

Pengaruh Orientasi Serat Terhadap Sifat Tarik Komposit Poliester Berpenguat Serat Pisang

Kristomus Boimau

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana
Jl. Adi Sucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp: (0380)881597
E-mail: kristomus.boimau@staf.undana.ac.id

ABSTRAK

Serat alam semakin diminati sebagai media penguat material komposit polimer karena sifatnya yang mudah didaur ulang, ringan, murah, dapat diperbaharui dan tidak mencemari lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Pengaruh Orientasi Serat Terhadap Sifat Tarik Komposit Polyester Berpenguat Serat Pisang. Bahan yang digunakan adalah serat batang pisang yang dianyam dan matrik polyester. Serat diperoleh dari batang pisang yang sudah tua, kemudian serat dianyam menjadi lembaran dengan ukuran 20 cm x 25 cm. Selanjutnya lembaran serat tersebut direndam dalam larutan alkali dengan konsentrasi larutan 5% selama 3 jam. Setelah direndam dalam larutan alkali, serat dicuci dengan air bersih agar serat terbebas dari zat alkali. Orientasi serat yang digunakan adalah [0/0/0], [0/45/0] dan [45/0/45]. Selanjutnya komposit dicetak dengan metode hand ly up diikuti penekanan selama 24 jam. Komposisi campuran serat dan matrik didasarkan pada aturan Rule of Mixture (RoM), dengan fraksi berat serat sebesar 15%. Specimen uji dibuat sesuai standar ASTM D638-02 dan diuji dengan alat uji tarik. Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada komposit yang diperkuat oleh serat yang diberi perlakuan NaOH dan orientasi serat [0/0/0] yaitu 14,2 MPa. Sedangkan kekuatan dampak terendah diperoleh pada komposit yang diperkuat oleh serat untreated dengan orientasi serat [45/0/45] yaitu 8,6 MPa.

Kata kunci: komposit, orientasi serat, alkali, kekuatan tarik, pisang.

ABSTRACT

Natural fibers are increasingly in demand as a reinforcing for polymer composite materials because they are easily recycled, lightweight, inexpensive, and renewable and environment friendly. This study aims to determine the effect of fiber orientation on the tensile properties of polyester composite reinforcing banana fibers. The materials used are woven banana stem fibers and a polyester matrix. Fiber is obtained from old banana stems, then the fibers are woven into sheets dimension 20 cm x 25 cm. Furthermore, the fiber sheet is immersed in an alkaline solution with a solution concentration of 5% for 3 hours. After soaking in an alkaline solution, the fibers are washed with clean water so that the fibers are free from alkaline effect. The orientation of the fibers used were [0/0/0], [0/45/0] and [45/0/45]. Furthermore, the composite was molded using the hand ly up method and pressing for 24 hours. The composition of the fiber and matrix mixture is based on the Rule of Mixture (RoM), with a fiber weight fraction of 15%. The test specimens are made according to ASTM D638-02 standard and tested used tensile test equipment. The results of the tensile test showed that the highest tensile strength was obtained in the composite reinforced by the fiber treated with NaOH and the fiber orientation [0/0/0] as 14.2 MPa. Meanwhile, the lowest impact strength was obtained in the composite reinforced by untreated fibers with fiber orientation [45/0/45] is 8.6 MPa.

Keywords: composite, fiber orientation, alkali, tensile strength, banana

PENDAHULUAN

Laju perkembangan ilmu material, khususnya di bidang ilmu material komposit polimer terus

melaju dengan pesat saat ini. Komposit merupakan suatu bahan yang terdiri dari dua atau lebih bahan yang memiliki sifat berbeda, kemudian digabungkan secara makroskopis

menjadi bahan baru yang sifatnya berbeda dari bahan penyusunnya. Konsep utama dari suatu komposit adalah adanya unsur bahan matriks dan penguat. Matriks dapat berupa polimer, logam atau keramik, sedangkan penguat yang biasa digunakan antara lain serat, partikulat, atau whiskers. Fungsi penguat adalah memberikan kekuatan dan kekakuan pada komposit, sedangkan matriks memberikan kekakuan dan ketahanan lingkungan. Pada umumnya komposit polimer berbahan matriks resin polimer (termoset atau termoplastik), sedangkan serat yang digunakan adalah serat alam atau serat sintesis. Bentuk serat yang digunakan antara lain serat panjang kontinu, serat pendek, dan anyaman. Setiap bentuk serat menghasilkan sifat yang berbeda, tergantung pada cara serat diletakkan dalam komposit, (Gibson, 2016).

