

## KETAHANAN TEKAN KOMPOSIT DARI RESIN EPOKSI BERPENGUAT SERAT BAMBU

Dian Wahid Hermawan<sup>1,\*</sup> Masturi<sup>2</sup> dan Ian Yulianti<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Prodi S2 Pendidikan Fisika, PPs Universitas Negeri Semarang, Indonesia  
Jl. Bendan Ngisor, Sampangan, Semarang, 50233

\*Corresponding author. Tel/Fax : 0852-590-82564; Email: dinwahid12@gmail.com

### Abstrak

Serat bambu memiliki sifat mekanis lebih baik dibandingkan dengan serat alam yang lainnya. Oleh sebab itu, serat bambu dapat digunakan sebagai penguat komposit. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan komposit dengan polimer resin epoksi sebagai perekat serat. Komposit serat bambu dicetak menjadi dua sampel, yaitu sampel I berukuran 105 mm x 18 mm x 9 mm dan sampel II berukuran 125 mm x 40 mm x 10 mm. Resin epoksi dan serat dicampur dengan perbandingan 100:40. Sampel I dicetak dengan menyusun serat dengan sudut silang sebesar 0<sup>0</sup>, 45<sup>0</sup>, 90<sup>0</sup>. Sampel II dicetak dengan ukuran diameter yang berbeda yaitu serat berdiameter rata-rata 1 mm dan serat yang berdiameter rata-rata 0,01 mm. Kedua sampel dicetak dengan tekanan sebesar 2 kgf/cm<sup>2</sup>. Hasil uji ketahanan tekan didapatkan serat yang diameter lebih besar dan dengan arah silang 45<sup>0</sup> memiliki ketahanan tekan yang lebih baik.

**Kata kunci:** Komposit; Resin epoksi; Serat Bambu

### PENDAHULUAN

Tanaman bambu dapat menghasilkan serat yang memiliki potensi tinggi untuk dijadikan sebagai bahan dasar industri. Tanaman bambu tumbuh di daerah beriklim tropis hingga beriklim sejuk dengan waktu panen antara 3-4 tahun (Hardin 2009, Erdumlu dan Ozipek 2008). Tanaman ini tumbuh di daerah Asia, Kepulauan Indian, daerah sekitar Samudra Pasifik (Hardin 2009). Oleh karena itu, tanaman ini dapat tumbuh dan berkembang baik di Indonesia.

Pemanfaatan bambu di Negara Indonesia dalam bidang industri kurang maksimal. Di Indonesia, pohon bambu hanya dijadikan sebagai bahan pelengkap untuk pembuatan beton dan bangunan. Berbeda dengan di negara-negara berkembang lain yang sudah meningkatkan produksinya, seperti negara penghasil serat sisal terbesar adalah Tanzania dan Brasil, produksi serat rami dan abaca terbesar adalah Filipina dan serat goni diproduksi oleh India, Cina dan Banglades (Bledzki 1999)

Pengolahan serat bambu untuk mendapatkan karakteristik yang baik dalam bidang industri perlu untuk diteliti dan dikembangkan. Penggunaan serat bambu untuk berbagai produk meliputi bahan bangunan, bahan dekorasi, furnitur dan komposit (Erdumlu and Ozipek 2008). Serat bambu digunakan sebagai bahan komposit dapat menggantikan serat karbon dan kaca. Meskipun serat karbon dan kaca memiliki modulus young dan kekuatan lebih tinggi, akan tetapi penggunaan resin *termoseting* pada serat ini menjadikannya susah didaur ulang dan tidak *biodegenerable* (Okubo 2004).

Serat bambu yang sudah diekstraksi dari pohon, bisa digunakan sebagai penguat matrik polimer (Trujillo 2014). Komposit dengan penguat serat alam banyak dikembangkan karena sifatnya yang ramah lingkungan (Yang 2015, Bledzki 1999). Selain itu, serat bambu merupakan bahan baku yang dapat diperbarui, memiliki daya *abrasive* yang rendah (Bledzki 1999, Chidambaram 2011). Dua faktor yang mempengaruhi kekuatan regangan dari serat adalah faktor

intrinsik seperti berat molekular dan faktor ekstrinsik seperti kerusakan serat dan besar diameternya (Yang, 2015).

