

Pengaruh Ukuran Serbuk Sabut Kelapa Bermatrix Polyester Terhadap Uji Bending dan Uji Scanning Electron Microscopy (SEM)

Gugun Gundara^{1*}, Asep Romi Ramadhan², Acep Wagiman³

*Email corresponding author: gugun@umtas.ac.id

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya, Indonesia
Jl. Tamansari km 2.5 Gobras, Tasikmalaya Kode pos 46196 Telp. 0265 2350982

Article history: Received: 22 November 2022 | Revised: 04 April 2023 | Accepted: 05 April 2023

Abstract. Coconut plants are plants that are often found in all corners of the archipelago, so that natural products in the form of coconut in Indonesia are very abundant. Coconut fiber waste has the potential to be used as a reinforcement for new materials in composites. Coconut coir contains fiber which is an alternative natural fiber material in the manufacture of composites. The purpose of this study was to determine the effect of coco coir powder size on mechanical properties (bending test and SEM test) with coco coir powder size of 20, 40, 60 mesh with a volume fraction of 30% and following the ASTM D 790-03 composite material standard. SEM testing was carried out to determine differences in the surface conditions of the specimen due to fracture and the manufacturing process using the hand lay up method, SEM photos were used to analyze the morphology of the coconut powder composite with a polyester matrix. The results of the ASTM D 790-03 bending test resulted in the average bending strength values, namely 86,81 MPa resin specimens, 49,06 MPa 20 mesh specimens, 48,42 Mpa 40 mesh specimens, 45,44 Mpa 60 mesh specimens. The results of the SEM photo show that the powder is not completely bonded, so there are still voids and cracks in the empty matrix area, this can be caused by air trapping in the composite during molding.

Keywords - Coconut fiber, Mechanical properties, Polyeste, Powder

Abstrak. Tanaman kelapa merupakan tanaman yang banyak dijumpai diseluruh pelosok Nusantara, sehingga hasil alam berupa kelapa di Indonesia sangat melimpah. Limbah serat buah kelapa sangat potensial digunakan sebagai penguat bahan baru pada komposit. Sabut kelapa mengandung serat yang merupakan material serat alami alternatif dalam pembuatan komposit. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh ukuran serbuk sabut kelapa terhadap sifat mekanis (uji bending dan uji SEM) dengan ukuran serbuk sabut kelapa 20, 40, 60 mesh fraksi volume 30% dan mengikuti standar material komposit ASTM D 790-03. Pengujian SEM dilakukan untuk mengetahui perbedaan kondisi permukaan spesimen akibat patahan dan proses pembuatan menggunakan metode hand lay up, foto SEM digunakan untuk menganalisa morfologi komposit serbuk kelapa dengan matrik polyester. Hasil penelitian uji bending ASTM D 790-03 menghasilkan nilai kekuatan bending rata-rata yaitu pada spesimen resin 86,81 MPa, spesimen ukuran 20 mesh 49,06 MPa, spesimen ukuran 40 mesh 48,42 Mpa, spesimen ukuran 60 mesh 45,44 Mpa. Hasil foto SEM Menunjukkan bahwa serbuk belum terikat sempurna, sehingga masih terdapat void dan retakan di daerah matriks yang kosong hal ini bisa disebabkan oleh terperangkapnya udara dalam komposit pada saat pencetakan.

Kata Kunci – Polyester, Sabut kelapa, Serbuk, Sifat mekanis

PENDAHULUAN

Tanaman kelapa merupakan tanaman yang banyak dijumpai diseluruh pelosok Nusantara, sehingga hasil alam berupa kelapa di Indonesia sangat melimpah. Sampai saat ini pemanfaatan limbah berupa sabut kelapa masih terbatas pada industri-industri mebel dan kerajinan rumah tangga dan belum diolah menjadi produk teknologi[1]. Beberapa tahun ini industri bahan teknik terutama material komposit sudah mulai dilirik dan dikembangkan penggunaannya untuk alat transportasi baik darat, laut, maupun udara. Salah satu perkembangan material komposit yang pesat yaitu pada bidang otomotif. Sifat mekanik dan tahan korosi merupakan salah satu keunggulan material komposit yang dapat menyaingi material logam[2]. Komposit terdiri dari dua unsur utama yang biasa disebut dengan matriks dan penguat alam kayu bangkirai dengan matriks poliester (reinforcement).bagian komposit yang mempunyai fraksi volume terbesar. Matriks berfungsi sebagai pengikat partikel yang digunakan, dengan tujuan agar partikel tetap berada pada tempatnya[3].

