-rata beban maksimum 2144,43 N, nilai rata-rata modulus elastisitas 3819 Mpa dan nilai rata- rata regangan tarik 0,016. Sedangkan hasil pengujian untuk spesimen 10 hari perendaman cenderung meningkat dari spesimen 5 hari perendaman dengan nilai rata-rata tegangan tarik 34,17 Mpa, nilai rata-rata beban maksimum 2232,72 N, nilai rata-rata modulus elastisitas 4687 Mpa dan nilai rata-rata regangan tarik 0,012, dan adapun hasil uji tertinggi didapati pada hasil uji spesimen 15 hari perendaman dengan nilai rata-rata tegangan tarik 39,42 Mpa, nilai rata-rata beban maksimum 2575,97 N, nilai rata-rata modulus elastisitas 7516 Mpa dan regangan tarik 0,01.

Hasil pengujian tarik menunjukkan nilai tertinggi pada spesimen yang direndam selama 15 hari, dengan rata-rata tegangan tarik mencapai 39,42 MPa dan terendah pada spesimen tanpa perlakuan perendaman solar dengan nilai rata- rata tegangan tarik 30,21 Mpa, hal ini disebabkan oleh proses perendaman dilakukan diluar ruangan pada saat pagi hingga sore hari sehingga wadah perendaman terkena terik matahari secara langsung hal ini memungkinkan temperature pada solar meningkat, yang pada akhirnya memengaruhi sifat material komposit. Temperatur yang lebih tinggi dapat mempercepat proses pembentukan ikatan silang (cross-linking) dalam material komposit berbasis polimer termoset. Menurut teori, polimer termoset tidak mencair atau meleleh ketika dipanaskan, Sebaliknya, material menjadi lebih keras karena panas mendorong pembentukan ikatan silang yang lebih banyak dan lebih kuat. [6]. Proses ini meningkatkan kekerasan material, yang berkontribusi pada peningkatan kekuatan tarik setelah perendaman selama 15 hari, hal ini sejalan dengan makin meningkatnya tegangan tarik seperti yang di perlihatkan diagram pada gambar 3.

Berdasarkan dari rerata hasil pengujian keempat spesimen di dapatkan hasil semakin lama spesimen direndam kekuatan material cenderung meningkat stabil, hal ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh R. Alhusnaini (2016) yang melakukan penelitian tentang pengaruh perendaman solar terhadap material komposit serat pelepah kelapa sawit dengan variasi perendaman solar 0,3,6,dan 9 hari perendaman dengan hasil tertinggi pada spesimen 9 hari perendaman dengan nilai rerata tegangan tarik sebesar 32,580 Mpa, dan terendah pada spesimen tanpa perendaman dengan nilai rerata tegangan tarik sebesar 23,313.

Analisa Hasil Foto Makro

Berdasarkan tabel 1 penulis menganalisa struktur patahan dari semua spesimen, pada spesimen perendaman tidak terlihat pembusukan pada serat hal ini merujuk pada teori tentang matrik yaitu matrik sebagai pengisi dalam komposit memainkan peran krusial dalam mentransfer tegangan, melindungi serat dari pengaruh lingkungan, serta menjaga permukaan serat agar tidak tererosi [6]. Dari teori tersebut fungsi matrik yang menyebabkan tidak terjadinya pembusukan pada serat karena serat terlindungi oleh matrik dengan sempurna.

Pada spesimen 0 hari atau tanpa perendaman memiliki struktur patahan yang cenderung lebih halus dibandingkan dengan struktur patahan pada spesimen 5,10 dan 15 hari perendaman yang cenderung terlihat lebih kasar seperti yang ditunjukan pada tabel 1 pada sampel 15 B, hal ini sejalan dengan hasil pengujian tarik pada gambar 4 yang menunjukan penurunan regangan di setiap semakin lama spesimen direndam hal ini mengindikasikan bahwa material bertambah getas, hal ini disebabkan oleh proses perendaman dilakukan diluar ruangan pada saat pagi hingga sore hari sehingga wadah

DOI: https://doi.org/10.32487/jab.v2i2.36
Disebarluaskan di bawah lisensi CC BY-NC 4.0

perendaman terkena terik matahari secara langsung hal ini memungkinkan *temperature* pada solar meningkat, sehingga semakin lama perendaman solar mengakibatkan material terkena panas lebih lama sehingga mempengaruhi kekerasan material komposit, kembali kelandasan teori dimana dikatakan bahwa thermoset adalah polimer yang tidak dapat mencair atau meleleh saat dipanaskan disebut polimer termoset. Polimer ini menjadi lebih keras ketika dipanaskan karena suhu tinggi memudahkan terbentuknya ikatan silang [6].

