ISSN J-MEEG 4 (1) (2025) 350 – 358
JURNAL TEKNIK MESIN
JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING (J-MEEG)
http://jurnal.polinema.ac.id/index.php/j-meeg

PENGARUH WAKTU PERENDAMAN ALKALI PADA SERAT AKAR WANGI TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT BERMATRIKS RESIN POLIURETAN

(EFFECT OF ALKALI IMMERSION TIME ON THE TENSILE STRENGTH OF VETIVER FIBER-REINFORCED POLYURETHANE RESIN MATRIX COMPOSITES)

Rahmat Susanto[(1)], Fajar Paundra[(1)], Muhammad Syaukani[(1)], Imam Prabowo[(2)] dan Setiyo Rojikin[(3)]

[(1)] Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sumatera
Jl. Terusan Ryacudu, Way Huwi, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung 35365
[(2)]Teknik Metalurgi UPN Veteran Yogyakarta
Jl. Padjajaran Condongcatur, Kec. Depok, Daerah Istimewa Yogyakarta 55283
[(3)]Teknik Mesin Produksi dan Perawatan PSDKU Politeknik Negeri Malang
Jl. Lingkar Maskumambang No.1, Mojoroto, Kediri, Jawa Timur 64119
Email*: fajar.paundra@ms.itera.ac.id*

Diterima: 12 Maret 2025. Disetujui: 5 Mei 2025. Dipublikasikan: 30 Mei 2025

ABSTRAK

Perlakuan alkali menggunakan larutan NaOH bertujuan untuk meningkatkan kekuatan mekanik komposit. Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh variasi waktu perendaman serat akar wangi dalam larutan NaOH terhadap kekuatan tarik komposit berbasis resin poliuretan. Serat akar wangi yang digunakan sebagai bahan penguat dipotong sepanjang 3 cm, kemudian direndam dalam larutan NaOH konsentrasi 5% dengan variasi waktu 2 jam, 3 jam, 4 jam, 5 jam, serta satu kelompok tanpa perlakuan. Setelah perendaman, serat dibilas hingga mencapai pH netral dan dikeringkan selama tiga hari. Pembuatan komposit dilakukan menggunakan metode compression molding dengan tekanan 5 bar selama 24 jam. Uji tarik dilakukan sesuai standar ASTM D638. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan alkali mempengaruhi karakteristik permukaan serat, termasuk tingkat kebersihan dan perubahan struktur. Kekuatan tarik maksimum sebesar 1,592 MPa diperoleh pada perlakuan perendaman selama 4 jam, sedangkan kekuatan tarik minimum sebesar 0,893 MPa tercatat pada perendaman selama 5 jam.

Kata Kunci: alkali; *compression molding;* komposit.

ABSTRACT

Alkali treatment using NaOH solution aims to to enhance the mechanical strength of the composite. This study investigates the effect of varying immersion durations of vetiver root fibers in a NaOH solution on the tensile strength of polyurethane-based composites. The vetiver fibers, serving as reinforcement, were cut to a length of 3 cm and immersed in a 5% NaOH solution for 2, 3, 4, and 5 hours, along with a control group without treatment. After soaking, the fibers were rinsed until reaching neutral pH and dried for three days. The composites were fabricated using the compression molding method under a pressure of 5 bar for 24 hours. Tensile tests were conducted following ASTM D638 standards. The results indicate that alkali treatment affected the surface characteristics of the fibers, including cleanliness and structural changes. The maximum tensile strength of 1.592 MPa was achieved with a 4-hour immersion, whereas the lowest tensile strength of 0.893 MPa was recorded after 5 hours of soaking.

Keywords: alkali; composite; compression molding.