Komposit polimer berpenguat serat adalah campuran dari dua zat yang berbeda sifat fisika dan kimianya yang disusun membentuk matrik polimer (Veeresh et al 2008). Pembuatan komposit dilakukan dengan Serat bambu yang akan disusun menyilang sebagai penguat polimer resin epoksi. Setelah itu, uji mekanik akan dilakukan pada komposit serat tersebut. Penambahan komposisi serat pada matrik komposit dapat meningkatkan kekuatan komposit (Okubo 2004, Yang 2015). Beberapa susunan komposit bisa berupa: matrik antara serat yang berbeda diameternya, susunan lajur dari serat atau variasi fraksi volume dari polimer epoksi dengan serat penguat (Veeresh et al 2008)

## METODE

Serat bambu diperoleh dengan memotong bambu secara tipis dan diserut, sehingga didapatkan serat berukuran rata-rata 1 mm. Jenis bambu yang digunakan adalah bambu tali yang berumur diatas 3 tahun. Proses delignisasi dilakukan dengan cara merendam serat dengan larutan NaOH 8 % selama 12 jam. Penetralkan serat dilakukan dengan merendamnya dengan larutan asam sulfat 2 % selama 2 menit sehingga didapatkan serat yang kaku. Setelah itu, serat dijemur di terik matahari selama 12 jam. Serat harus dipastikan kering, dikarenakan daya ikat antara polimer dengan serat bergantung pada absropsi uap air (Veeresh et al 2008).

Matrik sampel dicetak menjadi dua sampel, yaitu sampel I dengan ukuran 105 mm x 18 mm x 9 mm dan sampel II dengan ukuran 125 mm x 40mm x 10 mm. Perbandingan resin epoksi dan serat pada komposit tersebut adalah 100:40. Komposit diberi beban dengan tekanan sebesar  $2,5 \text{ kgf/cm}^2$  dan dibiarkan kering dalam udara terbuka selama 24 jam. Sampel I dibuat dengan variasi sudut silang serat  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ . Sampel II dibuat menggunakan bahan dengan ukuran diameter serat yang berbeda, yaitu rata-rata 1 mm dan 0,01 mm.

Menurut Veeresh et al (2008), pembuatan komposit bisa menggunakan teknik *hand-layup*. Serat penguat secara manual ditempatkan pada cetakan terbuka. Setelah itu resin dituangkan atau disemprotkan, lalu diratakan dengan kuas. Ruang-ruang kosong

yang terisi udara diantara resin dan serat bisa dikeluarkan dengan memberikan tekanan pada komposit tersebut.

Uji ketahanan tekan dilakukan dengan pemberian tekanan secara tegak lurus terhadap kedua sampel. Sampel ditekan secara bertahap dengan penambahan tekanan sebesar  $79,62 \text{ kgf/cm}^2$ . Data pertambahan panjang diperoleh dari selisih panjang lengan alat tekan setelah menekan dengan panjang lengan ketika memberikan tekanan nol ke bahan

## PEMBAHASAN

Perendaman serat bambu dengan NaOH menghasilkan serat yang yang murni dan tersusun rapi (Lu et al 2014). Serat yang sudah direndam dengan NaOH mengakibatkan permukaan kontak dengan resin epoksi meningkat. Hal ini dapat mengakibatkan terbentuk ikatan yang lebih kuat dengan polimer resin tersebut. Selain itu, perendaman dengan NaOH dapat meningkatkan sifat mekanis dari serat bambu tersebut.

