



Pengaruh Waktu Alkalisasi dan Variasi Arah Terhadap Kekuatan Mekanik Komposit Polyester Serat Agave

Fahru Septiyandi¹, Rizal Hanifi², Viktor Naubnome³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang

Abstract

Received: 13 Februari 2023

Revised: 18 Februari 2023

Accepted: 25 Februari 2023

Natural fiber reinforced composites are influenced by the characteristics of natural fibers, matrix, fiber bonding and fiber treatment. Examples of the treatment are alkalization and direction to determine the effect of the two treatments on the tensile strength produced by the composite material. The alkalization process uses 5%NaOH with immersion time 2 hours, 4 hours and 6 hours and combined with variations vertical, horizontal and random directions with the fraction used 85% 15% hand layup method and ASTM D638-02a standard test. the direction variation the highest tensile strength value produced in the vertical direction with a value of 43.76 MPa 6.67% strain and 6.55 MPa elastic modulus and the lowest value produced in the horizontal direction with tensile value of 2.32 MPa 0.47% strain and elastic modulus 5.05 MPa. While the best soaking time in the horizontal and random directions was 4 hours while for the vertical variation it was 2 hours because it had better fiber density and density than alkalization times 4 and 6. The best alkalization time for agave sisalana fiber based on 2 of the 3 variations in direction was 4 hours, so researchers took the best outline of the alkalization process is 4 hours.

Keywords: alkalization, direction and composite

(*) Corresponding Author: 1810631150151@student.unsika.ac.id

How to Cite: Septiyandi, F., Hanifi, R., & Naubnome, V. (2023). Pengaruh Waktu Alkalisasi dan Variasi Arah Terhadap Kekuatan Mekanik Komposit Polyester Serat Agave. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(5), 206-213. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7732624>

PENDAHULUAN

Negara Indonesia merupakan negara yang memiliki sumber daya alam yang sangat melimpah. Beberapa diantaranya adalah keaneka ragaman hayati yang dimiliki oleh Indonesia. Namun banyaknya pemanfaatan dari sumber daya alam tersebut yang kurang optimal. Seperti contohnya adalah limbah dari tumbuhan yang memiliki serat, kurang mendapatkan perhatian lebih dan terbuang percuma begitu saja.

Komposit merupakan suatu material yang dibuat dengan penggabungan dua jenis material yang mempunyai sifat berbeda menjadi satu material baru dengan sifat material yang lebih unggul dari dua material penyusunnya. Material komposit yang dihasilkan memiliki keseimbangan sifat structural yang lebih unggul di banding bahan umumnya. Rekayasa komposit tidak hanya yang berpenguat serat sintetis saja tetapi juga mengarah pada komposit berpenguat serat alami karena sifatnya yang dapat didaur ulang. Komposit berpenguat serat alam banyak diteliti dan dikembangkan karena sifatnya yang lebih ramah lingkungan sehingga dapat dengan mudah terdegradasi secara alami. Kekuatan komposit serat



alamsangat dipengaruhi oleh karakteristik serat alam, karakteristik matriks, dan ikatan antar serat.

Komposit adalah jenis material yang ada saat ini bersama bahan lain seperti logam, polimer dan keramik. Material komposit adalah material multi-fase yang merupakan satu material campuran dua atau lebih jenis bahan, dengan ketika campurnya tidak ada reaksi kimia yang terjadi. sifat material komposit adalah kombinasi dari sifat-sifat komponen penyusunnya, yaitu matriks dan penguat (reinforcement) atau pengisi (filler). keduanya memiliki sifat yang berbeda. Kondisi Bahan: Penguat, harus dapat mendukung/meningkatkan sifat-sifat matriks bagian dalam membentuk material komposit.



Gambar 1 Agave Sisalana

Agave merupakan herba *perennial xerophilik* yang kokoh dan kuat serta bersifat monikarpik. Tanaman xerophilik tergolong kedalam tumbuhan CAM (*carssulaceae acid metabolism*). Tanaman ini mampu beradaptasi terhadap kekeringan dengan transpirasi rendah dan tetap melakukan proses fotosintesis. Pada saat kelambapan rendah, stomata membuka pada malam hari dan menutup pada siang hari.

