

ANALISIS KEKUATAN MEKANIK SERAT KELAPA BERMATRIK *UNSATURATED POLYESTER* DENGAN VARIASI LAMANYA WAKTU PERLAKUAN ALKALI NaOH DAN KOH

- 1) Mahasiswa Program Studi S1
Teknik Mesin, Universitas
Tidar
2,3) Dosen Program Studi S1
Teknik Mesin, Universitas
Tidar

Corresponding email *) :
muhammadfauzannurhidayat97@gmail.com
hastutisrimelin@untidar.ac.id *

Received: 10-07-2025
Accepted: 07-06-2026
Published: 28-06-2026

©2026 Politala Press.
All Rights Reserved.

Muhammad Fauzan Nurhidayat¹⁾, Sri Hastuti^{2*)},
Faiz Listyanda³⁾

Abstrak. Material komposit mendapat perhatian dari pelaku industri otomotif. Bahan baku yang menarik untuk dikembangkan yaitu limbah serat kelapa yang ada banyak di Indonesia sebagai negara tropis. Penelitian bertujuan untuk menganalisis kekuatan mekanik komposit serat kelapa-unsaturated polyester BQTN-EX 157 dengan fraksi volume 30% : 70%, fabrikasi menggunakan metode hand lay-up orientasi serat acak dengan panjang serat 15mm. Penelitian ini memiliki tiga variasi lama perlakuan alkalisasi; perlakuan 4 jam, 6 jam, dan 8 jam. Alkalisasi menggunakan larutan NaOH 5% dan KOH 5%. Pengujian menggunakan uji impak charpy ASTM D6110 dan uji tarik ASTM D638. Perlakuan perendaman KOH 6 jam mendapat energi serap tertinggi sebesar 4,9085 Joule dan perlakuan perendaman KOH 4 jam memiliki harga impak tertinggi sebesar 0,052 J/mm². Perlakuan perendaman KOH 6 jam mendapat nilai tegangan tarik 13,60 MPa dengan modulus elastisitas tertinggi sebesar 852,79 MPa. Pengamatan patahan spesimen memperlihatkan adanya fiber pullout, void, patah getas, matrik rich dan lainnya.

Kata Kunci: Komposit, Serat Kelapa, Alkalisasi, Kekuatan Mekanik.

Abstract. Composite materials have received attention from automotive industry players. An interesting raw material to be developed is coconut fiber waste which is abundant in Indonesia as a tropical country. The study aims to analyze the mechanical strength of coconut fiber-unsaturated polyester BQTN-EX 157 composite with volume fraction of 30%: 70%, fabricated using hand lay-up method of random fiber orientation with 15mm fiber length. This study has three variations of alkalization treatment length; 4 hours, 6 hours, and 8 hours treatment. Alkalization uses 5% NaOH and 5% KOH solutions. The tests used ASTM D6110 charpy impact test and ASTM D638 tensile test. The 6-hour KOH immersion treatment had the highest absorption energy of 4.9085 Joules and the 4-hour KOH immersion treatment had the highest impact price of 0.052 J/mm². The 6-hour KOH immersion treatment received a tensile stress value of 13.60 MPa with the highest elastic modulus of 852.79 MPa. Observation of specimen fracture shows the presence of fiber pullout, voids, brittle fracture, rich matrix and others.

Keywords: Composite, Coconut Fiber, Alkalization, Mechanical Strength.

To cite this article: <https://doi.org/10.34128/je.v13i1.385>

1. Pendahuluan

Industri otomotif tidak hanya berkembang pada kendaraan darat seperti mobil dan sepeda motor, tetapi juga mengalami kemajuan signifikan di sektor maritim, khususnya pada pembangunan kapal kecil. Kapal kecil

merupakan moda transportasi laut yang berperan penting dalam berbagai aktivitas masyarakat pesisir, seperti nelayan, transportasi antar-pulau, pariwisata bahari, dan patroli keamanan laut. Di Indonesia, sebagai negara kepulauan, keberadaan kapal kecil memiliki nilai strategis dalam menunjang konektivitas antarwilayah yang tidak terjangkau oleh kapal besar. Oleh karena itu kapal harus memenuhi standar yang telah diatur oleh Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) agar keselamatan penumpang lebih terjamin [1].