PENDAHULUAN

Komposit merupakan material alternatif yang banyak digunakan, tidak hanya di bidang transportasi, tetapi juga pada sektor properti dan arsitektur. Komposit memiliki kemampuan untuk menggabungkan beberapa sifat material dengan karakteristik berbeda menjadi satu material baru yang memiliki sifat unggul sesuai dengan kebutuhan desain. Secara umum, komposit tersusun atas dua elemen utama, yaitu matriks sebagai bahan pengikat dan serat sebagai bahan penguat (*reinforcement*). Gabungan kedua unsur tersebut menghasilkan material komposit dengan sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari masing-masing material penyusunnya[1].

Serat berperan penting sebagai elemen penguat dalam komposit karena kemampuannya untuk meneruskan beban yang bekerja pada matriks. Saat ini, penggunaan serat alam sebagai bahan penguat dalam komposit semakin berkembang, karena serat alam menawarkan sejumlah keunggulan dibandingkan serat sintetis. Di antaranya adalah kekuatan spesifik dan modulus elastisitas yang tinggi, densitas yang rendah, harga yang relatif murah, ketersediaan yang melimpah, ramah lingkungan, emisi polusi yang lebih rendah, dan sifatnya yang dapat didaur ulang. Selain itu, serat alam juga memiliki kelebihan berupa ringan, tidak berbahaya bagi kesehatan, tahan terhadap korosi, dan mudah diperoleh, khususnya di Indonesia[2][3].

Namun, serat alam bersifat hidrofilik (menyerap air), sedangkan polimer umumnya bersifat hidrofobik (sulit menyerap air). Perbedaan sifat ini menyebabkan ikatan antara serat dan matriks menjadi kurang optimal. Oleh karena itu, perlakuan permukaan pada serat alam sangat diperlukan untuk meningkatkan daya ikatnya terhadap matriks. Salah satu perlakuan yang umum dilakukan adalah perendaman dalam larutan alkali (NaOH). Perlakuan ini bertujuan untuk membersihkan permukaan serat dari lignin, hemiselulosa, lilin, dan kotoran lainnya, serta meningkatkan kekasaran permukaan serat sehingga memperbaiki ikatan mekanik dengan matriks[4][2].

Salah satu jenis serat alam yang potensial dimanfaatkan dalam pembuatan komposit adalah serat akar wangi (*Vetiveria zizanioides*), yang termasuk keluarga *Poaceae*. Tanaman ini banyak ditemukan di Indonesia, khususnya di daerah Garut dan Wonosobo. Selama ini, akar wangi umumnya dimanfaatkan untuk diambil minyak atsirinya melalui proses penyulingan. Namun, setelah penyulingan, masih tersisa limbah padat akar wangi yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan dasar serat komposit. Komposit akar wangi dapat di aplikasikan untuk peredam suara, panel kendaraan dan interior lainnya. Sayangnya, kekuatan komposit berbahan dasar serat akar wangi tanpa perlakuan masih tergolong rendah, sehingga diperlukan perlakuan tambahan untuk meningkatkan sifat mekaniknya,

seperti perendaman alkali dan metode perlakuan lainnya[5].

Perlakuan alkali atau alkalisasi merupakan salah satu metode modifikasi serat untuk meningkatkan kompatibilitas antara serat dan matriks. Proses ini menghilangkan sebagian hemiselulosa, lignin, dan pektin pada serat, sehingga meningkatkan kekasaran permukaan dan menciptakan *mechanical interlocking* yang lebih baik antara serat dan matriks. Selain itu, proses alkalisasi juga dapat membuka pori-pori permukaan serat, yang berkontribusi pada peningkatan sifat mekanik komposit, seperti kekuatan tarik, kekuatan *bending*, kekuatan impak, dan modulus elastisitas. Perendaman dalam larutan NaOH diharapkan dapat melarutkan lapisan lilin, lignin, dan kotoran pada permukaan serat akar wangi, sehingga memperbaiki ikatan serat dengan matriks dan meningkatkan kekuatan tarik komposit[6][7].