Sabut kelapa mengandung serat yang merupakan material serat alami alternatif dalam pembuatan komposit. Serat kelapa ini mulai dilirik penggunaannya karena selain mudah didapat, murah, dapat mengurangi polusi lingkungan (biodegradability) sehingga penggunaan sabut kelapa sebagai serat dalam komposit akan mampu mengatasi permasalahan lingkungan yang mungkin timbul dari banyaknya sabut kelapa yang tidak dimanfaatkan.

Komposit ini ramah lingkungan serta tidak membahayakan kesehatan sehingga pemanfaatannya terus dikembangkan agar dihasilkan komposit yang lebih sempurna dan lebih berguna[4]. Kekuatan komposit berpenguat serat alam dipengaruhi oleh penyebaran serat, interaksi antara serat dengan matriks, bagaimana serat itu diperoleh, ukuran serat, dan bentuk serat. Umumnya, kandungan lignin yang tinggi terdapat pada serat sabut kelapa hal ini membuat serat lebih keras dan kaku, dibandingkan dengan serat lainnya serta Lignin ini bersifat hydrophobic[5]. Selain itu serat alam memiliki keunggulan dibandingkan serat sintetis antara lain bersifat renewable, bisa didaur ulang (recyclable), tidak berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan, memiliki sifat mekanis lebih baik, tidak menyebabkan abrasi pada alat, dan harganya lebih murah serta densitas yang lebih rendah. Diamana serat alam adalah serat yang dapat langsung diperoleh dari alam[6]. Serbuk alami dijadikan sebagai bahan komposit, serbuk alami memiliki keunggulan diantaranya lebih kuat terhadap korosi, sifat mekanik dari serbuk alami cukup memadai untuk pembebanan yang tidak terlalu tinggi[7]. Salah satu unsur utama penyusun bahan komposit adalah penguat (*reinforced*) yaitu serbuk. Serbuk inilah yang terutama menentukan karakteristik bahan komposit, seperti kekakuan, kekuatan serta sifat-sifat mekanis lainnya[8].

Kekuatan bending atau kekuatan lengkung adalah tegangan bending terbesar yang dapat diterima akibat pembebanan luar tanpa mengalami deformasi yang besar atau kegagalan. Besar kekuatan bending tergantung pada jenis material dan pembebanan. Akibat pengujian bending, bagian atas spesimen mengalami tekanan, sedangkan bagian bawah akan mengalami tegangan tarik. Dalam material komposit kekuatan tekannya lebih tinggi dari pada kekuatan tariknya. Karena tidak mampu menahan tegangan tarik yang diterima, spesimen tersebut akan patah[9]. SEM (*Scanning Electron Microscopy*) adalah peralatan untuk menguji/melihat struktur permukaan sampel dengan perbesaran sampai dengan 1.000.000 x. SEM merupakan mikroskop elektron yang dapat digunakan untuk mengamati morfologi permukaan dalam skala mikro dan nano. Teknik analisis SEM menggunakan elektron sebagai sumber pencitraan dan medan elektromagnetik sebagai lensanya[10]