Biro Klasifikasi Indonesia yaitu suatu lembaga yang memiliki kewenangan dalam mengatur serta menetapkan standar dan verifikasi terhadap kelayakan desain, konstruksi, dan operasional kapal laut serta struktur kelautan lainnya. Standar uji yang ditetapkan untuk kapal tergantung material yang digunakan, bagian part, dan lain sebagainya. Akan tetapi BKI belum memiliki standar untuk komposit serat alam sehingga masih banyak penelitian yang harus dikembangkan dengan harapan kedepannya kapal bisa dibuat dengan material komposit serat alam. Oleh karena itu penelitian tentang material komposit serat alam masih mengikuti standar material *Fiber Reinforced Polymer* (FRP) dengan nilai standar uji tarik ≥ 98 MPa [2] dan berdasarkan penelitian sebelumnya nilai ketangguhan impak *charpy* ≥ 6 kJ/m² [3].

Material kapal khususnya pada bagian lambung kapal bermula dari material kayu yang mana saat ini sudah banyak ditinggalkan karena kayu mudah usang dan tidak tahan lama sehingga material baja menjadi hal yang menarik digunkan sebagai penggantinya, akan tetapi biaya produksi dan perawatan yang mahal menjadikan material baja tergantikan dengan material *fiberglass* (FRP) yang kokoh dan tahan lama. Timbul masalah baru dari penggunaan *fiberglass* karena material tersebut tidak dirancang untuk dapat di daur ulang sehingga limbah yang dihasilkan menjadi menumpuk dan sulit di olah [4]. Maka dari itu dilakukan penelitian mengenai penggunaan komposit yang berbasis serat alam sebagai material pengganti dari FRP serta dengan harapa berkelanjutan.

Material komposit berbasis serat alam merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua komponen utama, yaitu serat alam sebagai bahan penguat (*reinforcement*) dan matriks sebagai bahan pengikat [5]. Serat alam berasal dari sumber hayati seperti tanaman atau hewan, dan banyak digunakan karena sifatnya yang ringan, ramah lingkungan, dan tersedia melimpah di alam. Contoh serat alam yang umum digunakan meliputi serat kelapa, serat rami, kenaf, bambu, sisal, abaka, hingga serat daun nanas. Sementara itu, matriks yang digunakan umumnya berupa resin seperti *polyester*, *epoxy*, atau *vinyl ester*, yang berfungsi mengikat serat serta mendistribusikan beban secara merata pada struktur komposit [6]. Komposit serat alam menawarkan keunggulan, antara lain beratnya yang ringan, biaya produksi rendah, kemudahan dalam fabrikasi, dan potensi degradasi alami yang membuatnya lebih ramah lingkungan dibanding komposit berbahan serat sintetis seperti *fiberglass*.

Walaupun kekuatan mekaniknya tidak sekuat serat sintetis, kinerjanya dapat ditingkatkan melalui perlakuan kimia seperti alkalisasi seperti menggunakan larutan yang mengandung sifat basa [7] seperti NaOH dan KOH yang mampu memperbaiki ikatan antar permukaan serat dan resin [8]. Material komposit serat alam telah banyak diterapkan dalam berbagai bidang, seperti interior kendaraan, komponen perabot, hingga peralatan olahraga. Dengan tren industri yang semakin mengarah pada keberlanjutan dan efisiensi energi, material komposit berbasis serat alam menjadi alternatif yang menjanjikan untuk menggantikan material komposit konvensional dalam berbagai aplikasi.