Akhmad Nurdin dkk., 2020 melakukan penelitian tentang pengaruh perlakuan alkali dan variasi fraksi volume terhadap sifat mekanik komposit serat akar wangi dengan matriks epoxy. Hasil menunjukkan bahwa perlakuan alkali berpengaruh terhadap peningkatan sifat mekanik komposit, namun proporsi serat yang berlebihan justru dapat menurunkan kekuatan komposit[8].

Berdasarkan uraian tersebut, pemanfaatan serat akar wangi sebagai bahan penguat komposit belum optimal, meskipun ketersediaannya melimpah di Indonesia. Perlakuan alkali berpotensi meningkatkan kekuatan mekanik komposit berbahan serat akar wangi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu perendaman alkali terhadap kekuatan tarik komposit serat akar wangi dengan menggunakan matriks resin *polyurethane*.

MATERIAL DAN METODOLOGI

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat akar wangi (*Vetiveria Zizanioides*) sebagai bahan penguat dan *polyurethane* sebagai matriks komposit. Serat akar wangi dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan sisa kotoran dari tanah, kemuadian dipotong menjadi 3 cm dan direndam ke dalam larutan NaOH dengan konsentrasi 5%. Tujuan dari perendaman ini adalah untuk menghilangkan kotoran, minyak dan lignin yang menempel pada permukaaan serat[5][9]. Variasi waktu perendaman yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tanpa perendaman (kontrol), 2 jam, 3 jam, 4 jam, dan 5 jam. Setelah proses perendaman selesai, serat dibilas dengan air bersih hingga mencapai pH netral, kemudian dikeringkan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari langsung selama tiga hari.

Proses pembuatan komposit dilakukan dengan metode *compression molding*, di mana serat akar wangi yang telah dikeringkan dicampurkan dengan matriks polyurethane dan kemudian dicetak pada cetakan dengan dimensi 3x180x180 mm. Proses pencetakan dilakukan dengan memberikan tekanan sebesar 5 bar selama 24 jam. Setelah proses pencetakan selesai, komposit yang dihasilkan kemudian diuji kekuatan tariknya. Pengujian tarik

dilakukan menggunakan mesin uji tarik (*Universal Testing Machine*) dengan mengacu pada standar ASTM D638. Spesimen uji dibuat sesuai dengan dimensi standar, kemudian diuji untuk mendapatkan nilai kekuatan tarik maksimum dari masing-masing variasi waktu perendaman serat. Setelah diuji Tarik, patahan dianalisa untuk mengetahui karakteristik komposit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil dari pengujian terhadap kekuatan tarik pada komposit dengan variasi lama waktu perendaman NaOH terhadap akar wangi. Setelah proses pembuatan komposit, hasil cetakan komposit akar wangi di analisa secara visual. Berikut hasil cetakan komposit akar wangi.

a. Tanpa Perendaman
b. Perendaman 2 Jam
c. Perendaman 3 Jam
d. Perendaman 4 Jam
e. Perendaman 5 Jam

Gambar 1. Hasil cetakan komposit akar wangi

Gambar 1 menunjukkan hasil pembuatan komposit berbahan serat akar wangi dengan matriks polyurethane, dengan variasi waktu perendaman alkali yaitu tanpa perendaman, 2 jam, 3 jam, 4 jam, dan 5 jam. Dari hasil pengamatan visual pada masing-masing spesimen, terlihat adanya perbedaan kondisi fisik serat yang digunakan.