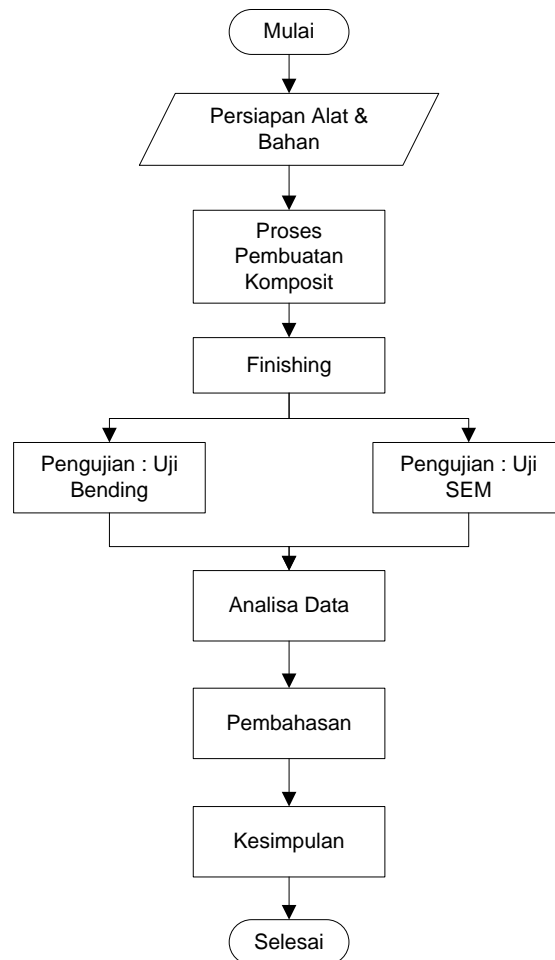
Penelitian yang telah dilakukan oleh Nurhajati, (2011). Mengungkapkan bahwa komposit yang dihasilkan dilakukan pengujian terhadap kondisi morfologi komposit, karakterisasi gugus fungsi, dan sifat fisis. Hasil uji morfologi komposit dengan scanning electron microscopy (SEM) menunjukkan telah terbentuk campuran yang homogen antara serbuk sabut kelapa dan sampah styrofoam, dan hasil terbaik ditunjukkan oleh komposit dengan compatibilizer maleat anhidrida. Karakterisasi gugus fungsi melalui FTIR menunjukkan munculnya puncak baru pada transmitansi 1728 cm yang dibentuk dari reaksi esterifikasi dari gugus OH dalam serbuk sabut kelapa. Komposit dengan compatibilizer maleat anhidrid menunjukkan sifat fisis terbaik yaitu berat jenis 1,2 g/cm³, kekerasan 88 Shore D, kuat tarik 97,27 kg/cm², perpanjangan putus 6,37%, stabilitas dimensi untuk panjang 0,08%, dan lebar 0,1%[11]

Kemudian perbandingan ukuran serbuk juga menjadi pengaruh terhadap kekuatan pada komposit serat alam yang diayak. Penelitian yang telah dilakukan oleh Sijabat dan Saragih, (2013). Mengungkapkan bahwa komposit tempurung kelapa yang di ayak menghasilkan beberapa fase . Ukuran 50 mesh adalah serbuk yang tertinggal diayakan 70 mesh tetapi lewat dari ayakan 50 mesh, 70 mesh adalah serbuk yang tertinggal diayakan 100 mesh tetapi lewat dari ayakan 70 mesh dan 100 mesh adalah serbuk yang tertinggal diayakan 140 mesh tetapi lewat dari ayakan 100 mesh. Hasil pengujian sifat-sifat mekanik menunjukkan kekuatan tarik maksimum sebesar 42,558 MPa dihasilkan pada komposit dengan ukuran STK 70 mesh. Analisa terhadap sifat kekuatan bentur diperoleh bahwa peningkatan hanya terjadi pada ukuran STK 100 mesh 6083,47 J/m². Pada uji daya serap air, penyerapan air yang paling tinggi terjadi pada hari pertama dan STK yang paling banyak menyerap air terdapat pada ukuran STK 70 mesh[12]

Dari uraian diatas maka telah dilakukan penelitian untuk mengetahui sifat pada komposit serbuk sabut kelapa, namun campurannya menggunakan sampah styrofoa dan pengaruh serbuk yang di ayak. Oleh karena itu, perlu dikembangkan dalam meningkatkan kekuatan komposit. Penulis memiliki ide untuk merubah campurannya dengan polyester dan merubah ukuran ayakannya dengan serbuk sabut kelapa, karena polyester memiliki tingkat kekerasan yang baik untuk komposit yang dicampur dengan serbuk sabut kelapa yang di ayak. Dengan demikian penulis akan melakukan penelitian pada komposit serbuk sabut kelapa bermatrix polyester.