2. Metodologi

Penelitian berbasis pendekatan kuantitatif dan menggunakan metode eksperimental, dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik Universitas Tidar. Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh perlakuan kimia menggunakan larutan NaOH 5% dan KOH 5% terhadap sifat mekanik komposit serat kelapa bermatrik resin *polyester* BQTN-EX 157. Tahapan awal dimulai dengan studi literatur untuk memperoleh landasan teori mengenai serat alam, perlakuan alkalisasi, serta standar uji mekanik. Alat utama yang digunakan; Cetakan komposit, gelas ukur, timbangan digital, gunting, dan penggaris. Sedangkan bahan utama meliputi; Serat kelapa, NaOH 5%, KOH 5%, *unsaturated polyester* BQTN-EX 157, *wax*, dan katalis *mepoxe*. Perlakuan awal terhadap serat dilakukan dengan merendam serat sabut kelapa ke dalam larutan NaOH 5% dan KOH 5% masing-masing selama 4, 6, dan 8 jam. Setelah proses perendaman, serat dibilas dengan air bersih yang mengalir hingga netral, kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari dan dilanjutkan pengeringan menggunakan *oven* pada suhu 60°C selama 2 jam agar kandungan air pada serat berkurang lebih optimal. Serat yang telah kering kemudian dipotong dengan panjang seragam 15 mm. Pembuatan komposit dilakukan dengan komposisi *volume* serat sebesar 30% dan resin sebesar 70%. Campuran tersebut dimasukkan ke dalam cetakan dengan orientasi acak, lalu di *press* dengan dongkrak selama proses pengeringan komposit (12 jam dalam suhu ruang). Spesimen yang telah dicetak selanjutnya diuji sifat mekaniknya. Pengujian tarik dilakukan berdasarkan standar ASTM D638-01 dengan mesin uji tarik atau *universal testing standart*. Setelah proses pengujian mekanik, dilakukan pengamatan struktur makro pada permukaan patahan spesimen dengan *trinocular stereo microscope* perbesaran 1x untuk melihat pengaruh perlakuan kimia terhadap struktur material komposit.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian tarik dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik Universitas Tidar. Dilakukan sebanyak 18 kali pengujian yang terdiri dari variasi lama perlakuan alkalisasi NaOH dan KOH setiap variasi dilakukan 3 kali percobaan. Alat uji tarik yang dipakai adalah *Universal Testing Machine*. Spesimen uji tarik mempunyai ukuran panjang 165 mm, lebar 13 mm, dan tebal 3,2 mm. Data pengujian tarik terdapat pada Tabel 1.

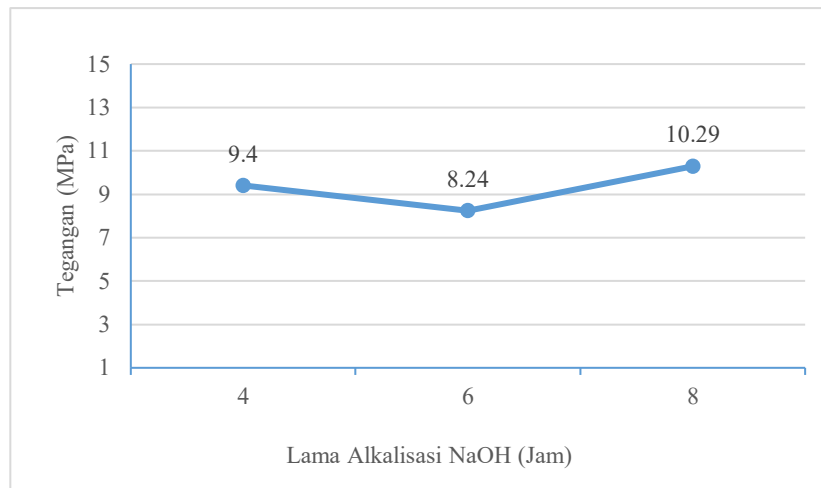
Tabel 1. Data Uji Tarik

Perlakuan	Lama Alkalisasi	P Maks (N)	Tegangan (MPa)	Regangan	Modulus E (MPa)
NaOH	4 Jam	394.8267	9,40	0,020	479,97
	6 Jam	337.99	8,24	0,015	558,89
	8 Jam	435.3667	10,29	0,015	668,74
KOH	4 Jam	318.09	7,61	0,014	592,26
	6 Jam	575.78	13,60	0,016	852,79
	8 Jam	285.56	6,98	0,019	381,27

