

ANALISIS KEKUATAN TARIK KOMPOSIT *HYBRID* BERPENGUAT SERAT BATANG PISANG KEPOK DAN SERAT PINANG

Fajar Paundra^{1*}, Antonius Doni Setiawan², Abdul Muhyi³, Fitrah Qalbina⁴

Email : ¹fajar.paundra@ms.itera.ac.id, ²antonius.17117066@student.itera.ac.id, ³abdul.muhyi@ms.itera.ac.id,

⁴fitrah.qalbina@ms.itera.ac.id

^{1,2,3,4}Teknik Mesin, Institut Teknologi Sumatera Alamat, Jl. Terusan Ryacudu, Way Huwi,
Kec. Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung 35365.

Abstrak

Komposit adalah material yang terdiri dari dua atau lebih jenis bahan penyusun dengan karakteristik dan sifat masing – masing yang berbeda satu dengan yang lainnya baik sifat fisik maupun sifat kimianya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fraksi volume serat batang pisang kepok (*Musa Paradisiaca*) dan serat pinang (*Areca catechu L*) terhadap kekuatan tarik komposit hybrid. Hasil pengujian densitas tertinggi terdapat pada fraksi volume 15% serat pisang kepok : 15% serat pinang yaitu sebesar 1,17 g/cm³, dan terendah pada fraksi volume 20% serat pisang kepok : 10% serat pinang sebesar 1,10 g/cm³. Hasil pengujian tarik komposit mendapatkan kekuatan tarik tertinggi pada fraksi volume 15% serat pisang kepok : 15% serat pinang sebesar 16,33 MPa, dan terendah pada fraksi volume 0% serat pisang kepok : 30% serat pinang sebesar 5,81 MPa.

Kata Kunci : Komposit, hybrid, compression molding, serat batang pisang kepok, serat pinang, tarik.

Abstract

Composite is a material consisting of two or more types of constituent materials with different characteristics and properties from each other, both physical and chemical properties. This study aims to determine the effect of the volume fraction of kepok banana stem fiber (*Musa Paradisiaca*) and areca fiber (*Areca catechu L*) on the tensile strength of hybrid composites. The results of the highest density test were found in the volume fraction of 15% banana kepok fiber: 15% areca nut fiber, which was 1.17 g/cm³, and the lowest was in the 20% volume fraction of kepok banana fiber: 10% areca nut fiber of 1.10 g/cm³. The results of the tensile test of the composite obtained the highest tensile strength at 15% volume fraction of banana kepok fiber: 15% areca nut fiber at 16.33 MPa, and the lowest at 0% volume fraction of kepok banana fiber: 30% betel nut fiber at 5.81 MPa.

Keywords : Composite, hybrid, compression molding, banana fiber, betel nut fiber, tensile.

1. Pendahuluan

Komposit adalah suatu material terdiri dari dua atau lebih jenis bahan penyusun dengan sifat dan karakteristik yang berbeda[1][2][3]. Komposit digunakan sebagai material alternatif dalam industri manufaktur seperti industri dirgantara menggantikan material logam, khususnya sebagai bahan pembuatan body dan sayap pesawat tanpa awak[4]. Berdasarkan seratnya komposit dapat dibedakan menjadi komposit serat sintesis dan serat alam. Serat alam yang telah digunakan untuk bahan pembuatan komposit antara lain adalah, ijuk, rumput teki, sabut kelapa, serat batang pisang dan serat pinang (*Areca catechu L*)[5][6].

Beberapa penelitian terkait dengan komposit serat alam sudah banyak dilakukan seperti jenis serat yang digunakan, pengaruh fraksi volume, pengaruh perlakuan alkali dan penambahan dua jenis serat penguat.

