

Pengaruh Fraksi Volume Dan Sudut Konfigurasi Serat *Phyllostachys* Terhadap Kekuatan Komposit Dengan Metode Hand Lay-Up

Weriono^{1*}, Abdulkhair Junaidi², Rinaldi³, Adi Isra⁴ & Mauliade Kurniawan⁵

^{1,3,4,5}: Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru

²: Teknik Industri, Institut Teknologi Perkebunan Pelalawan

*Email: weriono@gmail.com

ABSTRAC

Phyllostachys bamboosoides known in Asia, also called bamboo fence, is one of the choices for the construction and manufacture of furniture. Its properties also make it useful in a number of arts and crafts. The influence of ductility and toughness factors is at the microcellular level; which includes the pattern of arrangement, morphology, and mechanical properties of bamboo cells. The perfect combination of fibers and compressible parenchyma cells is the key to the excellent flexible deformation of bamboo, originally illustrated the elongation of parenchyma cells under bending through low resolution electron micrographs. The angle of the microfibrils in the cell wall plays an important role in the mechanical properties of the wood and the occurrence of interface delamination followed by matrix failure and fiber breakdown under natural growth. Tensile strength and strain due to the influence of variations in thickness and volume of composite composition with variations in manufacturing methods that can affect its mechanical properties so that it is expected to determine a good composition. The addition of bamboo fiber as a filler of Polyester resin has a significant effect on the tensile strength. Tensile testing with an angle of 45° with a thickness 1 mm resulted in the highest ultimate stress 0.027 M.Pa with 25%:75% polyester resin of bamboo fiber. The tensile strength is increased by increasing the volume of the bamboo fiber and reducing the thickness of the bamboo fiber increases the tensile strength of the composite.

Keywords: *Phyllostachys bamboosoides*, ultimate stress, polyester

PENDAHULUAN

Bambu merupakan kumpulan berbagai jenis tumbuhan *gramineae* berukuran besar, yang telah digunakan sebagai bahan untuk *pulp and paper*, perabotan dan struktur teknik karena merupakan sumber daya alam berkelanjutan yang melimpah mempunyai sifat mekanis yang tinggi [1]. Semua jenis bambu ini dijadikan sebagai pengganti kayu di daerah yang mengalami kelangkaan kayu pada sumber daya kehutanan [2]. Bambu menunjukkan fleksibilitas yang sangat baik dan ketangguhan lentur dalam arah aksial karena hierarkinya struktur sel yang mempunyai kemampuan untuk menahan gaya lateral, deformasi besar dari beban disebabkan oleh salju, dan menghambat pertumbuhan retak saat *macrocracks* terjadi selama pertumbuhan bambu [4]. *Phyllostachys bambusoides* dikenal di daerah Asia, disebut juga bambu pagar, adalah salah satu pilihan untuk konstruksi dan pembuatan perabotan. Sifatnya juga dapat membuat perancangan dalam beberapa bidang seni dan kerajinan. Selain tradisional kerajinan tenun dan produk tekstil, bambu dapat digunakan untuk memproduksi bahan komposit canggih menggunakan proses pembuatan cetakan dan teknologi penggulungan [5], seperti: pipa, helm sepeda motor [6], dan bagian interior otomotif [7].

Dengan memahami mekanisme bambu perilaku pada struktur mikro terutama yang mendasarinya mekanisme fleksibilitas dan ketangguhan lenturnya sehingga meningkatkan kemampuannya untuk dimanfaatkan potensi bambu untuk aplikasi rekayasa baru. Memahami hubungan antara mekanik kinerja bambu dan struktur selnya pada jaringan untuk meningkatkan struktur mikro dapat mempengaruhi pada aplikasi bambu [8]. Pada tingkat jaringan, sifat mekanik bambu dipengaruhi dari komposisi dan distribusi seperti busa jaringan parenkim dan berkas pembuluh yang memberikan kompresibilitas dan kekakuan secara terpisah [3].