Berbagai penelitian dan percobaan telah banyak dilakukan terhadap serat Agave sisal untuk mengetahui sifat serat yaitu berupa sifat fisis, mekanis dan kimia. Tabel 1 dibawah menunjukkan ringkasan dari beberapa hasil penelitian dan percobaan yang telah dilakukan terhadap serat agave sisal, dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 1 Sifat-sifat Serat Agave Sisal [5]

Karakteristik Serat		
Sifat kimia	Selulosa (%)	67-78
	Hemiselulosa (%)	10-14,2
	Lignin (%)	8-12
	Pektin (%)	10
	Wax (%)	2
Sifat fisis dan morfologi	Diameter bundle serat	128.6
	Diameter lumen serat	4.0-17.0
	Ketebalan dinding sel	3.0-4.0
	Densitas (g/cm ³)	0.76
Sifat Mekanis	Tensile Strenght (MPa)	375
	Young Modulus (GPa)	9.1

Uji tarik adalah pengujian material dengan memberikan gaya dan tegangan tarik kepada material yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan material.

Pengujian uji tarik dilakukan dengan cara penarikan material dengan gaya tarik secara terus menerus sampai bahan mengalami perpanjangannya meningkat dan teratur hingga putus, dengan tujuan mengetahui nilai tarik material.

Hasil nilai dari pengujian tarik tersebut menghasilkan hubungan antara tegangan dan regangan selama proses pengujian. Uji tarik banyak dilakukan untuk mengetahui nilai dasar suatu bahan dan juga pendukung spesifikasi bahan[6].

$$\text{Tensile Strength } \sigma = \frac{W}{A}$$

Keterangan:

σ : Stres atau tegangan (MPa)

W : Pembebanan maksimal (kg)

A : Luas penampang lebar x tebal (mm)

$$\text{Tensile Strain } \varepsilon = \frac{l_i - l_o}{l_o} = \frac{\Delta l}{l_o}$$

Keterangan:

ε : Engineering Strain atau regangan

l_o : Panjang specimen mula-mula (mm)

l_i : Panjang setelah penarikan (mm)

Δl : Pertambahan panjang (mm)

$$\text{Modulus Elastisitas } E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Keterangan:

E : Modulus elastisitas (MPa)

σ : Engineering Strain atau regangan

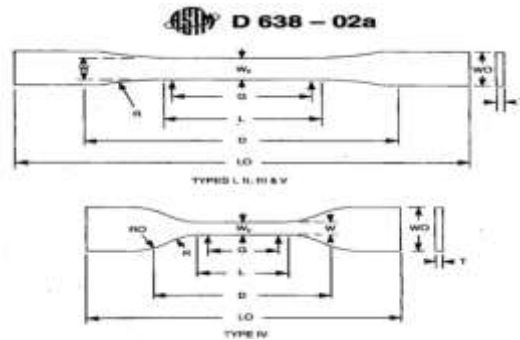
ε : Engineering Stress atau tegangan (MPa)

METODE

Penelitian dan pengujian ini menggunakan metode eksperimental yang dimana proses pembuatan dan lokasi pembuatan dilakukan di tempat tinggal peneliti sedangkan pengujian untuk mengetahui sifat mekanik pada material komposit serat agave sisalana akan dilakukan di Laboratorium PT INTEC Instrument. Dengan standard Uji Tarik yang digunakan adalah ASTM D638-02a.[7] Gambar 2.1.

Dimensions (see drawing)	Specimen Dimensions for Thickness, T, mm (in.) ^a					Tolerances
	7 (0.28) or under		Over 7 to 14 (0.28 to 0.55), incl		4 (0.16) or under	
	Type I	Type II	Type III	Type IV ^b	Type V ^{c,d}	
B—Width of narrow section ^{e,f}	13 (0.50)	6 (0.25)	19 (0.75)	6 (0.25)	3.18 (0.125)	±0.3 (±0.012) ^g
L—Length of narrow section	57 (2.25)	57 (2.25)	57 (2.25)	33 (1.30)	6.50 (0.257)	±0.5 (±0.02) ^g
W—Width overall, min ^h	19 (0.75)	19 (0.75)	33 (1.30)	19 (0.75)	—	+0.4 (±0.02)
W ₀ —Width overall, min ^h	—	—	—	—	9.53 (0.375)	+0.18 (±0.008)
L ₀ —Length overall, min ^h	116 (4.5)	113 (7.3)	246 (9.7)	75 (4.5)	60.3 (2.3)	no min (no max)
G—Gage length ⁱ	50 (2.00)	50 (2.00)	50 (2.00)	—	7.62 (0.300)	±0.25 (±0.010) ^g
G ₀ —Gage length ⁱ	—	—	—	25 (1.00)	—	±0.13 (±0.006)
D—Distance between grips	115 (4.5)	108 (5.3)	115 (4.5)	66 (2.6)	25.4 (1.0)	±5 (±0.2)
R—Radius of fillet	75 (3.00)	75 (3.00)	75 (3.00)	14 (0.56)	12.7 (0.5)	±1 (±0.04) ^g
R ₀ —Clear radius (Type IV)	—	—	—	25 (1.00)	—	±1 (±0.04)