Penelitian yang meneliti tentang pengaruh ketebalan serat Pelepah Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca*) terhadap kekuatan mekanik komposit yang dilakukan oleh Nopriantina dkk., (2013). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa nilai kuat tekan poliester murni diperoleh sebesar 12,16 N/mm² dan nilai kuat tekan komposit poliester

bernilai maksimum setelah penambahan serat pelepah pisang dengan ketebalan optimum 0,70 mm memiliki kekuatan bending sebesar 12,92 N/mm². Nilai kuat tarik poliester murni adalah 2,93 N/mm² sedangkan kuat tarik komposit poliester bernilai maksimum setelah penambahan serat pelepah pisang adalah dengan ketebalan optimum 0,82 mm.

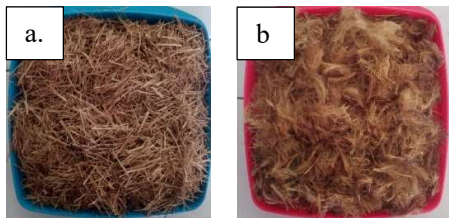
Artika & Mahyudin, (2019) melakukan penelitian terkait dengan pengaruh panjang serat pinang terhadap sifat mekanik dan Biodegradable komposit berpati Talas. Hasil penelitian diketahui bahwa nilai kuat tarik tertinggi diperoleh pada panjang serat 12 mm yaitu 19,65 MPa. Nilai regangan tertinggi pada panjang serat 9 mm yaitu 4,66 MPa. Nilai biodegradabel dengan penguburan sampel selama 30 hari didapatkan nilai degradabel rata-rata yaitu 0,0018%.

Beberapa cara dilakukan untuk meningkatkan kekuatan tarik komposit diantaranya adalah perlakuan alkali dan penggabungan dua jenis serat alam[9][10][11]. Penggabungan dua buah serat alam diharapkan dapat meningkatkan kekuatan mekanis dari komposit. Namun penelitian tentang penggabungan dua jenis serat yang telah mendapatkan perlakuan alkali, pada pembuatan

komposit dengan metode *compression molding* belum pernah dilakukan. Oleh karena itu penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang pengaruh fraksi volume serat batang pisang kepok (*Musa Paradisiaca*) dan serat pinang (*Areca catechu L*) terhadap terhadap kekuatan tarik komposit *Hybrid*.

2. Metode Penelitian

Serat alam yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat batang pisang kapok (*Musa Paradisiaca*) dan serat pinang (*Areca Catechu L*), sedangkan resin yang digunakan adalah Polyester Yukalac C-108B. Serat alam direndam pada larutan alkali selama 2%, hal ini bertujuan untuk menghilangkan lignin dan kotoran pada permukaan serat[12][13]. Gambar 1 menunjukkan serat pisang dan pinang yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 1. a. Serat pisang dan b. serat pinang

Pembuatan komposit menggunakan metode *compression molding* dengan cetakan berukuran 20 x 25 x 5 mm. penekanan dilakukan pada tekanan 6 Bar selama 24 jam. Penekanan bertujuan untuk menghilangkan gelembung udara yang terjebak dalam komposit[14]. Gambar 2 menunjukkan proses pembuatan komposit dengan metode *compression molding*.



Gambar 2. Proses pembuatan komposit

Pengujian densitas dan tarik dilakukan untuk mengetahui sifat fisis dan mekanis komposit.

Pengujian densitas mengacu pada standar ASTM C271. Perhitungan densitas komposit dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

ρ = Densitas (g/cm³)

m = Massa (g)

V = Volume (cm³)

Pengujian Tarik mengacu kepada standar ASTM D3039. Proses pengujian tarik dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Proses uji tarik

Spesimen dijepit dengan menggunakan mesin UTM dan dianalisis hasilnya. Sedangkan *tensile Strenght* dapat dihitung dengan persamaan :

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

σ = *Tensile Strenght* (MPa)