Grafik 1. memperlihatkan hasil dari uji ketahanan tekan dari komposit dari resin epoksi berpenguat serat bambu dengan sampel A1 berdiameter 1 mm (lihat gambar 1.a) dan A2 berdiameter 0,01 mm (lihat gambar 1.b). Titik tertinggi dari grafik A2 menunjukkan titik dimana komposit tersebut patah. Sedangkan pada sampel A1 pada titik tertingginya terjadi kerusakan serat. Kelinearan Grafik A2 lebih baik dibandingkan grafik A1. Hal ini disebabkan, ukuran diameter serat yang semakin kecil mengakibatkan ruang kosong antara serat akan berkurang. Berbeda dengan sampel grafik A2 yang naik tajam pada titik tertentu. Hal ini dikarenakan pada titik tersebut alat lengan penekan menekan ruang kosong yang terdapat diantara serat tersebut.

Perusakan besar terjadi pada matrik dimana selulosa diproses dengan ukuran diameter serat dan ruang kosong yang kecil (Okubo 2009). Serat berdiameter kecil tidak menghubungkan secara kuat antara satu titik ke titik lain dalam komposit. Hal ini dikarenakan, seperti yang diperlihatkan pada gambar 1.a, serat diserut dengan ukuran yang pendek sehingga tidak sejajar. Distribusi lajur serat pada komposit yang diperkuat oleh serat ini tidak begitu baik. Meskipun pada komposit dengan serat ini memiliki massa jenis yang lebih besar dibanding dengan serat berdiameter besar (Massa jenis A1 =  $0,83 \text{ g/cm}^3$ , massa

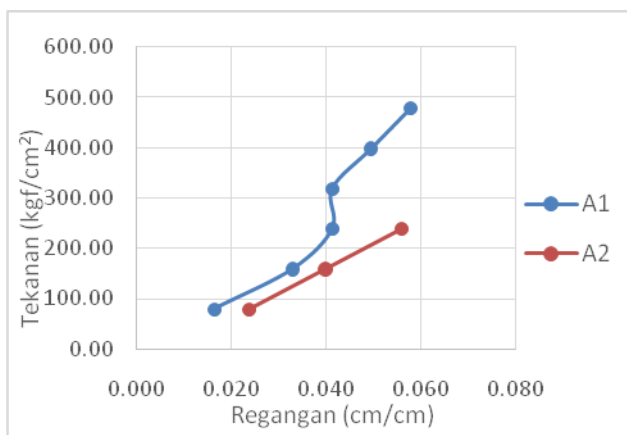
jenis A2 = 0,9 g/cm<sup>3</sup>). Selama proses penekanan, Energi tekanan terdisipasi pada luas komposit yang tidak mengalami kerusakan. Hal ini dikarenakan, gaya ikat yang kuat antara serat dengan polimer (Okubo 2009).

Dari variabel regangan dan tekanan dapat diketahui bahwa ketahanan tekan sampel A1 lebih baik dibandingkan sampel A2. Sampel A2 lebih cepat meregang dibandingkan dengan A1. Pada tekanan dibawah 150 kgf/cm<sup>2</sup>, kedua sampel meregang dengan nilai yang sama. Regangan kedua sampel menjadi berbeda ketika diberikan tekanan diatas 150 Kgf/cm<sup>2</sup>.