Serat alam semakin diminati penggunaannya oleh peneliti dan pelaku industri manufaktur sebagai media penguat material komposit polimer karena memberikan banyak sekali keuntungan. Menurut Joshi, dkk (2004), beberapa faktor yang mempengaruhi penggunaan serat alam antara lain karena murah, dapat diperbaharui, tidak mencemari lingkungan, dapat terurai secara alami, ringan, tidak beracun, sifat spesifik tinggi, ekspansi termal rendah, tahan terhadap korosi, ramah lingkungan. Beberapa contoh serat alam yang telah digunakan oleh para peneliti sebagai penguat material komposit polimer, antara lain rami, kenaf, salak, bambu, pisang, abaca, patola, lontar, gewang, agave cantula. (Chaudhary, R. 2018 dan Agnivesh Kumar Sinha, 2017). Aplikasi komposit polimer berpenguat serat alam (sisal, hemp, dan pisang) tidak hanya sebatas pada furniture tetapi telah diaplikasikan pada *automotive* sebagai bahan penguat panel pintu, tempat duduk belakang, *dashboard*, dan perangkat interior lainnya (Boeman dan Johnson, 2002).

Dari sejumlah serat alam yang telah disebutkan di atas, pisang memiliki potensi yang luar biasa untuk dikembangkan. Hal ini disebabkan karena tanaman pisang sangat mudah untuk dibudidayakan. Bahkan pusat riset Daimler-Chrysler di Eropa telah mematenkan kombinasi termoplastik polypropylene (PP) dengan serat abaca. Menurut Kumar Sinha, dkk

(2016), serat abaca memiliki kekuatan tarik dan lentur yang tinggi. Selain penggunaan serat abaca sebagai bahan baku untuk membuat benang, kantong teh dan uang kertas, abaca juga merupakan serat alami pertama yang memenuhi persyaratan kualitas yang ketat untuk komponen yang digunakan pada eksterior kendaraan.

Penggunaan serat alam sebagai penguat pada matrix polimer memberikan hasil yang kurang memuaskan karena ikatan antar muka serat-matriks yang lemah. Hal ini disebabkan oleh sifat mudah menyerap air (*hydrophilic*) dari serat alam dan sifat tidak mudah menyerap air (*hydrophobic*) dari plastik. Kekurangan ini dapat diatasi dengan memberikan perlakuan kimia terhadap serat alam sebelum digunakan. Perlakuan kimia dengan cara serat direndam dalam larutan alkali untuk mengurangi sifat *hidrofilik* serat, membersihkan lignin dan getah sehingga dapat meningkatkan kompatibilitas ikatan *interfacial* serat dengan bahan polimer (Panigrahi dkk, 2003; Wang dkk, 2003).

KAJIAN PUSTAKA

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material, baik secara mikro maupun makro yang tidak mampu saling larut dengan komposisi kimia dan ukuran yang berbeda. Komposit tersusun dari dua phase, yaitu pengikat (matriks) dan bahan penguat (*reinforcing*) yang bisa berbentuk serat, partikel maupun lempengan-lempengan tipis (*flake*) yang tersebar di dalam matriks dengan orientasi tertentu. Fungsi matriks selain sebagai pengikat serat dan mendistribusikan beban kepada serat tetapi juga untuk melindungi serat dari pengaruh lingkungan (Gibson, 2016).

Umumnya komposit dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kategori utama, yaitu komposit logam, komposit keramik, dan komposit polimer (Ashby, 2005).