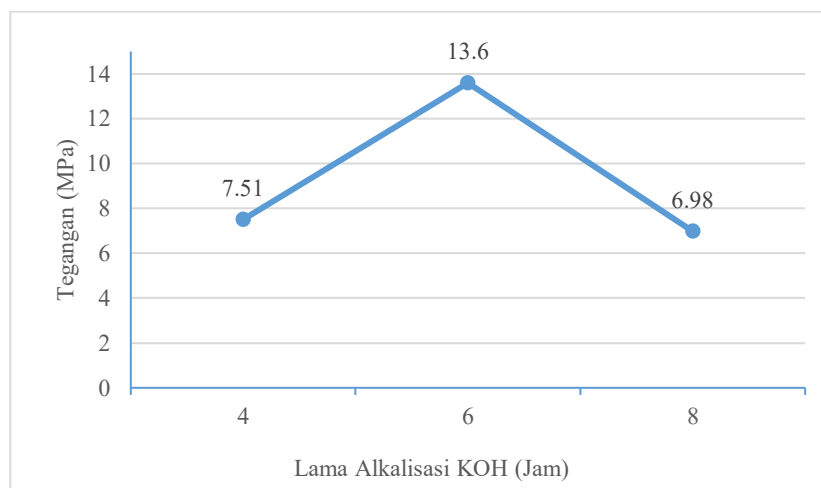
Hasil pengujian tarik pada komposit serat kelapa menunjukkan bahwa perlakuan alkalisasi dengan larutan NaOH dan KOH memberikan pengaruh yang berbeda terhadap uji tarik. Syarat melakukan proses alkalisasi menggunakan larutan bersifat basa yang mana NaOH dan KOH memiliki sifat basa kuat [9]. Sifat basa pada NaOH dapat mengurangi kandungan atau komponen yang menghalangi interaksi antar serat seperti lignin, hemiselulosa, dan lilin sehingga, permukaan menjadi lebih kasar dan kekuatan mekanik semakin bertambah [10]. KOH juga memiliki sifat basa yang kuat [11] dan memiliki sifat korosif sedikit lebih tinggi dari NaOH, oleh karena itu penggunaan serat yang lebih banyak kandungan hemiselulosa seperti serat kelapa lebih cocok dengan alkali KOH. Alkali dapat menambah kuat mekanik apabila lama waktu perendaman ideal, karena sifat korosif pada larutan dapat membuat sifat mekanik serat menurun apabila digunakan secara berlebihan [12].

Pada perlakuan NaOH, nilai tegangan maksimal cenderung meningkat seiring dengan penambahan waktu alkalisasi. Tegangan tarik tertinggi tercapai pada lama perendaman 8 jam dengan nilai 10,29 MPa, sementara tegangan terendah terjadi pada lama perendaman 6 jam sebesar 8,24 MPa. Lama waktu alkalisasi memengaruhi kekuatan tarik material, namun peningkatannya tidak selalu terjadi secara linier. Perlakuan yang terlalu singkat maupun terlalu lama justru dapat menurunkan sifat mekanik material tersebut [13].

Perlakuan dengan larutan KOH menunjukkan nilai yang berbeda. Tegangan tarik maksimal justru diperoleh komposit lama perendaman 6 jam, yakni sebesar 13,60 MPa, sedangkan pada komposit lama perendaman 4 jam dan 8 jam mengalami penurunan menjadi masing-masing 7,61 MPa dan 6,98 MPa. Hal ini mengindikasikan bahwa lama perendaman yang optimal untuk KOH selama 6 jam, sedangkan untuk NaOH lebih stabil dan meningkat pada lama perendaman 8 jam. Hal ini mengindikasikan bahwa alkalisasi yang melebihi waktu optimal justru dapat menyebabkan penurunan nilai regangan. Meskipun kekuatan tarik meningkat, kemampuan material untuk meregang menjadi lebih rendah, yang kemungkinan disebabkan oleh kerusakan struktur serat akibat perlakuan kimia yang terlalu lama. Dengan demikian, alkalisasi yang berlebihan dapat menurunkan kelenturan serat dalam komposit [14].



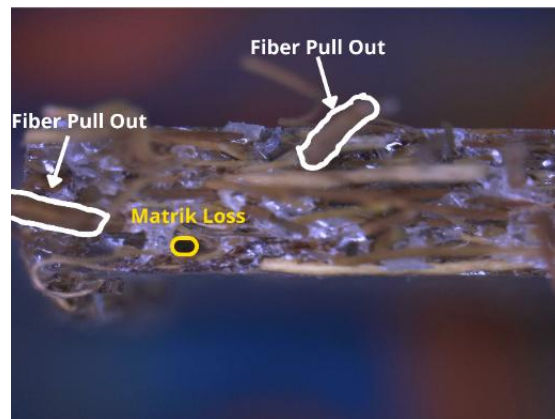
Gambar 1. Tegangan Tarik Komposit Perlakuan Lama Alkalisasi NaOH



