

PENGARUH FRAKSI VOLUME TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN BENDING KOMPOSIT SERAT SERABUT KELAPA BERMATRIKS POLIESTER

Muhammad Aizul Haq^{1*}, Viktor Naubnome¹, Najmudin Fauji¹

¹ Universitas Singaperbangsa Karawang, Jl. HS.Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Kab. Karawang, Jawa Barat

*Email: 1710631150106@student.unsika.ac.id

ABSTRACT

With natural fibers, namely coconut fibers that are easily found in the surrounding environment and literature studies that have been carried out, starting from the alkalization process, volume fraction, fiber length and utilization which will be used for fiberboard, the author wants to make a composite of coconut fiber fibers and do some the tests are tensile test and bending test. What makes this research unique is the combination of several suggestions from previous researchers which include volume fraction, alkalizing immersion and fiber length. The tensile test results show the smallest tensile strength value at 10% fiber volume variation of 14.64 MPa and the largest tensile strength at 30% volume fraction variation with a value of 20.90 MPa. Increase in fiber volume variation 10% to variation The bending test results show the smallest bending strength value at 10% fiber volume variation of 34.81.64 MPa and the largest tensile strength at 30% volume fraction variation with a value of 49.41 MPa. The increase in the volume of the coco fiber fraction which is directly proportional to the tensile and bending strength values is due to the increasing contribution of the fiber to withstand the load.

Keywords: composite, coconut fiber, hand lay up

PENDAHULUAN

Dalam satu buah kelapa terdapat 35 persen sabut kelapa dan dalam satu tahun terdapat 5,7 ton buah kelapa serta menghasilkan 1,7 ton serat sabut kelapa, biasanya sabut kelapa digunakan untuk pengganti kayu bakar namun di perkotaan masih minim yang menggunakan sabut kelapa maka dari itu banyak sabut kelapa yang akhirnya terbuang percuma, serat sabut kelapa belum dimanfaatkan secara maksimal serat sabut kelapa memiliki potensi besar untuk meningkatkan nilai tambahnya [1].

Serat sabut buah kelapa terdiri dari lapisan dalam (*endocarpium*) dan lapisan terluar (*exocarpium*) yang ketebalannya sekitar 5-6 cm. Serat-serat halus yang terdapat dalam lapisan dalam (*endocarpium*) dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuat karung, tali, filter, isolator suara dan panas, keset dan papan serat. Satu butir buah kelapa terdapat 0,4 kg sabut yang menghasilkan serat sebesar 30 %. Serat sabut kelapa memiliki kandungan kimia yang dimana terdiri dari selulosa, *lignin*, *pyroligneous acid*, gas, arang, tannin dan potasium [2].

Berdasarkan perbandingan hasil penelitian serta pengujian yang dilakukan dengan menggunakan serat sabut kelapa dan buah bintaro diperoleh bahwa komposit dengan serat sabut kelapa memiliki kekuatan tarik lebih tinggi dengan nilai 33,06 N/mm² sedangkan buah bintaro memiliki kekuatan tarik sebesar 27,67 N/mm², dengan ini dapat disimpulkan komposit serat sabut kelapa memiliki kekuatan tarik lebih besar dibandingkan dengan komposit serat buah bintaro [3].

Penelitian tentang serabut kelapa yang dilakukan dengan melakukan pengujian tarik menghasilkan nilai kekuatan tarik terbesar pada perlakuan alkalisasi 5 % dengan nilai 97,356 N/mm² dan kekuatannya tertinggi dibandingkan dengan serat kelapa dengan perlakuan NaOH 2 % dan 8 % maupun dengan tanpa alkalisasi [4].