METODE PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Alat dan Bahan Penelitian

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini:

- Alat uji bending ASTM D790-03
- Alat uji SEM
- Cetakan spesimen
- Jangka sorong untuk mengukur spesimen
- Ayakan untuk mengayak serbuk sabut kelapa dengan ukuran 20, 40, dan 60 mesh
- Timbangan digital untuk menimbang berat serbuk sabut kelapa, resin polyester dan katalis
- Wadah sebagai tempat mencampur resin polyester, katalis dan serbuk sabut kelapa
- Amplas digunakan untuk memperhalus dan mengurangi ketebalan pada permukaan bahan komposit yang kasar
- Sarung tangan digunakan selama proses pembuatan komposit. Sarung tangan yang digunakan adalah sarung tangan karet
- Kaca digunakan untuk dasar cetakan
- Cutter digunakan untuk membantu melepaskan spesimen dari cetakan
- Sendok digunakan untuk mengaduk resin + katalis dan serbuk sabut kelapa
- Suntikan untuk pengambilan katalis
- Gelas ukur digunakan untuk menentukan massa jenis resin dan serbuk

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini:

- Resin polyester
- Katalis
- Serbuk sabut kelapa

Tahapan Persiapan Bahan

Tahap-tahap persiapan bahan sebagai berikut :

- Menyiapkan kelapa yang sudah tua sebanyak 3 butir
- Memisahkan tapas kelapa dengan bagian dalamnya
- Pisahkan serat sabut kelapa dan serbuk sabut kelapanya
- Mengeringkan serbuk sabut kelapa untuk mengurangi kadar air dibawah sinar matahari selama 2-3 hari
- Mengayak serbuk sabut kelapa dengan ayakan ukuran 20, 40, 60 mesh, hasil pengayakan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 2. Hasil pengayakan serbuk sabut kelapa

Tahapan Pembuatan Spesimen

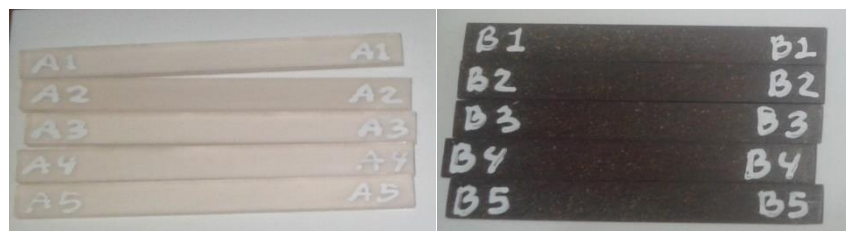
Pembuatan komposit untuk spesimen uji bending menggunakan cetakan berbahan akrilik dengan dasar kaca yang telah diolesi stempet. Metode pembuatan yang dipakai adalah cara Hand Lay-Up.

Pembuatan spesimen uji bending.

Langkah-langkah pembuatan spesimen uji bending sebagai berikut:

- Siapkan cetakan dan kaca, lalu bersihkan dari segala jenis kotoran dan debu
- Cetakan dan kaca yang sudah dibersihkan selanjutnya diolesi dengan stempet sedikit, agar pada saat resinnya mengering, spesimen dapat dilepas dengan mudah dari cetakannya
- Serbuk sabut kelapa disiapkan sesuai volume serbuk yang dibutuhkan
- Resin dan katalis disiapkan sesuai volume resin dan katalis yang dibutuhkan
- Resin dan katalis tadi diaduk dalam mangkuk/wadah setelah diaduk lalu campurkan serbuk sabut kelapa aduk lagi kurang lebih 2 menit
- Kemudian tuangkan kedalam cetakan
- Setelah 2 jam komposit dilepaskan dari cetakan, kemudian dilakukan pengeringan lanjutan di suhu ruangan hingga komposit benar-benar keras
- Setelah komposit keras amplas sedikit dengan tujuan meratakan sisi kiri dan kanan
- Ulangi langkah-langkah diatas untuk membuat spesimen dengan ukuran mesh yang lainnya.