Menurut Gibson (2016), tipe penguat yang digunakan dalam komposit dibagi atas 3 jenis, yaitu: 1. *Fibrous Composites* (Komposit Serat)

Merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu lamina atau satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat/*fiber*. Serat

yang digunakan bisa berupa serat sintesis atau serat alam (*natural fiber*), yang tersusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman.

2. Laminated Composites (Komposit Lapis)

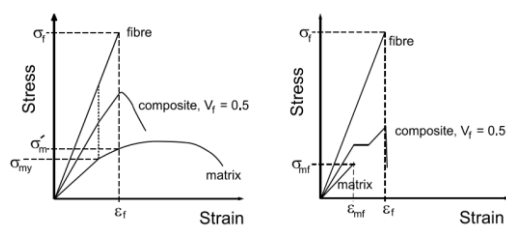
Merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri.

3. Particulate Composite (Komposit Partikel)

Merupakan komposit yang menggunakan partikel/serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya.

Sifat mekanik komposit polimer dipengaruhi oleh arsitektur serat, tipe susunan serat, fraksi volume serat dan orientasi serat. Menurut Bryan Harris (1999), kekuatan bahan penyusun komposit dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Dari Gambar 1 di bawah ini, menunjukkan bahwa kekuatan komposit lebih tinggi dari matrik dan lebih rendah dari serat. Nilai regangan patah dari matrik yang ulet lebih besar dari regangan patah serat (kiri), namun sebaliknya nilai regangan patah untuk matrik yang getas lebih kecil dari serat.



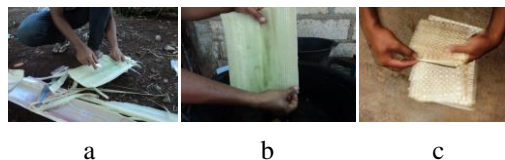
Gambar 1. Regangan dari dua tipe komposit, dengan matrik yang berbeda; matrik *ductile* (kiri) dan matrik *brittle* (kanan).

Susunan orientasi serat yang digunakan sebagai penguat komposit polimer memberikan pengaruh terhadap sifat mekanik komposit. Naresh, dkk (2017) melakukan kajian sifat bending komposit epoxy berpenguat serat carbon (CFRP) dan serat glass (GFRP) dengan variasi orientasi serat (0° , 45° , $(45^\circ/-45^\circ/45^\circ)_s$, $(\pm 45^\circ/0^\circ/90^\circ)_s$ and 90°). Hasilnya menunjukkan bahwa tegangan bending tertinggi untuk kedua komposit diperoleh pada komposit dengan

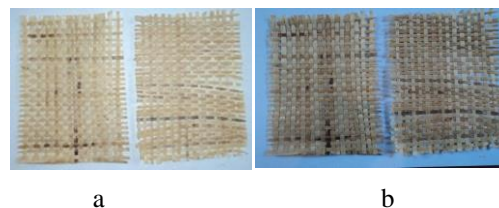
orientasi serat 0° , diikuti oleh orientasi serat $(\pm 45^\circ/0^\circ/90^\circ)$, sedangkan yang paling rendah adalah komposit dengan orientasi serat 45° dan 90° . Peneliti lain juga melakukan kajian orientasi serat 45° , 60° , dan 90° terhadap sifat tarik dan dampak komposit epoxy berpenguat serat *basalt*. Hasilnya menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik dan kekuatan dampak terendah diperoleh pada orientasi serat 45° , sedangkan yang paling tinggi diperoleh pada orientasi 90° .

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan adalah serat batang pisang yang dianyam dan matrik polyester. Selanjutnya lembaran serat tersebut direndam dalam larutan alkali dengan konsentrasi larutan 5% selama 3 jam. Setelah direndam dalam larutan alkali, serat dicuci dengan air bersih agar serat terbebas dari zat alkali. Kemudian beberapa lembaran tersebut dipotong dengan sudut 45° . Hasil potongan inilah yang nanti dipakai untuk mencetak komposit dengan orientasi $[0/45/0]$, $[45/0/45]$ dan $[0/0/0]$.