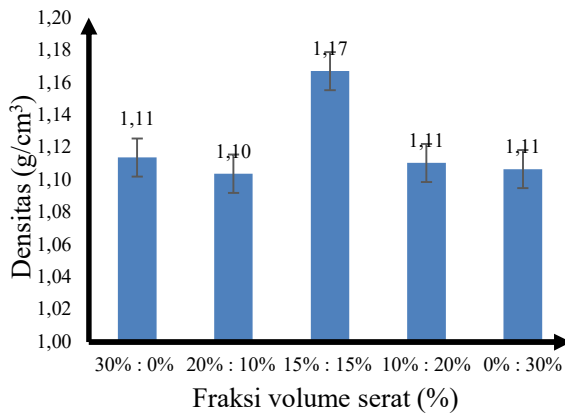
F = Pembebana gaya yang diberikan (N)

A₀ = Luas penampang spesimen mula – mula sebelum diberikan pembebanan (m²)

3. Hasil dan Pembahasan

a. Uji Densitas

Pengujian densitas bertujuan untuk mengetahui berat komposit. Hasil pengujian densitas ditunjukkan pada gambar 4.



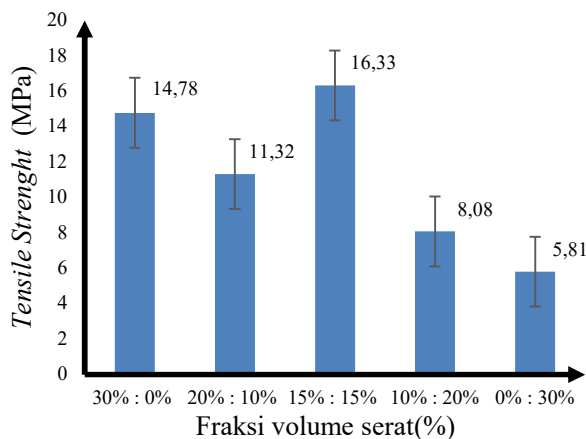
Gambar 4. Hasil uji densitas

Gambar 4 menunjukkan nilai densitas komposit hybrid berpenguat serat batang pisang kepok dan serat pinang tertinggi terdapat pada fraksi volume 15% serat pisang kepok : 15% serat pinang yaitu sebesar 1,17 g/cm³, sedangkan nilai densitas terendah terdapat pada fraksi volume 20% serat pisang kepok : 10% serat pinang sebesar 1,10 g/cm³.

Nilai densitas matrik resin poliester yang digunakan sebesar 1,12 g/cm³, densitas serat batang pisang kepok 0,4 g/cm³ dan nilai densitas serat pinang sebesar 0,3 g/cm³[7][12]. Pada pembuatan komposit *hybrid* berpenguat serat batang pisang kepok dan serat pinang ini matrik yang digunakan adalah sebesar 70% dari total volume cetakan, sedangkan serat yang digunakan sebesar 30% dari total volume cetakan. Nilai densitas komposit sangat berpengaruh terhadap kekuatan mekaniknya[15].

b. Hasil uji tarik

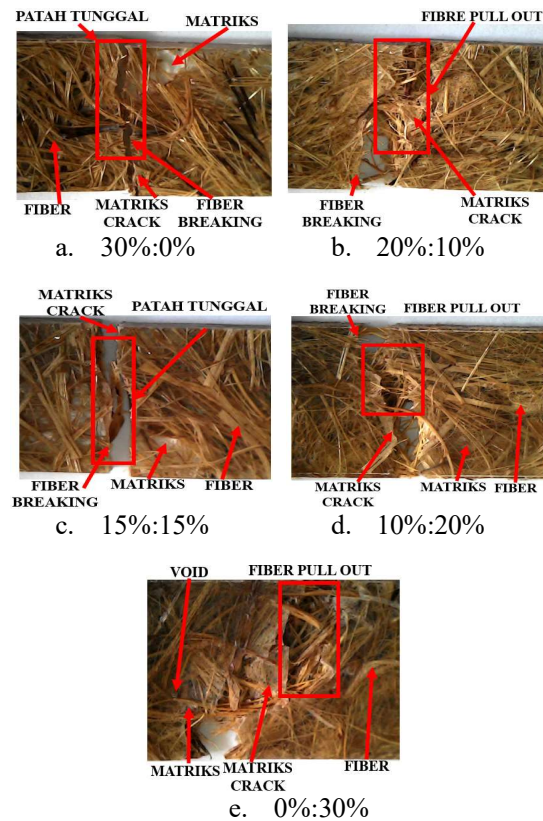
Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui kemampuan maksimal material untuk menahan beban tarik. Hasil pengujian tarik ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Hasil uji Tarik