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang serat sabut kelapa sebagai papan serat dengan fraksi volume 25 %, 50 % dan 75 %, hasil pengujian tarik dan keteguhan lentur dengan nilai rata-rata kuat tarik sebesar 17.20 kg/cm² dan keteguhan lentur dengan nilai optimal sebesar 223.05 kg/cm², hal ini dikarenakan serat sabut kelapa mampu menahan beban yang berbeda yang disebabkan oleh faktor antara lain adalah serat dari kelapa yang mempunyai usia yang muda, agak tua, tua sekali karena faktor ini yang mempengaruhi kekuatan tarik, dapat disimpulkan dari penelitian ini bahwa semakin tua serat dari kelapa maka semakin besar pula kuat tariknya [5].

Pada penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh panjang serat terhadap kekuatan bending dengan variasi panjang serat sepanjang 1 cm, 2 cm dan 3cm, hasil pengujian bending tertinggi terdapat pada variasi panjang serat 3cm dengan nilai 18,42 MPa dan yang terendah pada panjang serat 1cm dengan nilai 15,44 MPa, dapat disimpulkan bahwa semakin panjang serat semakin tinggi nilai kekuatan bending yang didapat [6].

Penelitian tentang pengaruh variasi volume serat sabut kelapa yang menggunakan resin poliester terhadap kekuatan bending didapat hasil tertinggi pada variasi fraksi volume 0 % sebesar 39,6 MPa dan terendah dengan fraksi volume 10 % sebesar 25,4 MPa, hal ini disebabkan tidak adanya proses alkali yang dilakukan dan menyebabkan persentase hemiselulosa, *lignin* atau pektin masih tinggi yang mengakibatkan rendahnya kekuatan bending pada komposit [7].

NaOH atau alkali ini dipergunakan untuk menghilangkan kotoran atau lignin pada serat dengan sifat alami serat adalah *Hyrophilic*, yaitu suka terhadap air berbeda dengan polimer yang *hydrophilic*. Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat permukaan serat alam selulosa telah dianalisa dimana kandungan optimum air mampu direduksi sehingga sifat alami *hydrophilic* serat dapat memberikan ikatan *interfacial* dengan matrik secara optimal [8].

Penelitian Kondo dan Arsyad (2018) tentang analisis kandungan serat sabut kelapa akibat perlakuan alkali menghasilkan penurunan kandungan hemiselulosa, selulosa dan lignin dimana kandungan hemiselulosa terendah terdapat pada perlakuan NaOH 5% terdapat 11,0% dan yang tertinggi pada perlakuan NaOH 20% terdapat 40,9% serta kandungan lignin yang terendah terdapat pada perlakuan NaOH 20% terdapat 6,1 % dan yang tertinggi terdapat pada perlakuan NaOH 50% terdapat 39,89%, hal ini dikarenakan perendaman alkali melarutkan senyawa selulosa [9].

Resin cair yaitu poliester dengan viskositas yang rendah dapat mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis dan harganya yang lebih terjangkau dari epoxy. Poliester memiliki beberapa jenis satunya adalah resin *yukalac 157® BQTN-EX Series*. Jenis resin ini merupakan resin yang banyak digunakan dalam berbagai pengaplikasian terutama yang menggunakan resin termoset, baik itu dalam bentuk material komposit ataupun terpisian dan berdasarkan penelitian resin *polyester* ini memiliki nilai *tensile strength* 63 MPa dan *strain at failure* sebesar 4,7% [10].

Hand lay-up merupakan proses dengan metode terbuka dari proses fabrikasi komposit. Proses dari pembuatan dengan metode ini adalah dengan cara menuangkan resin ke dalam cetakan sedikit demi sedikit, lalu masukan serat kedalam cetakan kemudian letakan penutup dan lakukan pembebanan agar permukaan komposit menjadi rata. Metode ini merupakan metode yang paling sederhana karena tidak menggunakan mesin dalam proses pembuatannya [11].