Gambar 1a merupakan spesimen tanpa perlakuan perendaman, serat akar wangi tampak berwarna hitam kecoklatan. Warna gelap ini disebabkan oleh banyaknya kotoran yang masih melekat pada permukaan serat. Setelah melalui proses perendaman selama 2 jam dalam larutan NaOH, serat tampak lebih bersih dibandingkan spesimen tanpa perendaman, meskipun masih terlihat beberapa kotoran yang menempel. Pada spesimen yang direndam selama 3 jam, serat terlihat semakin bersih dan struktur serat mulai tampak lebih jelas, meskipun masih terdapat sedikit sisa kotoran. Sementara itu, spesimen dengan waktu perendaman 4 jam menunjukkan serat yang sangat bersih, di mana kotoran sudah tidak terdeteksi lagi pada permukaan serat. Namun, pada perendaman selama 5 jam, meskipun serat terlihat bersih, warnanya mulai tampak pucat dan terdapat indikasi kerapuhan di beberapa bagian serat akar wangi.

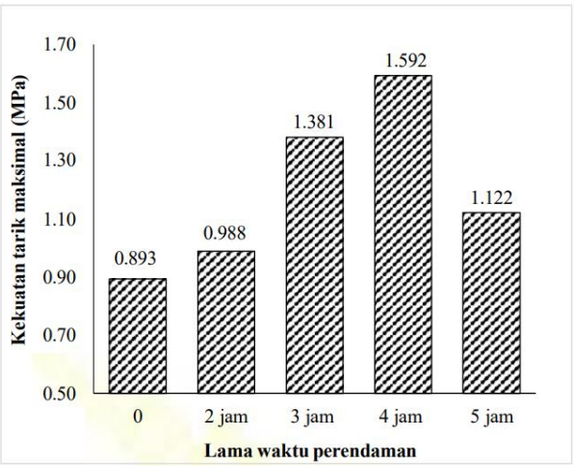
Dari pengamatan visual tanpa menggunakan alat bantu, perbedaan

kondisi fisik spesimen sudah tampak jelas. Setiap variasi perlakuan menunjukkan karakteristik yang berbeda, baik dari segi kebersihan, warna, maupun integritas struktur serat. Pengamatan difokuskan pada kondisi fisik serat, sisa kotoran yang menempel, diameter serat, serta potensi kerapuhan setelah perendaman dalam larutan NaOH.

Secara umum, semakin lama waktu perendaman serat dalam larutan NaOH, maka permukaan serat akan tampak semakin bersih akibat hilangnya kotoran, lignin, dan hemiselulosa. Pembersihan ini menyebabkan penurunan diameter serat karena lapisan luar serat terlarut, sehingga memperbesar luas permukaan kontak (*wettability*) antara serat dan matriks *polyurethane*. Hal ini berpotensi meningkatkan ikatan antara matrik dan serat pada komposit [10]. Namun, jika waktu perendaman terlalu lama, seperti pada spesimen 5 jam, dapat terjadi degradasi struktur serat yang menyebabkan kerapuhan dan penurunan sifat mekanik[11].

Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk memahami pengaruh perendaman larutan NaOH terhadap sifat mekanik material. Gambar 1 menunjukkan grafik hubungan antara waktu perendaman dan nilai kekuatan tarik maksimal yang dihasilkan pada pengujian.



Gambar 2. Grafik Perendaman NaOH Terhadap Kekuatan Tarik Maksimal

Gambar 2 menampilkan grafik yang membandingkan nilai kekuatan tarik maksimal dari semua variasi waktu perendaman serat akar wangi dalam larutan NaOH. Grafik ini menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada kekuatan tarik komposit sesuai dengan variasi waktu perendaman yang diterapkan.