Gambar 5 menunjukkan kekuatan tarik semakin meningkat seiring dengan penambahan fraksi volume serat batang pisang kepok. Kekuatan tarik terbesar terdapat pada konsentrasi serat pisang kepok 15%, selain memiliki kekuatan tarik yang paling tinggi konsentrasi serat pisang kepok 15% ini juga memiliki kemampuan menahan beban yang paling tinggi sebesar 1432,89 N. Hal tersebut dipengaruhi karena nilai kekuatan tarik rata-rata serat batang pisang kepok sebesar 600 MPa [16], sedangkan nilai kekuatan tarik serat pinang lebih kecil dimana kekuatan maksimum serat pinang sebesar 165 MPa[12].

Setelah pengujian tarik maka dilakukan pengamatan patahan specimen. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik patahan specimen komposit. Gambar 6 menunjukkan hasil pengamatan patahan dari hasil uji tarik.



Gambar 6. Patahan uji tarik

Gambar 6 menunjukkan bahwa terdapat beberapa jenis kegagalan material komposit pasca pengujian tarik yaitu patah tunggal, *fiber pull out*, *fiber breaking* dan *matriks crack*. Patah tunggal adalah kondisi dimana material uji tarik patah secara getas (*brittle*) sehingga semua bagian dari komposit patah dan terbagi menjadi dua bagian. *Fiber pull out* adalah kondisi patah dimana serat keluar atau terlepas dari matriks hal ini terjadi

karena kurangnya ikatan (*interface bounding*) antara serat dan matriks. *Fiber breaking* adalah jenis patahan dimana serat putus setelah menerima pembebanan sedangkan *matriks crack* adalah kegagalan dimana matriks mengalami retak setelah diberi pembebanan[8][17][18]. Penyebab lain terjadinya patahan adalah adanya void. Void merupakan rongga udara yang terjebak dalam komposit. Void bisa disebabkan karena pada proses pencetakan ataupun pada proses pencampuran resin dengan serat terdapat udara yang terjebak[15][19].

Gambar 6 (a) dan (c), menunjukkan bahwa patahan yang terjadi adalah patahan getas atau patah tunggal, hal ini terjadi karena ikatan antara matriks dan serat kuat dan menjadikannya nilai kekuatan tariknya besar. Sedangkan gambar 6 (b), (d) dan (e) terlihat patahan yang terjadi adalah getas, akan tetapi serat berusaha menahan kekuatan tarik. Pada gambar tersebut terjadinya *fiber pull out* atau *debonding*, hal ini terjadi karena ikatan antara matriks dan serat kurang baik sehingga ketika komposit diberikan tegangan tarik, matriks retak dan serat terlepas dari matriks, ini juga menjadikan nilai kekuatan tariknya rendah sedangkan nilai regangannya besar[20]. Fenomena patahan tersebut bisa terjadi karena hal yang paling berpengaruh pada kekuatan tarik serta bentuk penampang patahan komposit adalah daya ikat antar serat dan matriks yang digunakan serta orientasi arah serat yang baik. Serta ketika suatu material komposit berpenguat serat diberikan tegangan tarik, tegangan akan diterima oleh matriks yang kemudian akan diteruskan ke serat penguat sebelum akhirnya komposit mengalami kegagalan atau patah[21][22].