Jumlah kandungan serat dalam suatu komposit ini disebut dengan fraksi volume hal ini yang menjadi perhatian khusus pada komposit berpenguat serat. Agar komposit memperoleh kekuatan yang tinggi, hal yang perlu diperhatikan lagi ialah distribusi serat dengan matrik yang harus di tempatkan secara merata pada proses pencampuran hal ini dilakukan guna mengurangi timbulnya *void* dan mengetahui komposisi specimen yang akan dibuat harus dilakukan perhitungan fraksi volume, agar perhitungan fraksi volume dapat dilakukan maka harus diketahui berat jenis resin, berat komposit, berat jenis serat dan berat serat [12].

Serat serabut kelapa yang mudah ditemukan di lingkungan sekitar dan studi litelatur yang sudah

dilakukan, mulai dari proses alkalisasi, fraksi volume, panjang serat maka penulis ingin melakukan pembuatan komposit serat serabut kelapa dan melakukan beberapa pengujian yaitu uji tarik dan uji bending.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental.

Variabel bebas yang digunakan adalah perbandingan metode modifikasi serat yang dilakukan, yaitu dengan volume serat 10%, 20% dan 30%.

Faksi volume serat ditentukan dengan Persamaan 1 dan 2 [9].

$$W_f = \frac{w_f}{w_c} = \frac{\rho_f v_f}{\rho_c v_c} = \frac{\rho_f}{\rho_c} v_f \quad (1)$$

$$V_f = \frac{p_c}{p_f} W_f = 1 - V_m \quad (2)$$

Dimana, W_f = fraksi berat serat, w_f = berat serat, w_c = berat komposit, ρ_c = density serat, ρ_f = density komposit, V_f = fraksi volume serat, V_m = fraksi volume matrik, v_f = volume serat, v_m = volume matrik.

Jika pembuatan komposit diketahui massa fiber dan matrik, serta *density fiber* dan matrik, maka fraksi volume dan fraksi massa *fiber* dapat dihitung dengan Persamaan 3:

$$v_f = \frac{m_f/p_f}{m_f/p_f + m_m/p_m} \quad (3)$$

Dimana W_f =fraksi berat serat, w_f =berat serat, w_c =berat komposit, ρ_c =density serat, ρ_f =density komposit, V_f =fraksi volume serat, V_m =fraksi volume matrik, v_f =volume serat, v_m =volume matrik.

Variabel terkontrol yang digunakan adalah menggunakan perbandingan fraksi volume serat kelapa 10% dan fraksi volume *polyester* 90%, perbandingan fraksi volume serat kelapa 20% dan fraksi volume *polyester* 80%, perbandingan fraksi volume serat kelapa 30% dan fraksi volume *polyester* 70% serta perendaman NaOH sebesar 5% dan proses alkalisasi ini dilakukan selama 1 jam dengan panjang serat minimal 6 cm dan menggunakan standar uji tarik ASTM D 3039 dan standar uji bending ASTM D 790

Pengujian yang digunakan adalah pengujian bending dan pengujian bending. Pengujian tarik dilakukan untuk mencari tegangan dan regangan (*stress strain test*). Pengujian ini kita dapat mengetahui beberapa sifat mekanik material yang sangat dibutuhkan dalam desain rekayasa. Hasil dari pengujian ini adalah grafik beban versus perpanjangan (elongasi). Beban dan elongasi dapat dirumuskan dengan *engineering stress* dan *engineering strain*.

Engineering Stress (σ)

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad (4)$$

Dimana, F adalah beban yang diberikan dalam arah tegak lurus terhadap penampang spesimen (N), A_0 = luas penampang mula-mula spesimen sebelum diberikan pembebanan (m^2), dan σ = engineering stress (MPa).

Engineering Strain (ϵ) :

$$\epsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0} = \frac{\Delta L}{l_0} \quad (5)$$

Dimana: ϵ = engineering strain, l_0 = panjang mula-mula spesimen sebelum diberikan pembebanan, dan ΔL = pertambahan panjang pengujian dilakukan dengan pengujian tarik matrik (jenis plastik resin) dan kompositnya.