Pengaruh faktor kelenturan dan ketangguhan ada di tingkat sel mikro; yang meliputi pola susunan, morfologi, dan sifat mekanik sel bambu [8]. Kombinasi sempurna dari serat dan sel parenkim kompresibel adalah kunci bambu berdeformasi fleksibel yang sangat baik [9], awalnya diilustrasikan pemanjangan sel parenkim di bawah pembengkokan melalui mikrograf elektron

resolusi rendah. Sudut mikrofibril di dinding sel memainkan peran penting dalam sifat mekanik kayu dan terjadinya delaminasi antarmuka diikuti oleh matriks kegagalan dan kerusakan serat di bawah pertumbuhan alami [10].

Adapun perumusan masalah yang didapat adalah bagaimana sifat kekuatan tarik serat bambu dengan variasi volume komposisi komposit. Pengujian ini menghasilkan kekuatan tarik dan regangan akibat pengaruh variasi ketebalan dan volume komposisi komposit dengan variasi metode pembuatan yang dapat mempengaruhi sifat mekaniknya sehingga diharapkan dapat menentukan komposisi yang baik.

METODE

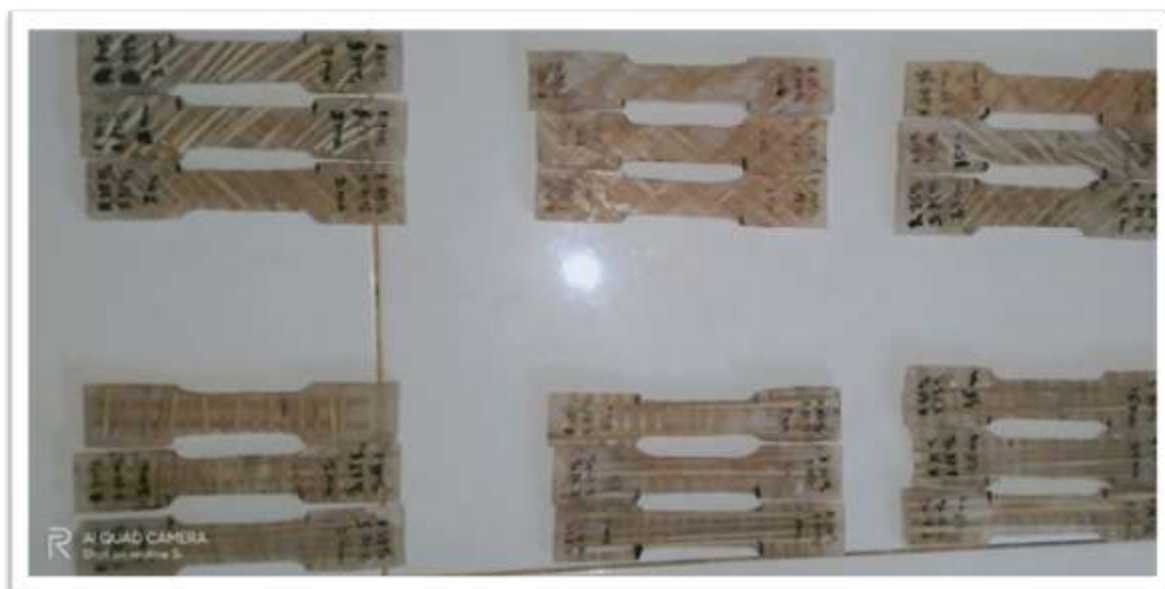
Material

Serat bambu diambil dari pohon bambu *phyllostachys*/bambu pagar, bambu memiliki komponen lignoselulosa berupa lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Selulosa merupakan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan serat bambu, sehingga perlu adanya proses pemisahan lignin dan hemiselulosa untuk mendapatkan selulosa. Pengujian uji tarik pada komposit ini menggunakan komposisi sebagai berikut : 1. resin polyester 25% : 75% serat bambu; 2. resin polyester 35% : 65% serat bambu, 3. resin polyester 45% : 55% serat bambu masing – masing mempunyai ketebalan bambu 1, 2 dan 3 mm.

Proses pembuatan spesiemen komposit ini dengan metode serat yang disusun rapi dan putus – putus (*Discontinuous*) dengan variasi sudut susunan bambu masing – masing 45^0 dan 90^0 pada variasi komposisi komposit serta ketebalan serat bambu. Resin polyester yang digunakan dioleskan ke serat yang telah tersusun dengan cara *hand lay-up* di cetakan spesiemen yang sudah dibentuk.