Gambar 2 Tabel Ukuran ASTM D638-02a



Gambar 3 Bentuk Spesimen

Sebelum dilakukannya pembuatan specimen komposit dilakukan terlebih dahulu perlakuan alkalisasi terhadap serat agave dengan waktu perendaman 2 jam, jam dan 6 jam. Proses alkalisasi memiliki tujuan untuk menghilangkan beberapa komponen penyusun serat yang kurang baik dalam menentukan kekuatan antar serat pada komposit yaitu hemiselulosa, lignin, lilin dan pectin. Dengan berkurangnya komponen yang kurang baik didalam serat, wettability dan penyerapan matriks oleh serat akan semakin baik sehingga meningkatkan kekuatan material komposit.



Gambar 4 Perlakuan Alkalisasi

Selain perlakuan alkalisasi proses pembuatan komposit menggunakan variable variasi arah dengan variasi arah vertical, horizontal dan acak



Gambar 5 Penyusunan Arah Serat

Setelah melewati tahap alkalisasi 2 jam, 4 jam dan 6 jam serat penyusunan serat berdasarkan arah yang telah ditentukan, proses pencetakan komposit

menggunakan resin polyester dan cetakan berukuran 20x15,5x0,5 dengan metode hand lay up.

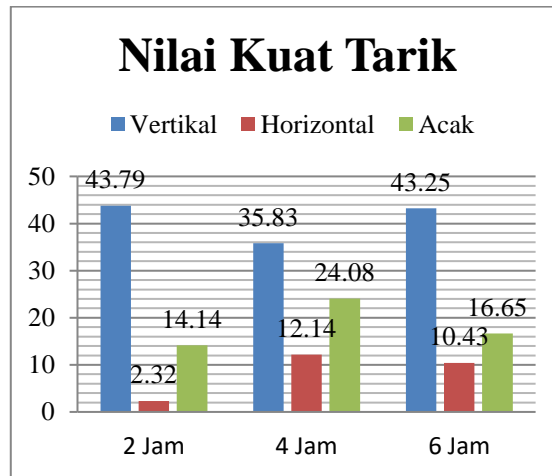


Gambar 6 Spesimen Uji Tarik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan pengujian tarik, maka didapatkan hasil nilai kekuatan tarik pada gambar tabel dibawah ini

Rata-rata hasil data pengujian tarik				
Spesimen		Kekuatan Tarik (MPa)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (MPa)
Waktu Alkaliisasi	Arah Serat			
2 Jam	Vertikal	43,79	6,67	6,33
	Horizontal	2,32	0,47	5,05
	Acak	14,14	2,61	6,26
4 Jam	Vertikal	35,61	4,73	7,62
	Horizontal	12,14	1,5	7,99
	Acak	24,00	3,8	6,37
6 Jam	Vertikal	43,25	6,67	8,37
	Horizontal	10,43	1,6	6,24
	Acak	16,65	2,4	7,00



Gambar 7 Diagram Kuat Tarik

Diagram pada Gambar 7 menunjukkan bahwa variasi arah serat memberikan pengaruh yang bervariasi terhadap hasil uji nilai kekuatan tarik. Dengan berbagai variasi waktu 2 Jam, 4 Jam dan 6 Jam perlakuan alkalisasi terhadap serat komposit, Dari 3 variasi arah yaitu Vertikal, Horizontal dan Acak. Pada komposit dengan orientasi arah vertikal pada setiap perlakuan alkalisasi memiliki nilai rata-rata tarik paling tinggi, Yaitu perlakuan alkalisasi 2 jam dengan nilai kekuatan tarik 43,76 MPa, perlakuan alkalisasi 4 jam dengan nilai kekuatan tarik 35,83 MPa dan perlakuan alkalisasi 6 jam dengan nilai kekuatan tarik 43,25 MPa. Berdasarkan pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa komposit dengan orientasi arah vertikal memiliki rata-rata nilai kuat tarik tertinggi karena arah serat sesuai dengan arah beban yang diterima atau searah dengan gaya yang diberikan. Hal tersebut menunjukkan bahwa kekuatan tarik yang dihasilkan dari orientasi serat vertikal memiliki nilai tarik rata-rata tertinggi karena beban gaya yang diterima oleh resin didistribusikan kepada serat dengan orientasi arah vertikal.