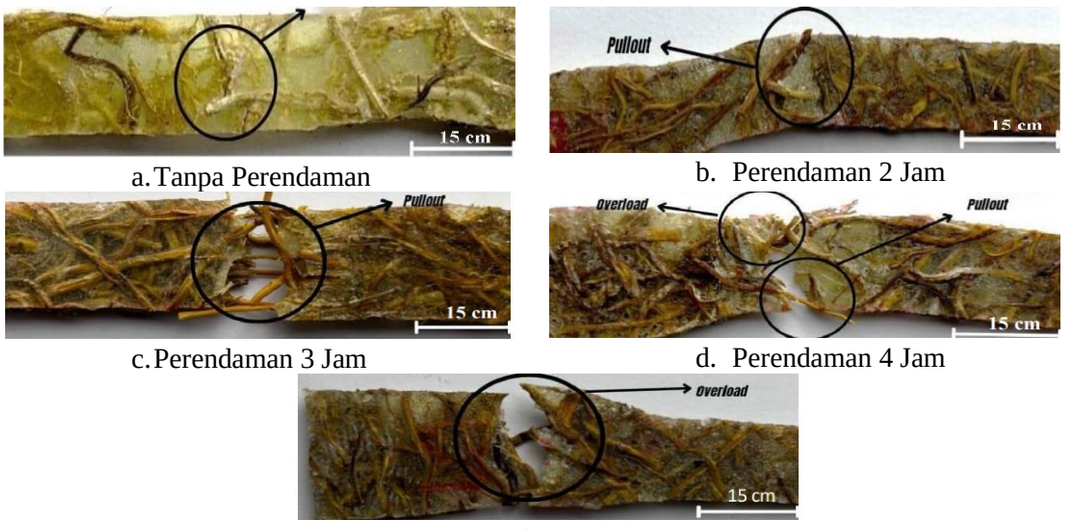
Pada spesimen tanpa perendaman, nilai kekuatan tarik maksimal tercatat sebesar 0,893 MPa. Nilai ini tergolong rendah karena serat akar wangi belum mengalami perlakuan perendaman dalam larutan NaOH, sehingga masih banyak kotoran dan lapisan pengotor (lignin, hemiselulosa) yang melekat pada permukaan serat[9]. Hal ini menyebabkan buruknya ikatan antara serat dan matriks polyurethane saat proses pembebanan tarik.

Setelah serat direndam dalam larutan NaOH selama 2 jam, kekuatan tarik

meningkat menjadi 0,988 MPa. Peningkatan ini disebabkan oleh proses pembersihan sebagian kotoran dan lapisan penghalang pada permukaan serat, yang kemudian memperbaiki *interfacial bonding* atau kekuatan ikatan antara serat dan matriks resin *polyurethane*. Perendaman selama 3 jam memberikan peningkatan yang lebih signifikan, di mana kekuatan tarik mencapai 1,381 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa proses alkalisasi pada durasi ini cukup optimal untuk menghilangkan kotoran dan meningkatkan kekasaran permukaan serat, sehingga daya ikat antar komponen komposit semakin baik[12].

Nilai kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada spesimen dengan perendaman selama 4 jam, yaitu sebesar 1,592 MPa. Pada kondisi ini, serat akar wangi telah mengalami pembersihan maksimal dari zat pengotor, serta memiliki permukaan yang lebih kasar sehingga meningkatkan kemampuan mekanik komposit akibat mechanical interlocking yang lebih baik antara serat dan matriks[13]. Namun, terjadi penurunan kekuatan tarik pada spesimen dengan perendaman selama 5 jam, di mana nilai kekuatan tarik turun menjadi 1,122 MPa. Penurunan ini disebabkan oleh proses perendaman yang terlalu lama, yang tidak hanya membersihkan permukaan serat, tetapi juga merusak struktur internal serat itu sendiri. Kerusakan ini menyebabkan serat menjadi rapuh, sehingga kemampuan menahan beban tarik menurun[12].

Secara keseluruhan, proses perendaman serat akar wangi dalam larutan NaOH memang dapat meningkatkan kekuatan tarik komposit, tetapi harus dilakukan dengan waktu yang optimal agar tidak menyebabkan degradasi serat yang justru menurunkan performa mekaniknya.



a. Tanpa Perendaman
b. Perendaman 2 Jam
c. Perendaman 3 Jam
d. Perendaman 4 Jam
e. Perendaman 5 Jam

Gambar 3. Patahan uji Tarik

Setelah dilakukan uji tarik, perlu dilakukan analisa patahan. Gambar 3 memperlihatkan morfologi patahan hasil uji tarik pada komposit berbahan serat akar wangi dengan matriks polyurethane, yang telah mengalami perlakuan perendaman NaOH pada berbagai variasi waktu. Citra patahan ini memberikan gambaran visual

mengenai pengaruh perlakuan alkali terhadap mekanisme kerusakan dan adhesi antara serat dan matriks.