Spesiemen Uji Tarik

Untuk mendapatkan sifat mekanik material komposit tersebut maka terlebih dahulu disiapkan spesimen dengan prosedur pembuatan spesimen sesuai standard ASTM D3039. Bahan sudah disiapkan disesuaikan dengan variasi ketebalan serat dan volume komposisi campuran komposit yang selanjutnya dilakukan persiapan dengan proses peletakkan serat bambu dengan variasi sudut 45^0 dan 90^0 disusun di dalam cetakan yang telah dibuat. Proses pembuatan spesiemen pada cetakan kayu disesuaikan dengan standar uji tarik seperti gambar 1.

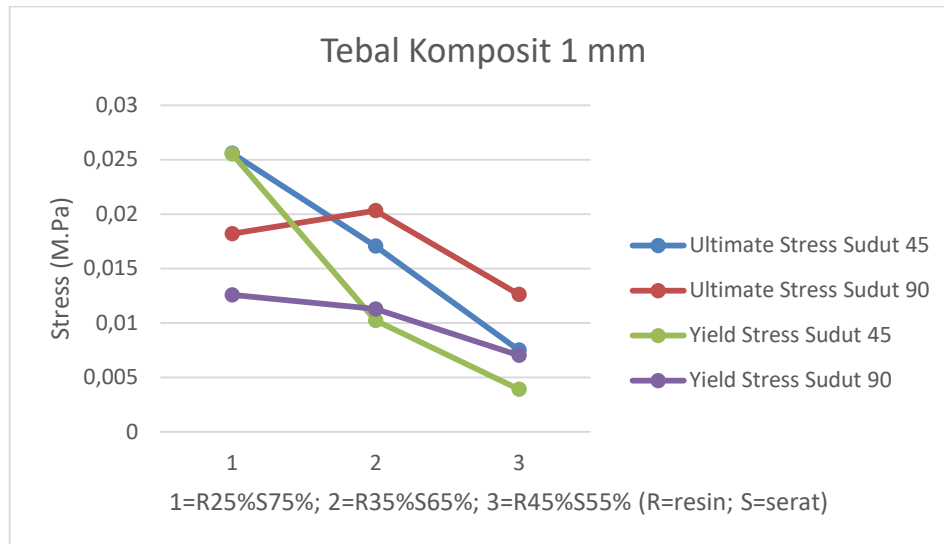


Gambar 1. Spesiemen uji tarik ASTM D638

HASIL DAN PEMBAHASAN

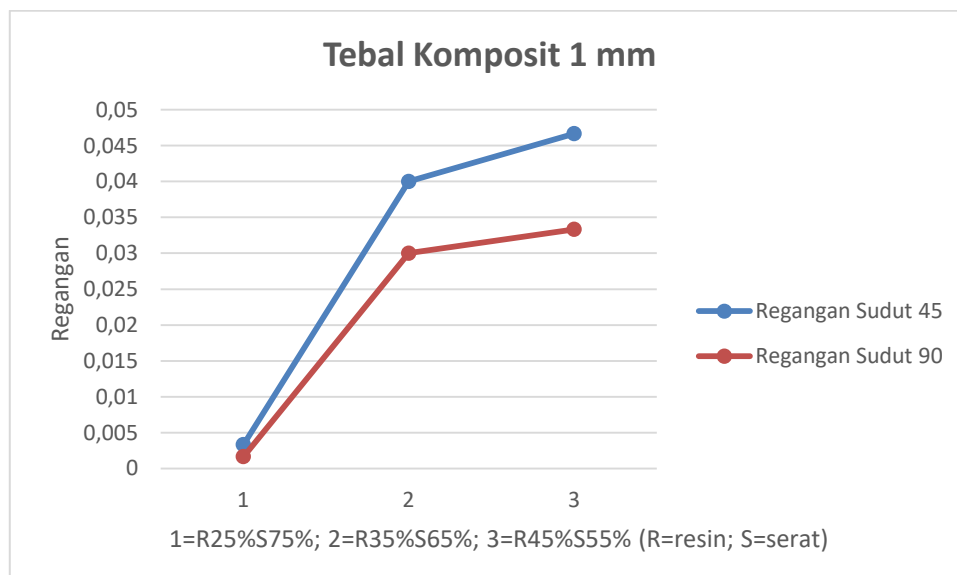
Komposisi Komposit Dengan Tebal Serat 1 mm