Spesimen uji bending yang sudah selesai dibuat dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Spesimen uji bending

Hasil dan Pembahasan

Hasil Uji Bending

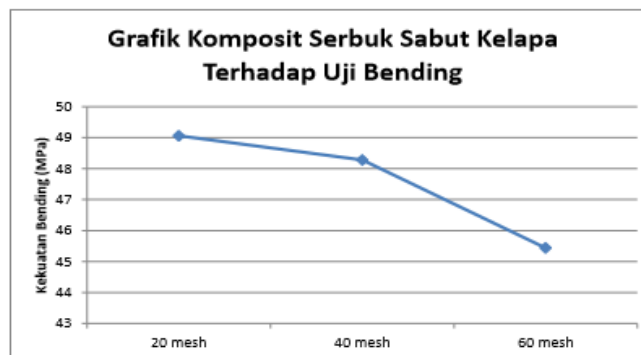
Pengujian bending dilakukan di laboratorium Politeknik ATMI Surakarta. Komposit serbuk sabut kelapa untuk mengetahui kekuatan bending akibat beban lentur spesimen. Perbedaan kekuatan bending rata-rata dari masing-masing jenis komposit tidak begitu besar, hal itu disebabkan karena matrik yang digunakan hanya satu jenis yaitu polyester. Tabel dibawah menunjukkan kekuatan bending rata-rata tertinggi diperoleh komposit serbuk sabut kelapa dengan ukuran serbuk 20 mesh yaitu 49,06 Mpa seangkan kekuatan bending rata-rata terendah diperoleh komposit serbuk sabut kelapa dengan ukuran serbuk 60 mesh yaitu 45,44 Mpa.

Dari hasil diatas dapat disimpulkan semakin tinggi kadar serbuk didapatkan penurunan kekuatan bending dari spesimen komposit serbuk sabut kelapa. Dari hasil penelitian bahwa semakin tinggi kadar serbuk kasar pada komposit serbuk sabut kelapa, maka akan membuat kekuatan menurun. Ini disebabkan karena tidak seragamnya ukuran serbuk. Sehingga memungkinkan terjadinya kesosongan ikatan antara matriks dengan penguat.

Hasil pengujian bending ditujukan pada tabel 1 dan grafik hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil pengujian bending

Jenis komposit	Fraksi volume	Kekuatan bending Rata-rata (Mpa)
Serbuk sabut kelapa ukuran 20 mesh	30%	49,06
Serbuk sabut kelapa ukuran 40 mesh	30%	48,42
Serbuk sabut kelapa ukuran 60 mesh	30%	45,44

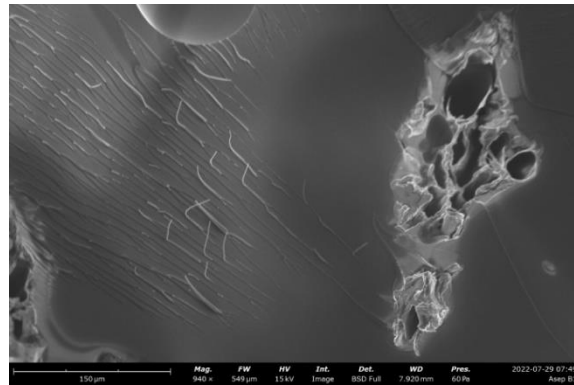


Gambar 4. Grafik komposit serbuk sabut kelapa terhadap uji bending

Hasil Pengujian SEM

Pada pengujian SEM (Scanning Electron Microscopy) dilakukan di laboratorium Universitas Muhamadiyah Surakarta (UMS), Pengujian SEM pada penelitian ini bertujuan untuk melihat morfologi dari patahan specimen.