Gambar 2 menunjukkan hasil analisis visual terhadap jenis patahan pada spesimen komposit serat akar wangi bermatriks *polyurethane* setelah dilakukan pengujian tarik. Pola patahan yang diamati memberikan gambaran mengenai mekanisme kegagalan komposit yang dihasilkan dari berbagai variasi waktu perendaman serat dalam larutan NaOH.

Pada sebagian besar spesimen, ditemukan deformasi plastis yang cukup besar, yang menandakan bahwa material komposit memiliki sifat *ductile* (ulet), dengan ciri-ciri permukaan patahan yang berbentuk serabut dan kasar. Dua jenis patahan utama yang diamati pada spesimen adalah patahan *pullout* dan *overload* .

Patahan pullout terjadi akibat lepasnya serat dari matriks, yang menunjukkan adanya ikatan antarmuka (*interfacial bonding*) yang kurang baik antara serat dan matriks. Hal ini biasanya terjadi pada spesimen dengan waktu perendaman yang terlalu singkat atau tanpa perendaman, di mana permukaan serat masih terkontaminasi oleh kotoran dan lignin, sehingga menghambat adhesi dengan matriks[14]. Patahan *overload* terjadi ketika serat benar-benar putus akibat beban tarik melebihi kekuatan serat itu sendiri. Jenis patahan ini menunjukkan bahwa ikatan antara serat dan matriks cukup kuat, sehingga beban diteruskan sepenuhnya ke serat. Patahan *overload* lebih dominan pada spesimen yang telah direndam dalam larutan NaOH selama 3 hingga 4 jam, karena proses alkalisasi optimal telah meningkatkan kekuatan ikatan antar komponen komposit.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa variasi waktu perendaman serat akar wangi dalam larutan NaOH berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik komposit bermatriks resin polyurethane. Perlakuan perendaman alkali mampu meningkatkan kualitas permukaan serat dengan menghilangkan kotoran, hemiselulosa, dan lignin, sehingga meningkatkan interaksi adhesi antara serat dengan matriks. Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu perendaman optimal diperoleh pada perendaman selama 4 jam, dengan nilai kekuatan tarik maksimum sebesar 1,592 MPa. Peningkatan kekuatan tarik tersebut disebabkan oleh ikatan antarmuka (*interfacial bonding*) yang lebih baik antara serat dan matriks. Namun, perendaman selama 5 jam menyebabkan penurunan kekuatan tarik menjadi 1,122 MPa, yang diakibatkan oleh degradasi struktur serat dan meningkatnya kerapuhan akibat perlakuan alkali yang berlebihan. Jenis patahan yang diamati pada spesimen komposit didominasi oleh patahan pullout dan *overload*, yang menunjukkan variasi kekuatan ikatan antara serat dan matriks pada masing-masing waktu perendaman.

DAFTAR PUSTAKA

[1] E. Haq *Et Al.*, “Improved Mechanical Properties Of

Environmentally Friendly Jute Fibre Reinforced Metal Laminate Sandwich Composite Through Enhanced Interface," *Heliyon*, Vol. 10, No. 2, P. E24345, 2024, Doi: 10.1016/J.Heliyon.2024.E24345.

[2] F. Paundra, A. D. Setiawan, A. Muhyi, And F. Qalbina, "Analisis Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Berpenguat Serat Batang Pisang Kepok Dan Serat Pinang," *Nozzle J. Mech. Eng.*, Vol. 11, No. 1, Pp. 9–13, 2022.