Pengujian tarik spesimen dengan ketebalan 1 mm seperti gambar 2. memperlihatkan tegangan *yield stress* paling tinggi 0,026 M.Pa dengan resin *polyester* 25%:75% serat bambu dengan sudut 45°. *Yield stress* dan *ultimate stress* dengan sudut 45° lebih tinggi dari pada 90° pada ketebalan 1 mm dan kekuatannya menurun dengan ditambahkan komposisi resinnya.



Gambar 2. Yield Stress dengan variasi komposisi tebal 1 mm

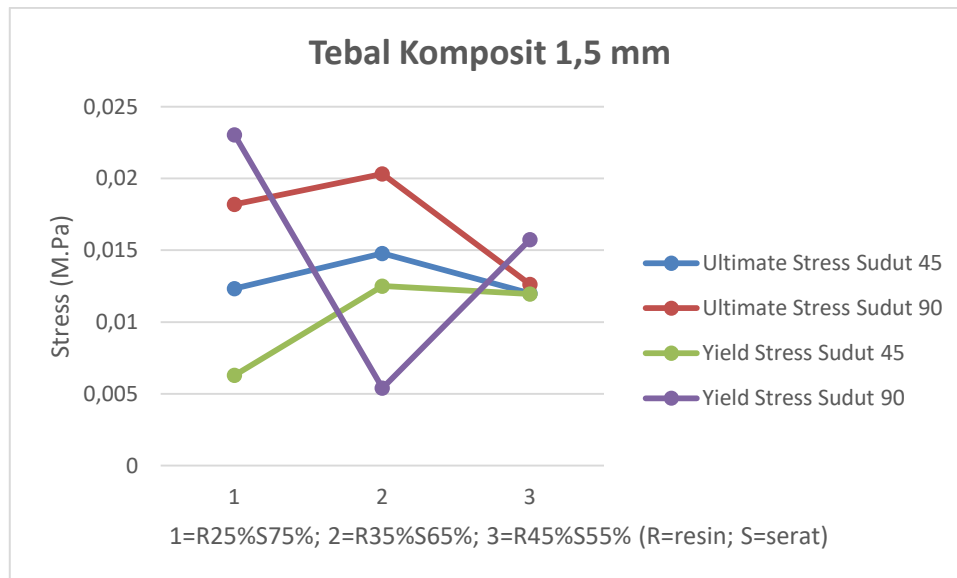
Regangan hasil pengujian tarik ketebalan 1 mm seperti gambar 3. memperlihatkan regangan paling tinggi 0,047 dengan resin *polyester* 45%:65% serat bambu dengan sudut 45°. Regangan dengan sudut 45° lebih tinggi dari pada 90° pada ketebalan 1 mm dan bertambahnya komposisi resin meningkatkan regangan yang terjadi.