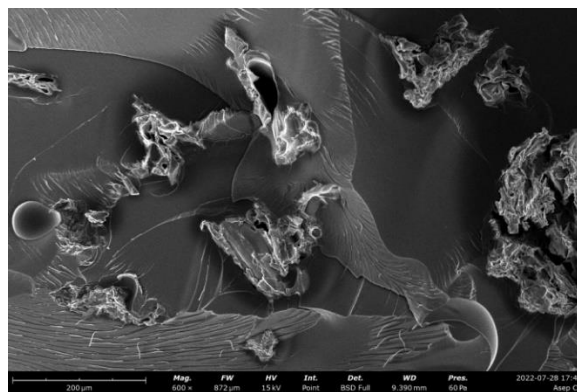
Analisis hasil pengujian SEM pada patahan komposit serbuk sabut kelapa 20 mesh



Gambar 5. Hasil Uji SEM Spesimen komposit pada patahan spesimen serbuk sabut kelapa 20 mesh

Berdasarkan gambar 5 memperlihatkan foto SEM dari sampel serbuk sabut kelapa ukuran 20 mesh. Berdasarkan gambar tersebut, terlihat keadaan morfologi dari sampel tersebut. Menunjukkan bahwa serbuk belum terikat sempurna, sehingga masih terdapat void dan retakan di daerah matriks yang kosong hal ini bisa disebabkan oleh terperangkapnya udara dalam komposit pada saat pencetakan.

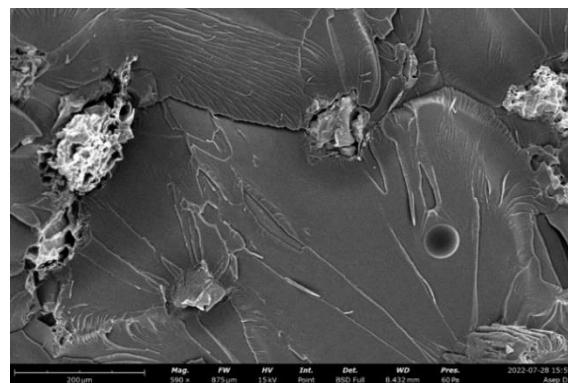
Analisis hasil pengujian SEM pada patahan komposit serbuk sabut kelapa 40 mesh



Gambar 6. Hasil Uji SEM Spesimen komposit pada patahan spesimen serbuk sabut kelapa 40 mesh

Berdasarkan gambar 6 memperlihatkan foto SEM dari sampel serbuk sabut kelapa ukuran 40 mesh. Berdasarkan gambar tersebut, terlihat keadaan morfologi dari sampel tersebut menunjukkan bahwa keadaan morfologi sampel berongga.

Analisis hasil pengujian SEM pada patahan komposit serbuk sabut kelapa 60 mesh.



Gambar 7. Hasil Uji SEM Spesimen komposit pada patahan spesimen serbuk sabut kelapa 60 mesh

Berdasarkan gambar 6 memperlihatkan foto SEM dari sampel serbuk sabut kelapa ukuran 60 mesh. Terlihat keadaan morfologi dari sampel tersebut menunjukkan bahwa pengisi/filler mempengaruhi tingkat retakan yang terjadi pada sampel.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dari material komposit matrik polyester yang diperkuat oleh Serbuk sabut kelapa dengan ukuran mesh yang berbeda (20, 40 dan 60 mesh).

1. Dari hasil uji bending yang telah dilakukan tersebut dapat disimpulkan bahwa material ini memiliki tingkat kekerasan bending yang berbedabeda. Pada spesimen resin nilai rata-rata kekuatan bending yaitu 86,812 Mpa, pada spesimen komposit serbuk sabut kelapa ukuran 20 mesh nilai rata-rata kekuatan bending yaitu 49,06 Mpa, pada spesimen serbuk sabut kelapa ukuran 40 mesh nilai rata-rata kekuatan bending yaitu 48,42 Mpa dan pada spesimen serbuk sabut kelapa ukuran 60 mesh nilai rata-rata kekuatan bending yaitu 45,44 Mpa.
2. Hasil pengujian SEM dari ketiga variasi dapat diketahui bahwa sudah terjadi homogenitas antara serbuk dan resin pada pembuatan komposit memiliki ikatan antara matrik dengan serbuknya cukup baik namun masih banyak void sehingga terjadi rongga di spesimen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-nya yang telah memberikan kekuatan bagi penulis dalam menyelesaikan penelitian ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang ikut serta membantu dalam penelitian ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Politeknik ATMI Surakarta yang telah memberikan izin penelitian uji bending dan kepada Laboratorium Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan izin penelitian uji SEM kepada penulis.