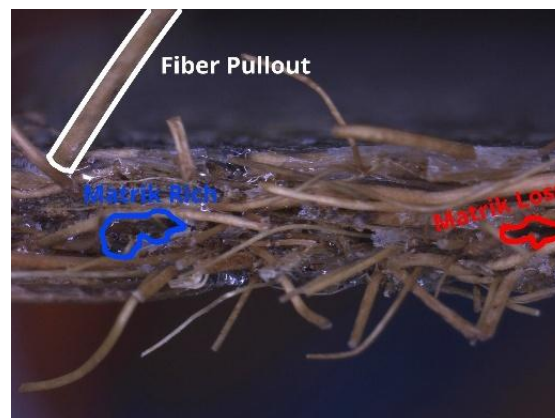
Gambar 2. Tegangan Tarik Komposit Perlakuan Lama Alkalisasi KOH

Gambar 1. memperlihatkan rata-rata tegangan tarik dari komposit yang telah diberi perlakuan alkalisasi menggunakan larutan NaOH dengan variasi lama perendaman 4 jam, 6 jam, dan 8 jam. Berdasarkan hasil pengujian, perlakuan lama perendaman 4 jam menghasilkan tegangan sebesar 9,4 MPa. Namun, saat waktu perendaman ditingkatkan menjadi 6 jam, terjadi penurunan tegangan menjadi 8,24 MPa. Lama perendaman 8 jam menghasilkan nilai tegangan tertinggi yaitu 10,29 MPa. Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan durasi alkalisasi dapat memperbaiki kekuatan tarik karena ikatan antara serat dan matriks menjadi lebih kuat. Sejalan dengan penelitian [13] bahwa waktu alkalisasi memengaruhi kekuatan tarik material, namun pengaruhnya tidak selalu meningkat secara linier, karena waktu perlakuan yang terlalu singkat maupun terlalu lama justru dapat menurunkan performa mekanik material.

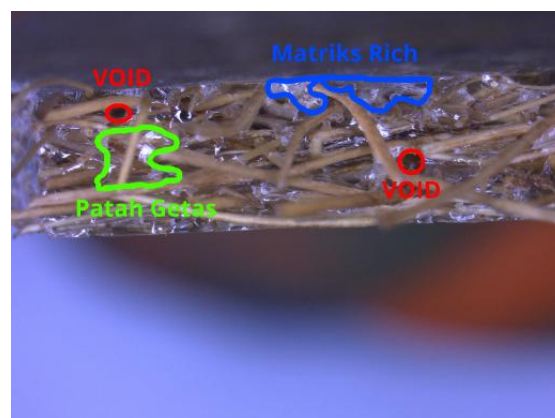
Gambar 2. menggambarkan pengaruh variasi waktu alkalisasi dengan larutan KOH terhadap tegangan tarik komposit. Pada perendaman selama 4 jam, tegangan tercatat sebesar 7,61 MPa. Nilai ini melonjak hingga mencapai puncak 13,60 MPa pada lama perendaman 6 jam. Namun, ketika perlakuan dilanjutkan hingga 8 jam, tegangan menurun drastis menjadi 6,98 MPa. Temuan ini mengindikasikan efek non-linier durasi alkalisasi: peningkatan waktu hingga 6 jam memperkuat ikatan serat–matriks melalui penghilangan lignin dan hemiselulosa serta peningkatan kekasaran permukaan serat, tetapi perendaman yang berlebihan (8 jam) menyebabkan kerusakan selulosa akibat korosi kimia. Kondisi ini melemahkan adhesi antar fase dan menurunkan kekuatan mekanik. Hasil ini sejalan dengan penelitian [15] menunjukkan bahwa durasi alkalisasi di luar rentang optimal memicu degradasi struktur serat seperti kerusakan dinding sel yang berdampak negatif pada sifat mekanik komposit.



Gambar 3. Foto Makro Nilai Uji Tarik Tertinggi Perendaman NaOH 8 Jam.



Gambar 4. Foto Makro Nilai Uji Tarik Median Perendaman NaOH 6 Jam.



Gambar 5. Foto Makro Nilai Uji Tarik Terendah Perendaman NaOH 4 Jam.