Pada tabel 1 yaitu pada sampel 5 C masih terdapat sedikit fenomena *fiber pullout*, hal ini masih sangat mungkin terjadi karena ukuran serat yang bervariasi dan saat proses pencetakan serat disusun acak atau tidak beraturan sehingga sangat memungkinkan serat tertarik keluar dari matriks sebelum mengalami putus.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian material komposit yang diperkuat dengan serat sabut kelapa di atas, dapat disimpulkan sebagai berikut: Laju penyerapan material komposit setelah dilakukan perendaman selama 15 hari adalah 0,00046%. Dari hasil pengujian tarik didapatkan hasil tertinggi pada spesimen 15 hari perendaman dengan nilai rata-rata tegangan tarik 39,42 Mpa, nilai rata-rata beban maksimum 2575,72 N, nilai rata-rata modulus elastisitas 7516 Mpa dan regangan tarik 0,01. Dan hasil terendah pada spesimen 0 hari perendaman/tanpa perlakuan dengan nilai rata- rata tegangan tarik 30,21 Mpa, nilai rata-rata beban maksimum 1984,28, nilai rata-rata modulus elastisitas 2726 Mpa dan nilai rata-rata regangan tarik 0,022. Foto makro menunjukkan minimnya adanya void, yang mengindikasikan bahwa metode pencetakan press molding cukup efektif dalam mengurangi void, pada spesimen perendaman solar didapati patahan getas disebabkan oleh meningkatnya kekerasan yang terjadi karena proses perendaman dibawah sinar matahari pada saat pagi hingga sore hari dan terdapat Fenomena fiber pullout yang sedikit terjadi karena adanya variasi ukuran serat yang cukup besar, sehingga interaksi antara serat dan matriks menjadi kurang kuat serta susunan serat acak mengakibatkan sebagian serat tertarik keluar dari matriks sebelum mengalami putus/patahan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] N. Mulyaningsih, J. T. Mesin, and U. Tidar, "Pengaruh Kondisi Media Terhadap Daya Tahan Korosi Tangki Penampungan Solar," vol. 1, no. 9, 2018.

[2] J. Daud Johanis Abanat, A. Purnowidodo, Y. Surya Irawan, J. Teknik Mesin Politeknik Negeri Kupang, and J. Adi Sucipto Panfui POBOX, "Pengaruh Fraksi Volume Serat Pelepah Gebang (Corypha Utan Lamarck) Terhadap Sifat Mekanik Pada Komposit Bermatrik Epoksi," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 352–361, 2012.

[3] F. Astuti, S. Pratapa, S. Suasmoro, T. Triwikantoro, and Y. Cahyono, "Pengolahan Limbah Sabut Kelapa Menggunakan Mesin Pencacah dalam Upaya Pemanfaatannya sebagai Produk Tepat Guna di Desa Candimulyo - Dolopo - Madiun," *Sewagati*, vol. 7, no. 3, pp. 1–6, 2023, doi: 10.12962/j26139960.v7i3.504.

[4] P. Lokantara, N. Putu, and G. Suardana, "Studi Perlakuan Serat Serta Penyerapan Air Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Tapis Kelapa/Polyester," *J. Ilm. Tek. Mesin CakraM*, vol. 3, no. 1, pp. 49–56, 2009.

[5] T. Mesin, U. Sam, and R. Manado, "Analisis Sifat Mekanik Material Komposit," vol. d, 2013.

[6] R. ALHUSNAINI," Analisa Pengaruh Penyerapan Bahan Bakar Sol. Terhadap Kekuatan Tensile Mater. Komposit Berpenguat Serat Pelepah Sawit, vol. 1, p. 47, 2016.

Volume 02 No. 02, bulan Juli, tahun 2025
DOI: https://doi.org/10.32487/jab.v2i2.36
Disebarluaskan di bawah lisensi CC BY-NC 4.0