REFERENSI

- [1] I. Mawardi, A. Azwar, and A. Rizal, "Kajian perlakuan serat sabut kelapa terhadap sifat mekanis komposit epoksi serat sabut kelapa," *J. POLIMESIN*, vol. 15, no. 1, p. 22, 2017, doi: 10.30811/jpl.v15i1.369.
- [2] I. B. Dharmawan and W. Anhar, "Analisa pengaruh perlakuan kimia pada serat terhadap kekuatan impak charpy komposit serat sabut kelapa bermatriks epoxy Effect of chemical treatment of composite coir fiber with epoxy matrix on the Charpy impact strength," vol. 18, pp. 47–52, 2020.
- [3] A. D. Laksono and N. Adlina, "Pengaruh Perlakuan Alkalisasi Serat Alam Kayu Bangkirai (Shorea Laevifolia Endert) pada Sifat Mekanik Komposit dengan Matriks Poliester," vol. 5, no. 2, pp. 1–7, 2019.
- [4] D. Wiksan, M. Balfas, and F. Habib, "TERHADAP SIFAT MEKANIS KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA," *J. UMI*, pp. 37–42, 2021.
- [5] Z. D. Zulkifli Ida Bagus, "Analisa Pengaruh Perlakuan Alkalisasi Dan Hydrogen Peroksida Terhadap Kekuatan Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa Bermatriks Epoxy," *J. POLIMESIN*, no. Vol 17, No 1 (2019): Polimesin, pp. 41–46, 2019, [Online]. Available: <http://e-jurnal.pnl.ac.id/index.php/polimesin/article/view/844>.
- [6] Z. Zulkifli, H. Hermansyah, and S. Mulyanto, "Analisa Kekuatan Tarik dan Bentuk Patahan Komposit Serat Sabuk Kelapa Bermatriks Epoxyterhadap Variasi Fraksi Volume Serat," *JTT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, vol. 6, no. 2, p. 90, 2018, doi: 10.32487/jtt.v6i2.459.
- [7] S. Mardwiyani, B. D. Hariyadi, and P. N. Bengkalis, "Analisa Komposit Polimer Serbuk Kulit Kelapa Sebagai Bahan Penguat Untuk Pembuat Helm Safety," 2020.
- [8] M. Riduan and Suhardiman, "Analisis Tingkat Keausan Komposit Polymer Yang Diperkuat Serbuk Serabut Kelapa," pp. 261–29, 2019.
- [9] H. N. Beliu, Y. M. Pelle, and J. U. Jarson, "Analisa Kekuatan Tarik dan Bending pada Komposit Widuri - Polyester," *Lontar*, vol. 03, no. 02, pp. 11–20, 2016.
- [10] Y. Rianita, Chomsin S. Widodo, and Masruroh, "Studi Identifikasi Komposisi Obat dan Limbah Balur Benzoquinon (BQ) Hasil Terapi Pembaluran dengan Scanning ELectrone Microscopy (SEM)," *FMIPA Univ. Brawidjaya*, pp. 1–4, 2014.
- [11] D. W. Nurhajati, "KUALITAS KOMPOSIT SERBUK SABUT KELAPA DENGAN Matrik Sampah," vol. V, no. 2, pp. 143–151, 2011.
- [12] F. I. Sijabat and J. Saragih, "KOMPOSIT POLIESTER TAK JENUH TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN," vol. 2, no. 4, pp. 31–37, 2013.

Halaman ini sengaja dikosongkan
(This page is intentionally left blank)