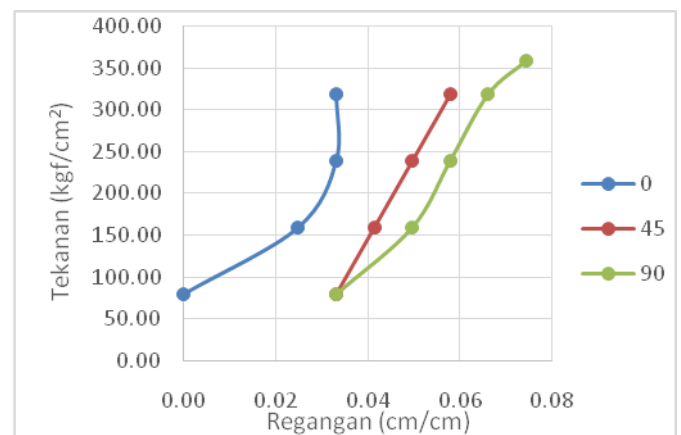
Grafik 2. menggambarkan hasil dari uji ketahanan tekan dari komposit resin berpenguat serat bambu dengan variasi sudut silang sebesar 0<sup>0</sup>, 45<sup>0</sup> dan 90<sup>0</sup>. Hasil dari grafik menunjukkan bahwa serat dengan sudut silang 0<sup>0</sup> memiliki ketahanan tekan yang kurang baik. Hal ini dikarenakan serat yang sejajar ini mendistribusikan gaya tekan hanya pada satu arah. Ikatan antara serat sebagai penguat komposit hanya terjadi pada satu arah lajur, sehingga mudah terdeformasi pada arah yang lajur yang tidak ada serat penguatnya.

Pada komposit dengan serat bambu yang dibuat menyilang memiliki ketahanan tekan yang lebih baik. Besarnya regangan komposit sudut silang 45<sup>0</sup> lebih kecil dibanding dengan regangan komposit sudut silang 90<sup>0</sup>. Pada gambar 1.c dapat dilihat ketebalan ketiga sampel komposit setelah ditekan. Komposit dengan sudut serat silang 45<sup>0</sup> adalah yang paling tebal. Hal ini menunjukkan bahwa kerusakan pada komposit sudut silang 45<sup>0</sup> lebih kecil dibandingkan pada komposit sudut silang 90<sup>0</sup>. Distribusi tekanan pada komposit sudut silang 45<sup>0</sup> lebih dapat menahan tekanan dibandingkan dengan serat sudut silang 90<sup>0</sup>.

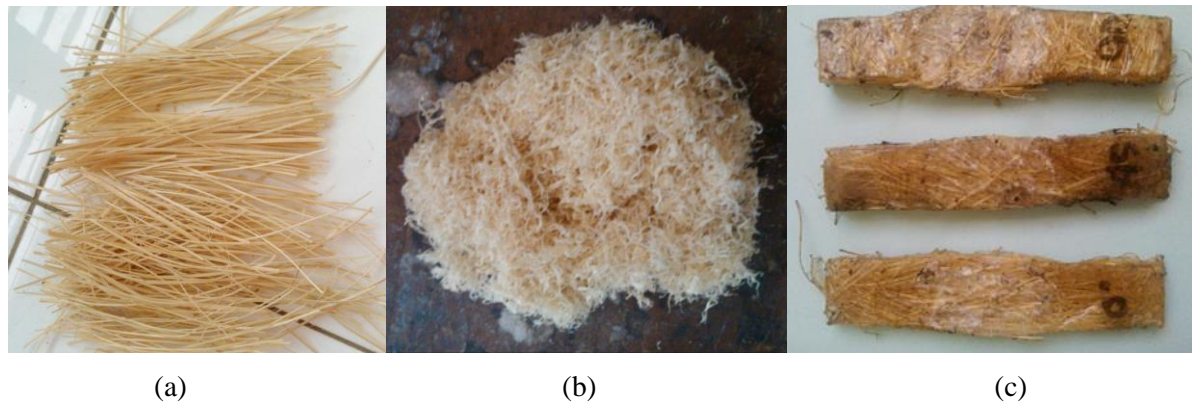
Tingkat kerusakan suatu komposit yang disusun dengan silang dapat dinyatakan dengan kriteria kerusakan tegangan Poisson dan Tsai wu. Dari kriteria tersebut dapat diungkapkan bahwa susunan serat pada komposit dengan sudut silang 0<sup>0</sup> memiliki ketahanan tekan yang paling rendah. Sedangkan komposit dengan susunan serat pada komposit dengan sudut silang 45<sup>0</sup> memiliki ketahanan tekan yang terbesar (Hoppel&. De Teresa1999).