Gambar 3 Regangan dengan variasi komposisi tebal 1 mm

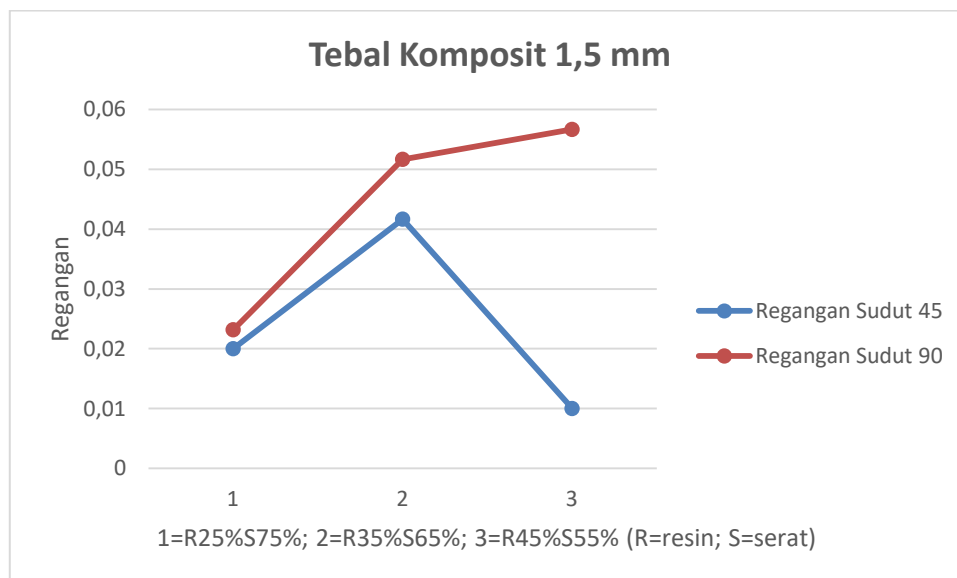
Komposisi Komposit Dengan Tebal Serat 1,5 mm

Kekuatan tarik spesimen dengan ketebalan 1,5 mm seperti gambar 4. memperlihatkan tegangan *yield stress* paling tinggi 0,023 M.Pa dengan resin *polyester* 25%:75% serat bambu dengan sudut 90^0 . *Yield stress* dan *ultimate stress* dengan sudut 90^0 lebih tinggi dari pada 45^0 pada ketebalan 1,5 mm dan kekuatannya menurun dengan ditambahkan komposisi resinnya.



Gambar 4 Yield Stress dengan variasi komposisi tebal 1,5 mm

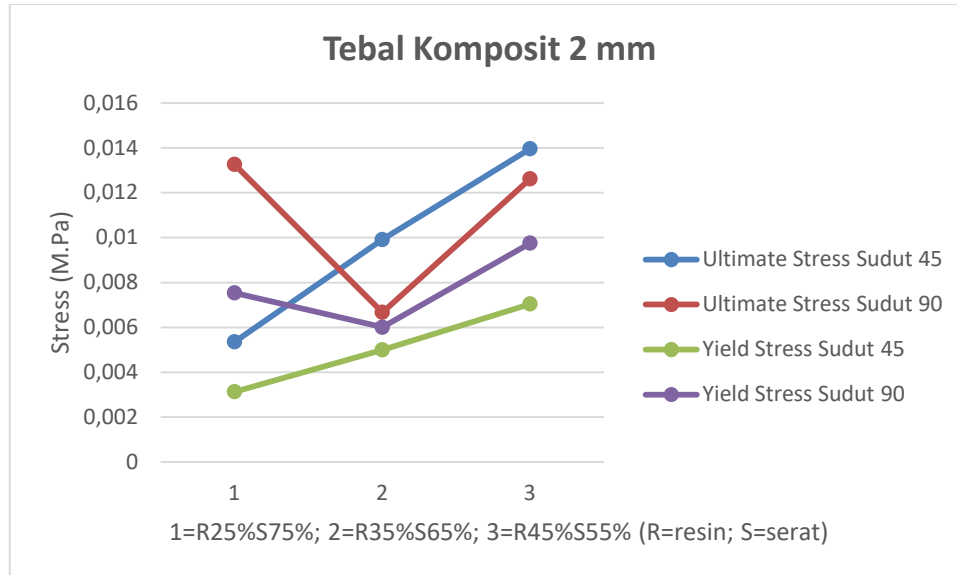
Regangan dengan ketebalan 1,5 mm seperti gambar 5. memperlihatkan regangan paling tinggi 0,056 dengan resin *polyester* 45%:65% serat bambu dengan sudut 90^0 . Regangan dengan sudut 90^0 lebih tinggi dari pada 45^0 dan regangan meningkat dengan ditambahnya resin.