Menentukan kekuatan lentur dapat dihitung dengan Persamaan 6.

$$\sigma_f = \frac{3 \cdot P \cdot L}{2 \cdot b \cdot d^2} \quad (6)$$

Dimana, σ_f = tegangan lentur (MPa), P = tegangan (N), L = panjang span (mm), B = lebar (mm), dan D = tebal (mm).

Sedangkan untuk menentukan nilai modulus elastisitas dapat menggunakan Persamaan 7.

$$L = \frac{E \cdot m}{4 \cdot b \cdot d^3} \quad (7)$$

Dimana, E = Modulus elastisitas, L = panjang span (mm) B = lebar (mm), dan = hubungan tangensial dari kurva defleksi (N/mm).



Gambar 1. Alat uji

Gambar 1 adalah alat mesin uji tarik (a) dan alat uji bending (b) yang digunakan untuk pengujian. Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat sabut kelapa, NaOH sebesar 5%, resin poliester tidak jenuh tipe 157 BTQN, dan katalis digunakan MEKPO dan aquades.

Proses alkalisasi serat kelapa, adalah sebagai berikut:

1. Penyiapan serat kelapa yang sudah dibersihkan.
2. Serat kelapa direndam selama 60 menit dengan NaOH sebesar 5%
3. Pembilasan serat kelapa.

4. Pengeringan serat pada siang hari dengan temperature 32°C-33°C dibawah terik matahari selama 6 jam.

Komposit serat kelapa-poliester dibuat dengan menggunakan metode *wet hand lay up*, dengan tahapan sebagai berikut:

1. Penyiapan cetakan komposit dengan menggunakan cetakan dari kaca.
2. Persiapan serat kelapa yang telah direndam di dalam larutan alkalisasi dengan NaOH 5% selama 1 jam.
3. Serat kelapa yang telah diberi perlakuan alkalisasi ditimbang beratnya sesuai perhitungan fraksi volum serat 10%, 20% dan 30% berat. Kemudian serat disusun lurus (*unidirectional*) untuk dimasukkan ke dalam cetakan.
4. Pelapisan cetakan komposit dengan menggunakan kit menggunakan kuas.
5. Setelah serat alam dimasukkan dalam cetakan, matriks poliester dituangkan di atas masing-masing lapisan serat.
6. Kemudian matriks poliester diratakan hingga seluruh bagian serat terbasahi oleh matriks lalu cetakan ditutup dan ditekan.
7. Cetakan ditekan selama 3 jam lalu di buka dan diletakan pada suhu kamar selama 24 jam.

Adapun karektistik *Unsaturated Polyester Resin* ditunjukkan pada Tabel 1.

Table 1. Karakteristik *Unsaturated Polyester Resin* Yukalac BQTN 157.

Item	Satuan	Nilai Tipikal	Catatan
Berat Jenis	gr/cm^3	1.215	25°C Barcol
Kekerasan	-	40	GYZJ 934-1
Suhu distorsi Panas	°C	70	-
Kekuatan Fleksural	Kg/nm^2	94	-
Modulus Fleksural	Kg/nm^2	300	-
Modulus Elastisitas	Kg/nm^2	300	-

Gambar 2 menunjukkan kondisi spesimen yang akan di uji dengan masing-masing 3 sampel uji yaitu fraksi 10%, 20%, 30% yang akan dilakukan uji tarik dan uji bending.