Gambar 3. menunjukkan hasil foto makro penampang spesimen komposit serat kelapa dengan perlakuan NaOH selama 8 jam setelah uji tarik, di mana tampak dua jenis kerusakan utama, yaitu *fiber pull-out* dan *matrik loss*. *Fiber pull-out* terjadi saat serat tertarik keluar dari matrik tanpa terputus, yang mencerminkan lemahnya ikatan antara serat dan resin. Hal ini mengindikasikan bahwa beban tarik tidak sepenuhnya terdistribusi melalui interaksi antar fase, sehingga efisiensi penguatan menjadi rendah. Sesuai dengan temuan [10] kondisi ini bisa disebabkan oleh perlakuan alkalisasi yang kurang efektif, permukaan serat yang belum cukup kasar, atau komposisi serat yang terlalu tinggi sehingga menyebabkan distribusi resin tidak merata selama proses pencetakan. Selain itu, kerusakan berupa *matrik loss* yang terlihat sebagai area kosong menunjukkan bahwa bagian tersebut kehilangan matrik akibat keterikatan yang buruk, kemungkinan disebabkan oleh distribusi serat yang tidak seragam atau terjadinya delaminasi saat pembebanan.

Gambar 4. juga memperlihatkan adanya *fiber pull-out* sebagai akibat dari lemahnya interaksi antara serat dan matrik. Tampak pula area kaya matrik (*matrix-rich*) dan area kehilangan matrik (*matrix loss*), yang menunjukkan ketidakteraturan dalam penyebaran material selama fabrikasi. Ketidaktepatan ini berpotensi menurunkan kekuatan tarik komposit, dan besar kemungkinan disebabkan oleh proses manufaktur yang belum

optimal. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan dalam proses produksi dan perlakuan kimia terhadap serat guna memperkuat ikatan antar fase dalam material komposit.

Gambar 5. menampilkan patahan pada spesimen komposit dengan perlakuan lama perendaman NaOH 4 jam. Terlihat adanya patahan getas yang menandakan pecahnya matriks secara rapuh, tanpa dukungan efektif dari serat sebagai penguat beban. Di samping itu, area *matik rich* atau akumulasi resin memperlihatkan rasio resin yang lebih tinggi dibandingkan jumlah serat, yang berpotensi menjadi titik lemah karena resin sendiri memiliki kekuatan dan modulus elastisitas yang lebih rendah dibandingkan area dengan distribusi serat yang baik. Selain itu, ditemukan *void* atau rongga pada penampang, yang merupakan ruang kosong akibat proses manufaktur yang tidak sempurna, serta indikasi *fiber loss* akibat serat yang tidak tertanam sepenuhnya dalam matriks. Menurut [16] keberadaan *void* dapat mengurangi luas penampang efektif dan menurunkan kekuatan tarik material. Daerah kaya resin juga dapat menjadi pusat konsentrasi tegangan yang mempercepat kerusakan, sementara patah getas mencerminkan kegagalan tanpa kontribusi serat sebagai penguat. Secara keseluruhan, temuan ini menunjukkan bahwa komposit mengalami kelemahan pada ikatan antar fasenya (*interfacial bonding*).

4. Kesimpulan

Pengujian tarik pada komposit dengan perlakuan NaOH menunjukkan bahwa waktu perendaman selama 6 jam menghasilkan tegangan terendah sebesar 8,24 MPa, sedangkan nilai tertinggi tercapai pada perendaman 8 jam yaitu 10,29 MPa. Sementara itu, perlakuan menggunakan KOH dengan durasi 6 jam menghasilkan kekuatan tarik tertinggi sebesar 13,60 MPa. Sebaliknya, perendaman selama 8 jam justru menunjukkan nilai terendah, yakni 6,98 MPa. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa perendaman dalam larutan KOH selama 6 jam merupakan kondisi perlakuan paling optimal dalam meningkatkan sifat mekanik komposit.