Gambar 5 Regangan dengan variasi komposisi tebal 1,5 mm

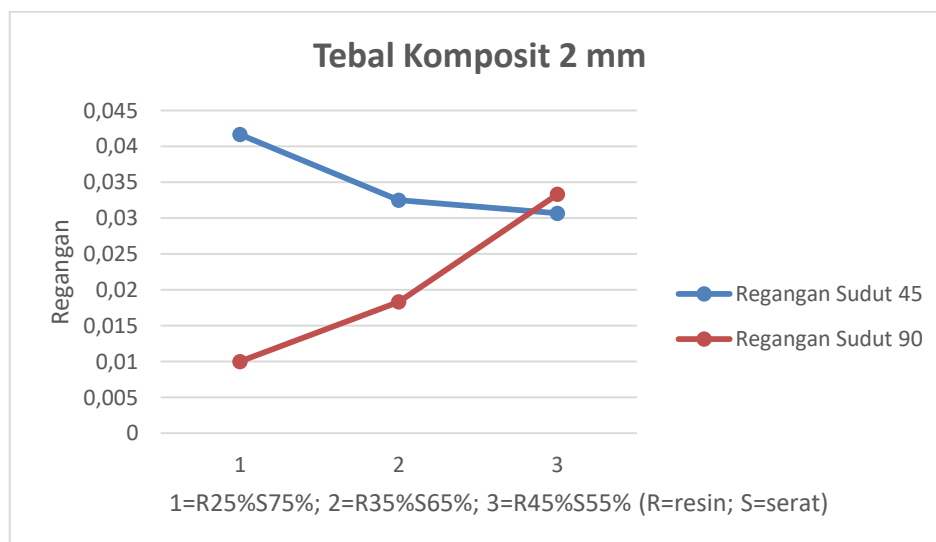
Komposisi Komposit Dengan Tebal Serat 2 mm

Pengujian tarik spesimen dengan ketebalan 2 mm tegangan *yield stress* paling tinggi 0,01 M.Pa dengan resin *polyester* 45%:65% serat bambu dengan sudut 90^0 . *Yield stress* dengan sudut 90^0 lebih tinggi dari pada 45^0 dan *ultimate stress* dengan sudut 90^0 lebih tinggi dari pada 45^0 tetapi sifat elastisitas sudut 45^0 lebih baik dari sudut 90^0 dengan bertambahnya resin seperti gambar 6.



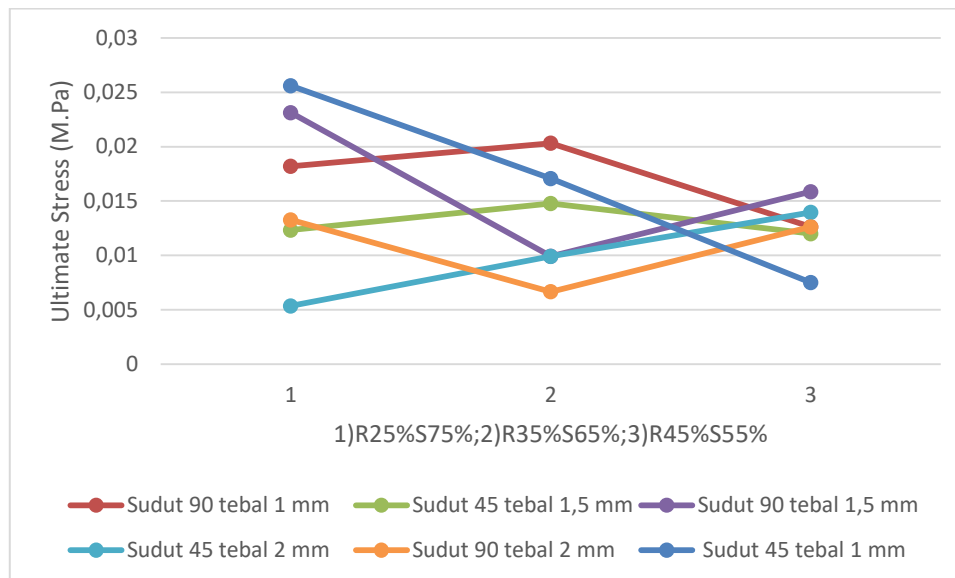
Gambar 6. Yield Stress dengan variasi komposisi tebal 2 mm

Regangan ketebalan komposit 2 mm paling tinggi 0,043 dengan resin *polyester* 25%:75% serat bambu dengan sudut 45^0 . Regangan sudut 45^0 lebih tinggi dari pada 90^0 pada ketebalan 2 mm seperti gambar 7.