Pada diagram Gambar 7 menunjukkan rata-rata nilai tarik terendah yaitu komposit dengan orientasi arah serat horizontal dengan nilai tarik yang dihasilkan dari setiap perlakuan alkalisasi 2 jam, 4 jam dan 6 jam adalah perlakuan alkalisasi 2 jam dengan nilai kekuatan tarik 2,32 MPa, perlakuan alkalisasi 4 jam dengan nilai kuat tarik 12,14 MPa dan perlakuan alkalisasi 6 jam dengan nilai kuat tarik 10,43 MPa. Dengan pembahasan tersebut penyebab rendahnya nilai kekuatan tarik yang dihasilkan oleh komposit dengan orientasi arah horizontal karena arah serat berlawanan dengan gaya yang diberikan sehingga tidak merata distribusi gaya yang diberikan terhadap komposit.

Pada diagram Gambar 7 waktu perlakuan alkalisasi terhadap variasi arah vertikal memiliki nilai kuat tarik tertinggi pada waktu perendaman 2 jam yaitu 43,76 MPa dan nilai kuat tarik terendah dihasilkan lama waktu perendaman 4 jam yaitu 35,83 MPa. Berbeda dengan nilai kuat tarik yang dihasilkan oleh variasi arah horizontal dan acak yang memiliki nilai kuat tarik tertinggi 4 jam. Hal tersebut ditunjukkan pada Gambar 8 perbedaan kepadatan pada masing-masing waktu perendaman alkalisasi yang mana gambar 8a dengan nilai kuat tarik tertinggi waktu alkalisasi 2 jam memiliki kepadatan yang sangat baik, sedangkan

waktu alkalisasi 4 jam memiliki kepadatan serat kurang baik sehingga mempengaruhi nilai kuat tarik yang dihasilkan.



Gambar 8 Kepadatan Serat (a), 2 Jam (b), 4 Jam Serat (c), 6 Jam Serat

Pada diagram Gambar 7 waktu perlakuan alkalisasi terhadap variasi arah horizontal memiliki pengaruh nilai kuat tarik yang dihasilkan dari lamanya waktu proses alkalisasi. Dengan waktu perendaman 2 jam, 4 jam dan 6 jam menghasilkan nilai kuat tarik rata-rata 2,32 MPa, 12,14 MPa dan 10,43 MPa. Jadi pada variasi arah horizontal nilai kuat tarik tertinggi pada komposit perlakuan waktu alkali paling optimal adalah 4 jam karena mampu menghilangkan lapisan lignin, pectin, dan kotoran lainnya sehingga ikatan serat dan matrik lebih baik. Sedangkan 2 jam merupakan waktu alkalisasi yang menghasilkan nilai kekuatan tarik terendah karena belum sempurnanya proses densifikasi selulosa sehingga nilai tarik yang didapatkan tidak optimal dan pada waktu perendaman alkalisasi 6 jam memiliki penurunan nilai kekuatan tarik disbanding waktu perendaman alkalisasi 4 jam, karena waktu perendaman alkalisasi 6 jam terlalu lama sehingga menurunkan kualitas serat akibat dari rusaknya selulosa serat.