Daftar Pustaka

- [1] S. Alfissin, M. Z. Yuliadi, and D. Wahyudi, "Pengaruh susunan serat laminasi fiberglass terhadap kekuatan tarik dan tekuk material menggunakan variasi chopped standart mat dan woven roving," *J. Midsh.*, vol. 2, no. 2, pp. 20–23, 2019.
- [2] "Rules for the classification and construction part 3. special ships," vol. V, 2016.
- [3] Zulkifli, I. B. Dharmawan, and W. Anhar, "Analisa pengaruh perlakuan kimia pada serat terhadap kekuatan impak charpy komposit serat sabut kelapa bermatriks epoxy," *J. Polimesin*, vol. 18, no. 1, pp. 47–52, 2020.
- [4] S. Jayaram, K. Sivaprasad, and C. G. Nandakumar, "Recycling of Frp Boats," *Int. J. Adv. Res. Eng. Technol. (IJARET)*, vol. 9, no. 3, pp. 244–252, 2018, [Online]. Available: <http://www.iaeme.com/IJARET/index.asp244http://www.iaeme.com/IJARET/issues.asp?JType=IJARET&VType=9&IType=3http://www.iaeme.com/IJARET/issues.asp?JType=IJARET&VType=9&IType=3>
- [5] K. S. Nisa, E. Melyna, and M. R. M. Samida, "Sintesis Biokomposit Serat Sabut Kelapa dan Resin Poliester dengan Alkalisasi KOH Menggunakan Metode Hand Lay-Up," *Rekayasa*, vol. 15, no. 3, pp. 354–361, 2022, doi: 10.21107/rekayasa.v15i3.16713.
- [6] F. R. Titani, "Pemanfaatan Serat Sabut Kelapa sebagai Material Penguat Pengganti Fiberglass pada Komposit Resin Polyester untuk Aplikasi Bahan Konstruksi Pesawat Terbang," *Techno (Jurnal Fak. Tek. Univ. Muhammadiyah Purwokerto)*, vol. 19, no. 1, p. 23, 2018, doi: 10.30595/techno.v19i1.2397.
- [7] A. R. Daulay and A. Meilin, "Keberlanjutan Kebun Kelapa Dalam (Cocos Nucifera) Blok Penghasil Tinggi di Kabupaten Tanjung Jabung Timur, Jambi," *Anal. Kebijak. Pertan.*, vol. 18, no. 2, p. 151, 2020, doi: 10.21082/akp.v18n2.2020.151-165.
- [8] U. H. Hasyim, N. A. Yansah, and M. F. Nuris, "Modifikasi Sifat Kimia Serbuk Tempurung Kelapa (Stk) Sebagai Matriks Komposit Serat Alam Dengan Perbandingan Alkalisasi Naoh Dan Koh," *E - J. UMJ*, vol. 015, no. 3, pp. 1–7, 2018.
- [9] N. R. G. Pandiangan, A. A. Rosidah, Suheni, and H. Irawan, "Sifat Daya Serap Air dan Kekuatan Tarik Komposit Epoksi Berpenguat Serat Sabut Kelapa," *Senasniton Iv*, no. Senastitan Iv, pp. 1–7, 2024.
- [10] J. R. Material, M. Energi, V. Perlakuan, A. Naoh, H. O. Naoh, and K. O. H. Serat, "FT-UMSU FT-UMSU," vol. 8, no. 1, pp. 129–135, 2025.
- [11] A. Wiana, L. Zahara, N. H. Haryanti, and T. N. Manik, "Studi Alkalisasi Serat Bembun Termodifikasi KOH," *Univ. Lambung Mangkurat*, 2024.
- [12] K. Suarsana, I. Suryawan, P. W. Sunu, and ..., "Analisis waktu perendaman serat jelatang pada NaOH dan silane terhadap kekerasan dan ketangguhan material hibrid komposit," ... *Tek. Mesin J. ...*, vol. 12, no. 2, pp. 155–162, 2022, [Online]. Available: http://repository.pnb.ac.id/id/eprint/5107%0Ahttp://repository.pnb.ac.id/5107/1/Analisis_waktu_perendaman_serat_jelatang_pada_NaOH_dan_silane_terhadap_2022.pdf
- [13] R. D. Tuasalamony, "Analisis Statistik Kekuatan Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Epoksi yang Menggunakan Alkalisasi," *J. Tek. Mesin Sinergi*, vol. 9, no. 1, pp. 77–92, 2019, doi: 10.31963/sinergi.v9i1.1069.

- [14] S. Hidayatulloh, D. Ariawan, E. Surodjo, and J. Triyono, "Pengaruh Waktu Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Mekanik Komposit rHDPE Serat Pelepah Salak," *Pros. Sains Nas. dan Teknol.*, vol. 1, no. 1, pp. 12–17, 2017.
- [15] I. Maulana, "Pengaruh Lama Perendaman Larutan KOH Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekuatan Bending Komposit Hibrid Serat Rami dan Bambu," *J. Tek. Mesin*, vol. 09, no. 03, pp. 99–104, 2021.
- [16] E. Mahmuda, S. Savetlana, and - Sugiyanto, "Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik," *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 1, no. 5, pp. 79–84, 2013.