Gambar 7. Regangan dengan variasi komposisi tebal 2 mm

Pengujian tarik dengan sudut 45^0 ketebalan 1 mm seperti gambar 8. memperlihatkan tegangan *ultimate stress* paling tinggi 0,027 M.Pa dengan resin *polyester* 25%:75% serat bambu. Kekuatan tarik meningkat dengan menambahkan volume serat bambu dan pengurangan ketebalan serat bambu meningkatkan kekuatan tarik komposit.



Gambar 8. *Ultimate Stress* dengan variasi ketebalan

KESIMPULAN

Penambahan serat bambu sebagai pengisi dari resin Polyester memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan tarik. Pengujian tarik dengan sudut 45° ketebalan 1 mm menghasilkan tegangan *ultimate stress* paling tinggi 0,027 M.Pa dengan resin *polyester* 25%:75% serat bambu. Kekuatan tarik meningkat dengan menambahkan volume serat bambu dan pengurangan ketebalan serat bambu meningkatkan kekuatan tarik komposit. Komposit resin Polyester 25%:75% serat bambu merupakan komposit terbaik yang terbaik untuk pembuatan bahan tekstil atau pengganti papan kayu karena memiliki sifat mekanik yang paling baik diantara komposit yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Xin Wei, Ge Wang, Lee Miller Smith, Xiaoyi Chen, Huan Jiang, Effects of gradient distribution and aggregate structure of fibers on the flexibility and flexural toughness of natural moso bamboo (*Phyllostachys edulis*). *Journal of material research and technology* 2022; 16: 853 - 863.
- [2] Paraskeva T, Grigoropoulos G, Dimitrakopoulos E. Design and experimental verification of easily constructible bamboo footbridges for rural areas. *Eng Struct* 2017;143:540:8. <https://doi.org/10.1016/JengStruct.2017.04.044>.
- [3] Wei X, Wang G, Smith L, Jiang H. The hygroscopicity of moso bamboo (*Phyllostachys edulis*) with a gradient fiber structure. *J Mater Res Technol* 2021;15:4309:16. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.10.038>.
- [4] Deng J, Wang G. Axial tensile properties and flexibility characteristics of elementary units from multidimensional bamboo-based composites: radial and tangential moso bamboo slivers. *Holzforschung* 2018;72:779:87. <https://doi.org/10.1515/hf-2018-0017>.
- [5] Wu Y, Zheng Y, Yang F, Yang L. Preparation process and characterization of mechanical properties of twisted bamboo spun fiber bundles. *J Mater Res Technol* 2021;14:2131:9. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.07.080>.
- [6] Chele E, Ricardo M, Ana P, Teresa M. Bamboo from traditional crafts to contemporary design and architecture. *Procedia Soc Behav Sci* 2012;51:777:81. <https://doi.org/10.1016/Jsbpro.2012.08.239>.
- [7] Getu D, Nallamothe R, Masresha M, Nallamothe S, Nallamothe A. Production and characterization of bamboo and sisal fiber reinforced hybrid composite for interior automotive body application. *Mater Today Proc* 2021 ; 38 : 2853 - 60. <https://doi.org/10.1016/Jmatpr.2020.08.780>.

-
- [8] Wei X, Chen F, Wang G. Flexibility characterization of bamboo slivers through win ding-based bending stiffness method. *J Forestry Eng* 2020;5:48:53. <https://doi.org/10.13360/j.issn.2096-1359.201905046>.
- [9] Hao H, Tam L, Lu Y, Lau D. An atomistic study on the mechanical behavior of bamboo cell wall constituents. *Compos Part B* 2018;151:222:31. <https://doi.org/10.1016/J.compositesb.2018.05.046>.
- [10] Chen M, Liu R, Wang G, Fang C, Ma X, Zhang S, et al. Parenchyma cell morphological changes of bamboo under bending. *Sci Silvae Sin* 2020;56:142:7. <https://doi.org/10.11707/j.1001-7488.20200216>.