Grafik 1. Distribusi tekanan dan regangan antara komposit yang menggunakan serat bambu diameter 1 mm (A1) dan 0,01 mm (A2).



Grafik 2. Distribusi tekanan dan regangan komposit yang menggunakan serat bambu dengan sudut silang 0<sup>0</sup>, 45<sup>0</sup> dan 90<sup>0</sup>



Gambar 3. (a) Serat dengan diameter rata-rata 1 mm. (b) Serat bambu berdiameter rata-rata 0,01 mm (c) Hasil uji ketahanan tekan sampel komposit dengan sudut silang  $0^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$  dan  $90^{\circ}$

## PENUTUP

Komposit dengan bahan penguat serat bambu memiliki potensi untuk dikembangkan di Indonesia. Selain itu, serat bambu juga bisa diolah menjadi bahan dasar tekstil. Salah satu keuntungan dari serat bambu digunakan untuk komposit adalah ramah lingkungan. Uji ketahanan tekan dari komposit dengan variasi ukuran diameter serat didapatkan hasil bahwa serat dengan ukuran besar memiliki ketahanan tekan yang baik. Sampel komposit kedua dibuat dengan serat yang ukuran diameternya sama, dengan variasi sudut silang serat. Uji ketahanan tekan dari sampel tersebut didapatkan hasil bahwa serat dengan ukuran sudut silang  $45^{\circ}$  memiliki ketahanan tekan yang paling baik.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Kepala Laboratorium Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan fasilitas alat dan bahan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bledzki AK & Gassan J. 1999. Composites reinforced with cellulose based fibres. *Prog Polym Sci* 24 ( ): 221–274.
- Chidambaram P, Govind R & Venkataraman K C. 2011. The effect of loop length and yarn linear density on the thermal properties of bamboo knitted fabric. *AUTEX Research Journal*. 11(4): 102-105.
- Chun Yang T, Lin Wu T, Chang Hung K, Long Chen Y & Horng Wu J. 2015. Mechanical properties and extended creep

behavior of bamboo fiber reinforced recycled poly(lactic acid) composites using the time-temperature superposition principle. *Construction and Building Materials* 93 ( ) 558–563

Erdumlu N & Ozipek B. 2008. Investigation of Regenerated Bamboo Fibre and Yarn Characteristics. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 16 (4): 43-47.

Hardin IR., Wilson SS, Dhandapani R & Dhende V. 2009. An Assessment of the Validity of Claims for “Bamboo” Fibers. *AATCC Review*. 9 ( 10): 32-3.

Hoppel C P R & De Teresa S J. 1999. Effect of an Angle-Ply Orientation on Compression Strength of Composite Laminates. Army Research Laboratory. Aberdeen Proving Ground, MD 21005-5069

Lu T, *et al.* 2014. Effects of modifications of bamboo cellulose fiber on the improved mechanical properties of cellulose reinforced poly(lactic acid) composites. *Composites: Part B* 62 ( ) 191–197

Okubo K, Fujii T & Thostenson E T. 2009. Multi-scale hybrid biocomposite: Processing and mechanical characterization of bamboo fiber reinforced PLA with microfibrillated cellulose. *Composites: Part A* 40 ( ): 469–475

Okubo K, Fujii T & Yamamoto Y. 2004. Development of bamboo-based polymer composites and their mechanical properties. *Composites: Part A* 35 ( ) 377–383

Trujillo E, Moesen M, Osorio L, Van Vuure AW, Ivens J & Verpoest I. 2014. Bamboo fibres for reinforcement in composite

materials: StrengthWeibull analysis.  
Journal Composites.Part A 61(): 115–125.

Veeresh V J, Basavarajappa S & Bharath  
K N.2008. Effect Of Moisture Absorption On  
Tensile Properties Of Sicp FilledGfrp

Composite Materials. IJAEA. 1(4): 35-40.

Verma CS&Chariar VM. 2012.  
Development of layered laminate bamboo  
composite and theirmechanical properties.  
Composites: Part B 43 () 1063–1069.