4. Kesimpulan

Penambahan fraksi volume serat batang pisang kepok (*Musa Paradisiaca*) secara keseluruhan mengakibatkan penambahan kekuatan tarik komposit *hybrid* berpenguat serat batang pisang kepok (*Musa Paradisiaca*) dan serat pinang (*Areca catechu L*). Nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada fraksi volume 15% serat batang pisang kepok : 15% serat pinang sebesar 16,33 MPa, dan nilai kekuatan tarik terendah terdapat pada fraksi volume 0% serat pisang kepok : 30% serat pinang sebesar 5,81 MPa.

5. Daftar Pustaka

- [1] N. U. R. Burhan, "Analisis Pengaruh Sambungan Mekanik Tipe Single Lap Terhadap Kekuatan Tarik Pada Komposit Polyester Serat Batang Pisang," pp. 1–10, 2015.
- [2] F. Paundra, T. Triyono, and W. P. Raharjo, "Cu Addition Effect Analysis on Matrix Of Remelting Piston Aluminium Composite with Silica Sand Reinsforcement to The Impact Strength and Micro Structure on Aluminuim Matrix Composite Using Stir-Casting Method," *Mek. Maj. Ilm. Mek.*, vol. 16, no. 1, pp. 20–25, 2017, doi: 10.20961/mechanika.v16i1.35051.
- [3] 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.
- [4] T. Djunaedi and B. Setiawan, "Pengujian Kekuatan Tarik Komposit Variasi Arah Serat Roving – Resin Polyester Bqtn R157 Yang Diproduksi Dengan Metode Vacuum Bagging Untuk Aplikasi Pesawat Tanpa Awak," *Semin. Nas. Sains dan Teknol.*, pp. 1–10, 2018.
- [5] D. Ariawan, T. S. Rivai, E. Surojo, S. Hidayatulloh, H. I. Akbar, and A. R. Prabowo, "Effect of alkali treatment of Salacca Zalacca fiber (SZF) on mechanical properties of HDPE composite reinforced with SZF," *Alexandria Eng. J.*, vol. 59, no. 5, pp. 3981–3989, 2020, doi: 10.1016/j.aej.2020.07.005.
- [6] R. Muthalagu, J. Murugesan, S. Sathees Kumar, and B. Sridhar Babu, "Tensile attributes and material analysis of kevlar and date palm fibers reinforced epoxy composites for automotive bumper applications," *Mater. Today Proc.*, vol. 46, no. xxxx, pp. 433–438, 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2020.09.777.
- [7] N. Nopriantina and A. -, "PENGARUH KETEBALAN SERAT PELAPAH PISANG KEPOK (Musa paradisiaca) TERHADAP SIFAT MEKANIK MATERIAL KOMPOSIT POLIESTER-SERAT ALAM," *J. Fis. Unand*, vol. 2, no. 3, pp. 195–203, 2013, doi: 10.25077/jfu.2.3.
- [8] M. P. Artika and A. Mahyudin, "Pengaruh Persentase Serat Pinang terhadap Sifat Mekanik dan Biodegradabilitas Komposit Polipropilena dengan Penambahan Pati Pisang," *J. Fis. Unand*, vol. 8, no. 2, pp. 158–163, 2019, doi: 10.25077/jfu.8.2.158-163.2019.
- [9] A. J. Adeyi, O. Adeyi, E. O. Oke, O. A. Olalere, S. Oyelami, and A. D. Ogunsola, "Effect of varied fiber alkali treatments on the tensile strength of Ampelocissus cavicaulis reinforced polyester composites: Prediction, optimization, uncertainty and sensitivity analysis," *Adv. Ind. Eng. Polym. Res.*, vol. 4, no. 1, pp. 29–40, 2021, doi:

- 10.1016/j.aiepr.2020.12.002.
- [10] 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://ejurnal.pnl.ac.id/index.php/polimesin/article/view/844>.
- [11] S. Sakuri, E. Surojo, D. Ariawan, and A. R. Prabowo, "Investigation of Agave cantala-based composite fibers as prosthetic socket materials accounting for a variety of alkali and microcrystalline cellulose treatments," *Theor. Appl. Mech. Lett.*, vol. 10, no. 6, pp. 405–411, 2020, doi: 10.1016/j.taml.2020.01.052.
- [12] C. putri Kusuma kencanawati, I. K. Gede Sugita, N. Suardana, and I. W. B. Suyasa, "Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Fisik, dan Mekanik Serat Kulit Buah Pinang," *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 11, no. 1, p. 6, 2018, doi: 10.24843/jem.2018.v11.i01.p02.
- [13] I. G. P. A. Suryawan, N. Suardana, I. K. Suarsana, I. P. Lokantara, and I. K. J. Lagawa, "Kekuatan Tarik dan Lentur pada Material Komposit Berpenguat Serat Jelatang," *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 12, no. 1, p. 7, 2019, doi: 10.24843/jem.2019.v12.i01.p02.
- [14] A. Kadir and K. Hijau Bumi Tridarma Andounohu Kendari, "DINAMIKA Jurnal Ilmiah Teknik Mesin PENGARUH POLA ANYAMAN TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN BENDING KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT BAMBU," vol. 6, no. 1, pp. 9–18, 2014.
- [15] R. R. Rizkiansyah and I. Purnomo, "Sifat Mekanik Komposit Polipropilena Berpenguat Serat Sansevieria Unidirectional," *Mesin*, vol. 25, no. 2, pp. 73–82, 2016.
- [16] I. P. Lokantara, N. Putu, G. Suardana, and I. M. G. Karohika, "Pengaruh Panjang Serat pada Temperatur Uji yang Berbeda Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester Serat Tapis Kelapa," vol. 4, no. 2, 2010.
- [17] A. A. Ansari, S. K. Dhakad, and P. Agarwal, "Investigation of mechanical properties of sisal fibre and human hair reinforced with epoxy resin hybrid polymer composite," *Mater. Today Proc.*, vol. 26, no. xxxx, pp. 2400–2404, 2019, doi: 10.1016/j.matpr.2020.02.513.
- [18] A. S. N, W. Sumbodo, and R. D. Widodo, "Pengaruh Anyaman 2D Triaxial Braided Fabric Filler Kain Goni Terhadap Kekuatan Bending Dan Struktur Makro Komposit Bermatrik Polyester," *J. Kompetensi Tek.*, vol. 10, no. 2, pp. 46–53, 2018, doi: 10.15294/jkomtek.v10i2.16027.
- [19] A. Saidah, S. E. Susilowati, and Y. Nofendri, "Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Mekanik Komposit Serat Jerami Padi Epoxy Dan Serat Jerami Padi Resin Yukalac 157," *J. Konversi Energi dan Manufaktur UNJ*, pp. 96–101, 2018.
- [20] A. Chandra and A. Asroni, "Pengaruh Komposisi Resin Poliyester Terhadap Kekuatan Bending Komposit Yang Diperkuat Serat Bambu Apus," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 2, pp. 41–46, 2017, doi: 10.24127/trb.v4i2.68.
- [21] D. Sriwita and A. -, "Pembuatan Dan Karakterisasi Sifat Mekanik Bahan Komposit Serat Daun Nenas-Polyester Ditinjau Dari Fraksi Massa Dan Orientasi Serat," *J. Fis. Unand*, vol. 3, no. 1, pp. 30–36, 2014, doi: 10.25077/jfu.3.1.
- [22] X. B. Zhang, H. Aljewifi, and J. Li, "Failure Mechanism Investigation of Continuous Fibre Reinforced Cementitious Composites by Pull-out Behaviour Analysis," *Procedia Mater. Sci.*, vol. 3, pp. 1377–1382, 2014, doi: 10.1016/j.mspro.2014.06.222.