[3] F. U. Putra, F. Paundra, A. Muhyi, F. Hakim, L. Triawan, And A. Aziz, "Pengaruh Variasi Tekanan Dan Fraksi Volume Pada Hybrid Composite Serat Sabut Kelapa Dan Serat Bambu Bermatriks Resin Polyester Terhadap," Vol. 6, No. 1, Pp. 8–15, 2023.

[4] I. U. R. Mehakati; And I. U. R. Mehakati;, "Analisis Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Wettability Serat Tunggal Ijuk," Vol. 08, No. 02, Pp. 23–28, 2023, [Online]. Available: Http://Skripsi.Undana.Ac.Id/Index.Php?P=Show_Detail&Id=15866&Keywords=.

[5] F. Paundra, Z. Z. Muttaqin, F. P. Nurullah, E. Pujiyulianto, F. Budi, And R. Artikel, "Pengaruh Variasi Fraksi Volum Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Berpenguat Serat Pelepah Pisang Dan Serat," Pp. 6–8, 2022.

[6] C. Pramono, S. Widodo, And M. G. Ardiyanto, "Karakteristik Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu Dengan Matriks Epoxy," *J. Mech. Eng.*, Vol. 3, No. 1, Pp. 1–7, 2019, Doi: 10.31002/Jom.V3i1.1442.

[7] M. Syaukani, F. Paundra, F. Qalbina, I. D. Arirohman, And P. Yunesti, "Desain Dan Analisis Mesin Press Komposit Kapasitas 20 Ton," Pp. 29–34, 2021.

[8] A. Nurdin, S. Hastuti, H. P. D., And R. H., "Pengaruh Alkali Dan Fraksi Volume Terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat Akar Wangi – Epoxy," *Rotasi*, Vol. 21, No. 1, P. 30, 2019, Doi: 10.14710/Rotasi.21.1.30-35.

[9] M. Farhan Sidik, A. Muhyi, F. P. Nurullah, E. Pujiyulianto, F. N. Syanur, And F. Paundra, "Analysis Of The Effect Of Naoh Percentage On The Tensile Strength Of Sisal Fiber (Agave Sisalana) And Polyurethane Composites Using The Compression Molding Method," *J. Pendidik. Tek. Mesin*, Vol. 24, No. 1, Pp. 19–27, 2024.

[10] E. Sundari, F. Putri, And A. Budiman, "Analisa Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Sifat Mekanik Komposit Berpenguat Serat Buah Kelapa Sawit," *Mach. J. Teknol. Terap.*, Vol. 4, No. 2, Pp. 2723–3359, 2023.

[11] R. Saputra, A. Muhyi, E. Pujiyulianto, M. Fatikul Arif, And F. Paundra, "The Effect Of Variations In Curing Temperature Of Carbon Fiber/Pvc Foam Board

Sandwich Composites On Bending Test Failure Analysis," *J. Pendidik. Tek. Mesin*, Vol. 24, No. 1, P. 29, 2024.

[12] H. Hestiawan, D. Ariawan, K. Amri, A. Nuramal, A. Afrizal, And S. Sudibyo, "Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Serat Lantung (Artocarpus Elasticus)," *J. Rekayasa Mesin*, Vol. 13, No. 3, Pp. 819–826, 2022, Doi: 10.21776/Jrm.V13i3.1220.

[13] J. Pendidikan And T. Mesin, "Effect Of Naoh Soaking Time Variation On The Tensile Strength Of Hemp Fiber," Vol. 24, No. 2, Pp. 22–31, 2024.

[14] R. H. Galih, F. Paundra, M. F. Sidik, A. Muhyi, E. Pujiyulianto, And F. N. Syanur, "Effect Of Hot Compression Molding Temperature Variation On Coconut Fiber Hdpe Hybrid Composite And Sansevieria Trifasciata On Physical And Mechanical Properties," Vol. 2, No. 1, Pp. 1–11, 2024.