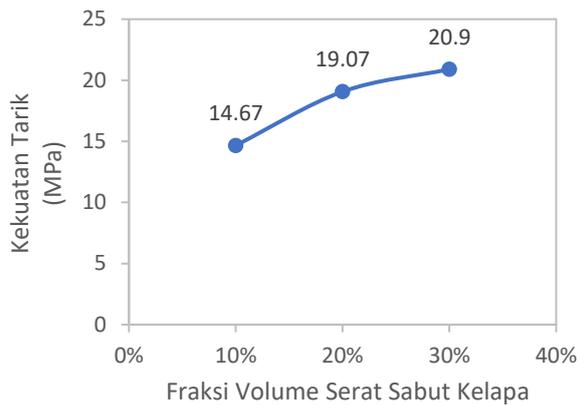


Gambar 2. Spesimen

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

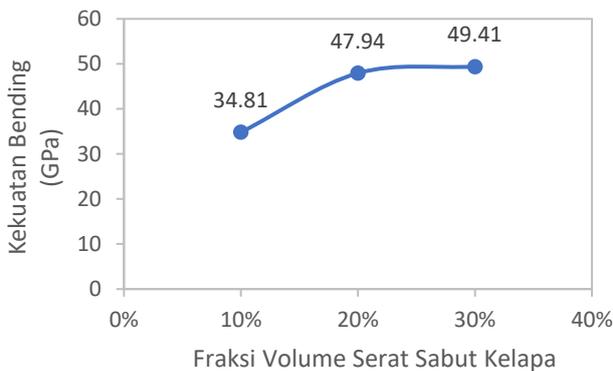
Setelah dilakukan pengujian tarik dan bending dengan masing-masing fraksi volume, diperoleh hasil yang ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Hasil uji tarik

Hasil penelitian berupa pengujian tarik ditunjukkan pada Gambar 3, dimana kekuatan tarik paling besar dimiliki oleh komposit dengan fraksi 30%.

Adapun hasil pengujian bending ditunjukkan pada Gambar 4, dimana hasil uji bending menunjukkan kekuatan lentur yang besar dimiliki oleh komposit dengan fraksi volume 30%.



Gambar 4. Hasil uji bending

Pembahasan

Hasil pengujian tarik pada gambar 3 menghasilkan kekuatan tarik terkecil pada volume serat 10 % dengan nilai 14.64 MPa dan kekuatan tarik terbesar pada variasi fraksi volume 30 % dengan nilai 20.90 MPa. Peningkatan variasi volume serat 10% ke variasi volume serat 20% terjadi kenaikan nilai kekuatan tarik dari nilai 14.64 MPa ke 19.07 MPa dan nilai kekuatan tarik naik pada volume serat 30% menjadi 20.90 MPa.

Hasil pengujian bending pada gambar 4 menunjukkan kekuatan bending dengan nilai terkecil pada volume serat 10% dengan nilai 34.81.64 MPa dan kekuatan bending terbesar pada fraksi volume 30 % sebesar 49.41 MPa. Pada volume serat 10% ke volume serat 20% terdapat kenaikan nilai 34.81 MPa ke 47.94 MPa dan kekuatan bending terus naik pada volume serat 30% menjadi 49.41 MPa.

Setelah dilakukan pengujian tarik dan bending didapatkan bahwa volume fraksi serat sabut kelapa mempengaruhi nilai kekuatan tarik dan bending yang dimana mengalami peningkatan karena serat berkontribusi untuk menahan beban pengujian hal ini selaras dengan penelitian terdahulu yang dimana jumlah serat berkontribusi untuk menahan beban pengujian [13].

Struktur pada komposit serat serabut kelapa dengan matriks polyester dapat terlihat dengan jelas adanya void, yang berarti terdapat gelembung udara yang terperangkap. Adanya gelembung tersebut disebabkan karena distribusi serat dengan matrik tidak merata [12].

KESIMPULAN

Telah dilakukan penelitian tentang Pengaruh fraksi volume terhadap kekuatan tarik dan bending komposit serat serabut kelapa. Hasilnya bisa disimpulkan:

