

Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Sifat Bending Komposit Hybrid Berpenguat Serat Lontar dan Serat Glass

Kristomus Boimau¹, Jefri S. Bale², Martin Lagan³

^{1,2}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik

³Alumni Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik

Universitas Nusa Cendana

Jln. Adisucipto-Penfui Kupang NTT

email: boimau_mesinunc@yahoo.com

Abstrak

Pemanfaatan serat alam (*natural fiber*) sebagai bahan penguat komposit plastik mengalami peningkatan yang pesat seiring dengan perkembangan teknologi polimer dan isu masalah lingkungan yang menghendaki material yang mudah didaur ulang. Namun penggunaan serat alam sebagai penguat pada suatu material komposit polimer terkadang tidak cukup untuk menjawab tuntutan kebutuhan, karena kekuatan mekaniknya lebih rendah dari serat sintetis. Untuk mengatasi hal tersebut, maka dibuat komposit *hibrid* yang diperkuat oleh serat alam lontar dan serat glass sehingga diperoleh suatu bahan baru yang memiliki sifat-sifat mekanis yang lebih baik dari komponen-komponen penyusunnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat bending komposit hibrid (serat lontar - serat glass – poliester) dengan variasi fraksi volume serat (V_f) sebesar 20%, 30% dan 40%. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah serat lontar, serat glass, resin polyester. Specimen uji dibuat sesuai standar ASTM D 790 dengan metode *hand lay up* diikuti dengan penekanan dan dibiarkan selama 24 jam. Kemudian spesimen hasil cetakan dipotong sesuai standar uji bending kemudian dilakukan pengujian *Three Point Bending* dengan alat uji Torsee Universal Testing Machine. Spesimen uji dibuat dari tiga jenis komposit yakni komposit berpenguat serat lontar, serat glass dan Hibrid (campuran serat lontar-serat glass).

Hasil pengujian bending diperoleh nilai kekuatan bending tertinggi untuk komposit serat lontar sebesar 80,7 MPa pada V_f 30%, dan untuk penguatan serat glass sebesar 170,17 MPa pada V_f 40% serta komposit hibrid sebesar 149,85 MPa pada V_f 30%. Sedangkan kekuatan bending terendah untuk semua jenis komposit diperoleh pada fraksi volume serat 20% yakni 72,26 MPa untuk serat glass, dan 29,29 MPa untuk serat lontar serta hibrid sebesar 84,04 MPa. Hasil foto makro menunjukkan adanya retak pada semua specimen uji setelah pengujian.

Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan bersama (hibrid) serat lontar-serat glass memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai kekuatan bending komposit polyester.

Kata Kunci: Fraksi Volume, Komposit Hibrid, Serat Lontar, Serat Glass, Kekuatan Bending

Pendahuluan

Pemanfaatan serat alam (*natural fiber*) sebagai bahan penguat komposit plastik mengalami peningkatan yang pesat seiring dengan perkembangan teknologi polimer dan semakin diminati baik untuk kepentingan industri besar maupun kecil. Penggunaan serat alam tersebut didorong oleh efek negatif serat sintesis yang limbahnya mencemari lingkungan dan sulit didaur ulang, sehingga pemanfaatan serat alam yang ramah lingkungan merupakan langkah bijak untuk menyelamatkan kelestarian lingkungan. Bagi pelaku bisnis industri material komposit di Indonesia, penggunaan serat alam merupakan sebuah langkah positif karena kondisi alam kita yang kaya akan bahan-bahan serat alam, seperti kapas (*cotton*), kapuk, rami kasar (*flax*), goni (*jute*), rami halus (*hemp*), sisal, kenaf, kelapa, sawit dan serat lontar.

Serat lontar merupakan serat dari buah lontar yang telah matang, namun terbuang begitu saja

karena tidak pernah dimanfaatkan padahal populasi pohon lontar di Pulau Rote dan Timor mencapai puluhan ribu. Pohon lontar termasuk dalam kelompok tanaman palem sejenis dengan kelapa, enau dan sawit.

Pemanfaatan serat lontar sebagai bahan rekayasa, diharapkan dapat meningkatkan nilai ekonomi dan nilai teknologi. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh boimau (2009), diperoleh bahwa serat lontar yang mendapat perlakuan alkali 5% memiliki kekuatan tarik sebesar 365 MPa. Selanjutnya Boimau dan Limbong (2010) melakukan kajian sifat tarik komposit poliester berpenguat serat lontar. Hasilnya menunjukkan bahwa specimen komposit dengan fraksi volume serat (V_f) sebesar 30% memiliki kekuatan tarik tertinggi yakni sebesar 18,40 MPa dan terendah sebesar 8,62 MPa yang diperoleh pada fraksi volume serat 20%.

Penggunaan serat alam sebagai penguat material komposit polimer, memberikan beberapa keuntungan karena serat alam memiliki massa jenis yang rendah, mampu terbiodegradasi (*biodegradability*), mudah didaur ulang, murah, memiliki sifat mekanik yang baik dan dapat diperbaharui karena berasal dari alam (Wang dkk, 2003).