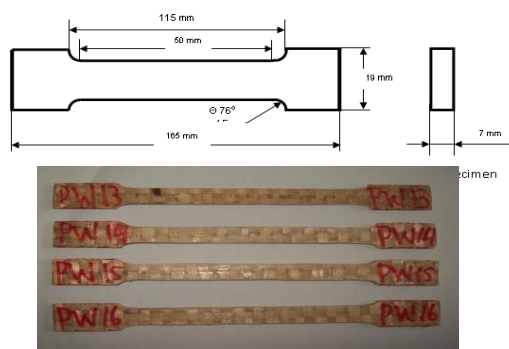
Gambar 2.a). Batang pisang, b). Kulit Batang Pisang, c). Anyaman (serat) Batang Pisang.



Gambar 3. Anyaman (serat) Batang Pisang a). Tanpa Perlakuan alkali, b). Perlakuan alkali 5% selama 3 jam.

Selanjutnya komposit dicetak dengan metode *hand ly up* diikuti penekanan selama 24 jam. Komposisi campuran serat dan matrik didasarkan pada aturan *Rule of Mixture* (RoM), dengan fraksi berat serat sebesar 15%. Hasil

cetakan tersebut, kemudian dibentuk specimen uji tarik sesuai standar ASTM D638-02 dan diuji dengan alat uji tarik.



Gambar 4.a) Dimensi Spesimen Uji Tarik
b). Spesimenn Uji Tarik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

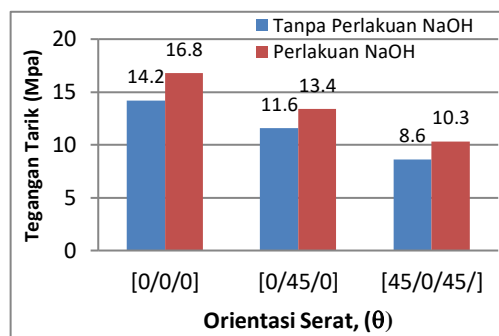
Pengujian Tarik.

Specimen uji tarik yang dilakukan pengujian tarik berjumlah 30 specimen. Dengan rincian, 15 specimen diperkuat oleh serat tanpa perlakuan dan 15 specimen diperkuat oleh serat yang diberi perlakuan alkali. Data hasil uji tarik tersebut kemudian dihitung menggunakan persamaan dan selanjutnya diplot ke dalam diagram batang. Dari Gambar 5, tampak bahwa kekuatan tarik komposit yang diperkuat oleh serat yang diberi perlakuan alkali 5% lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa perlakuan alkali. Hal ini disebabkan karena serat yang diberi perlakuan alkali lebih bersih dan permukaannya menjadi kasar sehingga ikatan antar muka serat-matrik lebih kuat dibandingkan tanpa perlakuan NaOH.

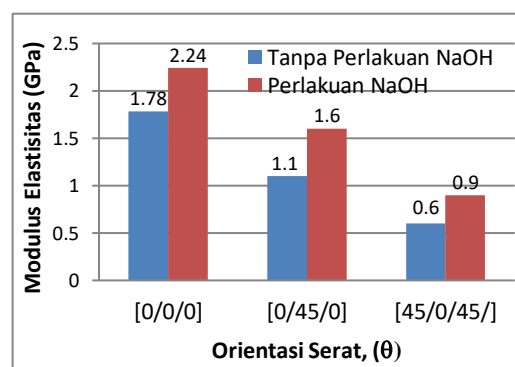
Dari Gambar 5, terlihat pula bahwa komposit dengan orientasi [0/0/0] memiliki kekuatan tarik lebih tinggi dibandingkan orientasi [0/45/0] dan [45/0/45]. Tipe serat yang digunakan adalah serat *bi-directional* (anyaman), sehingga kekuatan tarik serat kearah 0° lebih tinggi dibandingkan kearah 45°. Dari gambar di atas tampak pula bahwa orientasi serat [0/45/0] memiliki nilai kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan orientasi serat [45/0/45]. Hal ini disebabkan pula oleh susunan serat, dimana pada orientasi [0/45/0] terdapat 2

lamina dengan orientasi 0° sedangkan pada orientasi [45/0/45] terdapat 2 lamina dengan orientasi 45°. Menurut Gibson (2016) dan Brian Harris (1999), kekuatan tarik serat tertinggi pada orientasi serat 0°, kemudian menurun seiring dengan meningkatnya sudut orientasi.