Pada diagram Gambar 4.6 waktu perlakuan alkalisasi terhadap variasi arah acak memiliki pengaruh nilai kuat tarik yang dihasilkan dari lamanya waktu proses alkalisasi. Dengan waktu perendaman 2 jam, 4 jam dan 6 jam menghasilkan nilai kuat tarik rata-rata 14,14 MPa, 24,08 MPa dan 16,65 MPa. Jadi pada variasi arah horizontal nilai kuat tarik tertinggi pada komposit perlakuan waktu alkali paling optimal adalah 4 jam karena mampu menghilangkan lapisan lignin, pectin, dan kotoran lainnya sehingga ikatan serat dan matrik lebih baik. Sedangkan 2 jam merupakan waktu alkalisasi yang menghasilkan nilai kekuatan tarik terendah karena belum sempurnanya proses densifikasi selulosa sehingga nilai tarik yang didapatkan tidak optimal dan pada waktu perendaman alkalisasi 6 jam memiliki penurunan nilai kekuatan tarik disbanding waktu perendaman alkalisasi 4 jam, karena waktu perendaman alkalisasi 6 jam terlalu lama sehingga menurunkan kualitas serat akibat dari rusaknya selulosa serat.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan penulis mengenai pengaruh waktu alkalisasi dan variasi arah terhadap kekuatan mekanik komposit serat agave sisalana dapat disimpulkan bahwa: Diketuinya waktu perlakuan alkalisasi terbaik untuk material komposit matrik polyester berpenguat serat agave sisalana yang memiliki nilai mekanik yang baik. Pada variasi arah material komposit nilai kekuatan tarik tertinggi dihasilkan oleh arah vertikal dengan nilai tarik 43,76 MPa, regangan 6,67% dan modulus elastisitas 6,55 MPa dan nilai keekuatan tarik

terendah dihasilkan oleh arah horizontal dengan nilai 2,32 MPa, regangan 0,47% dan modulus elastisitas 5,50 MPa. Waktu alkalisasi memiliki pengaruh terhadap nilai kekuatan tarik dengan variasi arah horizontal waktu alkalisasi 4 jam memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi dengan nilai 12,14 MPa, regangan 1,5% dan modulus elastisitas 7,93 MPa. Variasi arah acak waktu alkalisasi 4 jam memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi dengan nilai 24,08 MPa, regangan 3,18% dan modulus elastisitas 6,57 MPa. Sedangkan pada arah vertikal nilai kekuatan tarik tertinggi adalah waktu alkalisasi 2 jam dengan nilai 43,76 MPa, regangan 6,67% dan modulus elastisitas 6,55 MPa, perbedaan tersebut akibat dari jarak dan kerapatan serat pada komposit arah vertikal waktu 2 jam alkalisasi lebih baik daripada 4 dan 6 jam. Waktu alkalisasi terbaik terhadap serat agave sisalana berdasarkan 2 dari 3 variasi arah adalah 4 jam, sehingga peneliti mengambil garis besar waktu terbaik untuk proses alkalisasi untuk serat agave sisalana adalah 4 jam karena mampu menghilangkan lapisan lignin, pectin, hemiselulosa dan kotoran lainnya sehingga membuat ikatan serat dan matrik menjadi lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM. D 638–02. (2002) Standart Test Method For Tensile Properties of Plastics. Philadelphia, PA: American Society for Testing and Materials.
- Banowati.L, Prasetyo.A.W, Gunara.M.D (2017). Analisis Perbandingan Kekuatan Tarik Orientasi Unidirectional 0° Dan 90° Pada Struktur Komposit Serat Mending Dengan Menggunakan Epoksi Bakelite EPR 174. Vol 19. No.2 : 5764.
- Gardner, F.P, Pearce. R. B, Mitchell. R. L. (1991). *Physiology of Crop Plants*. Terjemahan H. Susilo. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Hisyam. M dan Widiawati. F. (2021). *Analisa pengaruh massa serat terhadap sifat fisis dan mekanik papan komposit gypsum berpenguat sisal (agave sisalana)*.
- Hexagon *Jurnal Teknik dan Sains*. Vol. 2. No. 1; 16-21.
- Maryanti B., Sonief A, wahyudi S., (2011), *Pengaruh Alkalisasi Pengaruh Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik* . Jurnal Rekayasa Mesin,
- Priyandokohadi. S dan Rizeki. A. C. (2018). *Analisa Pengaruh Orientasi Arah serat terhadap kekuatan tarik dan impact material komposit serat alam (serat agave dan serat sansivera)*. Mekanika- *Jurnal Teknik Mesin*. Vol. 4 No. 1; 13-18.
- Suprianto, Widiyanto. E. W, Nuryosuwito. (2019). *Analisa kekuata komposit serat kulit kayu jati dengan variasi arah serat*. *Jurnal Mesin Nusantara*. Vol. 2, No. 2; 61-70.
- Syamani. A. F. (2009). *Peningkan papan komposit serat sisal dengan perlakuan mekanis*.
- Salindeho, D.R., Soukota, J., Poeng, R., *pemodelan pengujian tarik untuk menganalisis sifat mekanik material*.