1. Hasil pengujian tarik dengan nilai kekuatan tarik terendah pada fraksi volume serat sabut kelapa 10% sebesar 14.64 MPa dan kekuatan tarik terbesar pada variasi fraksi volume 30 % dengan hasil 20.90 MPa.
2. Hasil pengujian bending dengan nilai kekuatan bending terendah pada variasi volume serat 10% dengan nilai 34.81.64 MPa dan kekuatan bending terbesar didapat difraksi volume 30 % dengan nilai 49.41 MPa.
3. Dari hasil penelitian ditemukan bahwa peningkatan fraksi volume serat sabut kelapa terdapat peningkatan juga pada hasil kekuatan tarik dan bending hal ini dikarenakan banyaknya serat berkontribusi untuk menahan beban.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nina, S., Galih, S., Lani, F. D., Hapiz, I. and Ratih, M. 2017, Pemanfaatan Serabut Kelapa Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Sofa Dengan Metode Adhesive Guna Meningkatkan Perekonomian Masyarakat Serta Pemanfaatan Media Online Sebagai Strategi Pemasaran Produk, in *SNasPPM*, Tuban.
- [2] Titi, I. 2011, Pemanfaatan Limbah Sabut Kelapa Pada Perencanaan Interior dan Furnitur yang Berdampak Pada Pemberdayaan Masyarakat Miskin, *Humaniora Binus*, Vol. 2 (1) pp. 15-23.
- [3] Sadat, N. S. S., Budha, M. and M. Fariz, R. I., 2020. Analisis Perbandingan Kekuatan Tarik Komposit Berbahan Serat Sabut Kelapa dan Serat Buah Bintaro, *Proton: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Mesin*, Vol. 12 (1) pp. 1-9.
- [4] Budha M., A. As'ad Sonief dan Slamet, W. 2011, Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester, *Jurnal Rekayasa Mesin*, Vol. 2 (2) pp. 123-129.
- [5] Ninik, P. 2014, Uji Coba Penggunaan Sabut Kelapa Sebagai Papan Serat, *Jurnal BENTANG*, Vol. 2 (2) pp. 69-79.
- [6] Kristomus, B. and Theo Da, C. 2016, Pengaruh Panjang Serat Terhadap Sifat Bending Papan Komposit Poliester Berpenguat Serat Buah Lontar, *ROTOR*, Vol. Edisi Khusus (2), pp. 79-81.
- [7] Rakhmad, F. P., Waldhy, R. D., Ramanda, H. Iqbal, V. S., and Qodirun, S. M. 2018, Pengaruh Variasi Fraksi Volume Serat Sabut Kelapa Komposit Unsaturated Polyester Terhadap

- Kekuatan Bending, *STATOR*, Vol. 1 (1), pp. 111-112.
- [8] Jonathan, O., Frans, P. S. and Romels, L. 2013, Analisis Sifat Mekanik Material Komposit Dari Serat Sabut Kelapa, *Jurnal Teknik Mesin Unsrat*, Vol. 1 (1) pp. 1-10.
- [9] Yan, K. and M. Arsyad, 2018, Analisis Kandungan Lignin, Sellulosa, dan Hemisellulosa Serat Sabut Kelapa Akibat Perlakuan Alkali, *INTEK Jurnal Penelitian*, Vol. 5 (2) pp. 94-97.
- [10] Julio, F. D., H. Salim, P. Qiao, R. L. Anido and E. Barbero, 1996, Analysis and Design of Pultruded FRP Shapes Under Bending, *Composites Part B ; Engineering*, Vol. 3 (27) pp. 295-305.
- [11] Catur, P., Sri, W. and M. Galih, A. 2019, Karakteristik Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu dengan Matriks Epoxy, *Journal of Mechanical Engineering*, Vol. 3 (1) pp. 1-7.
- [12] Zulkifli, Hadi, H. and Subur, M. 2018, Analisa Kekuatan Tarik dan Bentuk Patahan Komposit Serat Sabuk Kelapa Bermatriks Epoxy terhadap Variasi Fraksi Volume Serat, *Jurnal Teknologi Terpadu*, Vol. 6 (2) pp. 90-95.
- [13] Sri, H., Herru, S. B., Diki, I. I. and M. Nurdin, N. 2021, Peningkatan Sifat Mekanik Komposit Serat Alam Limbah Sabut Kelapa (Cocofiber) yang Biodegradable, *Reka Buana*, Vol. (1) pp. 30-37.