Nilai modulus elastisitas pun memiliki trend seperti pada nilai tegangan tarik.



Gambar 5. Kekuatan Tarik Komposit



Gambar 6. Modulus Elastisitas Komposit

Dari Gambar 6 di atas, tampak bahwa modulus elastisitas komposit dengan arah orientasi serat [45/0/45] memiliki nilai terendah, yakni sebesar 0,6 GPa untuk serat tanpa perlakuan NaOH dan 0,9 GPa untuk komposit berpenguat serat yang diberi perlakuan NaOH.

SIMPULAN

Dari pembahasan yang telah diuraikan di atas, dapat diambil kesimpulan

1. Orientasi serat memberikan pengaruh terhadap kekuatan tarik komposit, dimana tegangan tarik tertinggi diperoleh pada orientasi serat [0/0/0], dan terendah pada orientasi serat [45/0/45]
2. Komposit yang diperkuat oleh serat yang diberi perlakuan alkali memiliki nilai kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan tanpa perlakuan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ronald F. Gibson. "Principles of Composite Material Mechanics", *Fourth Edition*, CRC Press, Taylor & Francis Group. 2016.
- [2] Joshi, S.V., Drzal, L.T., Mohanty, A.K., dan Arora, S. "Are Natural Fiber Composites Environmentally Superior to Glass Fiber reinforced Composites", *Composites: Part A*, **35**, 371-376. 2004
- [3] Chaudhary, R. "Effect of Fiber Content on Thermal Behavior and Viscoelastic Properties of PALF/Epoxy and COIR/Epoxy Composites", *Material Research Express*. 2018
- [4] Agnivesh Kumar Sinha, H.K.Narang, S. Bhattacharya, "Effect of Alkali Treatment on Surface Morphology of Abaca Fibre", *Materials Today: Proceedings* 4, 2017, 8993-8996
- [5] Boeman, R. G., and Johnson, N. L. Development of a Cost Competitive, Composite Intensive, *Body-in-white*, *Journal SAE*, No. 2002-01-1905. 2002
- [6] Agnivesh Kumar Sinha*, H.K.Narang, S.Bhattacharya Effect of Alkali Treatment on Surface Morphology of Abaca Fibre, *Materials Today: Proceedings* 48993-8996, 2017
- [7] Panigrahi, S., Powell, T., Wang, B., Tabil, L.G., Crerar, W. J. and Sokansanj, S., , "The Effect of Chemical Pretreatments on Flax Fiber Biocomposites, *ASAE Meeting* , Paper No. RRV03-0018, 2003.
- [8] Ward, J., Panigrahi, S., Tabil, L.G., Crerar, W.J., and Powell, T. Rotational molding of flax fiber reinforced thermoplastics, *Journal The Society for Eng. in Agricultural, Food, and Biological Systems*, Dep. of Agricultural and Bioresource Eng. Univ. of Saskatchewan., 57 Campus Drive, Saskatoon, SK. S7N 59, Canada. 2002
- [9] Asbhy, M. F, Material Selection in Mechanical Design, *Cambridge: Butterworth-Heinemann*. 2005.
- [10] Brian Harris. Engineering Composite Material. *The Institute of Materials London*, 1999
- [11] Kakur Naresh, Shankar Krishnapillai and Velmurugan Ramachandran, "Effect of Fiber Orientation on Carbon/Epoxy and Glass/Epoxy Composites Subjected to Shear and Bending", *Solid State Phenomena* ISSN: 1662-9779, Vol. 267, pp 103-108, 2017