Walaupun demikian, penggunaan serat alam sebagai penguat pada suatu material komposit polimer terkadang tidak cukup untuk menjawab tuntutan kebutuhan, karena kekuatan mekaniknya lebih rendah dari serat sintesis (Hashemi dkk, 1997; Jhon and Naidu 2004). Untuk mengatasi hal tersebut, maka dibuat komposit *hibrid* yang diperkuat oleh serat alam lontar dan serat glass sehingga diperoleh suatu bahan baru yang memiliki sifat-sifat mekanis yang lebih baik dari komponen-komponen penyusunnya.

Metoda Eksperimen & Fasilitas Yang Digunakan

Serat yang digunakan pada penelitian ini adalah serat buah lontar dan serat glass. Serat buah lontar diambil dari buah lontar yang telah matang dengan cara dipotong, kemudian serat dicuci dengan air dan dikeringkan selama 4 jam dibawah terik matahari. Selanjutnya serat tersebut digunakan untuk membuat komposit dengan perbandingan serat-matrik sesuai aturan *rule of mixture* (ROM). Fraksi volume serat (V_f) yang digunakan adalah 20%, 30% dan 40% untuk ketiga jenis komposit yakni komposit serat lontar, komposit serat glass dan komposit hybrid (campuran serat lontar dan serat glass) sedangkan matrik yang digunakan adalah resin polyester. Specimen uji dibuat sesuai standar ASTM D 790 dengan metode *hand lay up* diikuti dengan penekanan dan dibiarkan selama 24 jam. Kemudian spesimen hasil cetakan dipotong sesuai standar uji bending kemudian dilakukan pengujian *Three Point Bending* dengan alat uji Torsee Universal Testing Machine.



Gambar 1. a. Buah Lontar, b. Pemisahan Serat dari Biji
c. Pengeringan, d. Komposit hasil Cetakan,
e. Pemotongan Spesimen, f. Spesimen Uji

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian bending yang dilakukan terhadap specimen uji diperoleh data seperti terlihat pada tabel berikut:

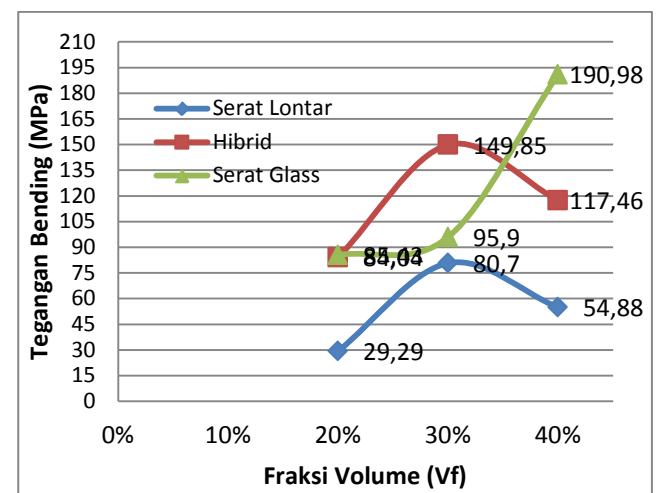
Tabel 1. Data Pengujian Bending

Fraksi Volume (V_f)	Komposit Serat Lontar		Komposit Serat Glass		Komposit Hibrid	
	P Rata-rata (N)	Defleksi Rata-rata (mm)	P Rata-rata (N)	Defleksi Rata-rata (mm)	P Rata-rata (N)	Defleksi Rata-rata (mm)
20 %	121,22	5,3	354,43	3,25	349,20	3,3
30 %	334,83	6,1	397,88	7,9	608,90	3,5
40 %	227,68	7,4	704,62	5,9	488,04	4

Pada tabel tersebut terlihat bahwa beban pengujian yang terendah untuk semua jenis komposit terdapat pada komposit dengan fraksi volume (V_f) 20%. Namun beban pengujian tertinggi untuk komposit berpenguat serat lontar dan komposit hybrid diperoleh pada fraksi volume (V_f) 30%, sedangkan untuk komposit serat glass diperoleh pada fraksi volume (V_f) 40%.

Tegangan Bending

Data hasil pengujian tersebut, dilakukan perhitungan sehingga diperoleh nilai kekuatan bending untuk masing-masing komposit seperti tampak pada gambar di bawah ini:



Gambar 2. Kekuatan Bending Komposit

Dari gambar di atas, terlihat bahwa nilai kekuatan bending komposit berpenguat serat glass cenderung naik seiring dengan kenaikan fraksi volume (V_f), sedangkan pada komposit berpenguat serat lontar dan hybrid mengalami penurunan kekuatan bending pada fraksi volume (V_f) 40% namun nilainya masih lebih tinggi dari komposit dengan V_f 20%. Menurunnya kekuatan bending pada

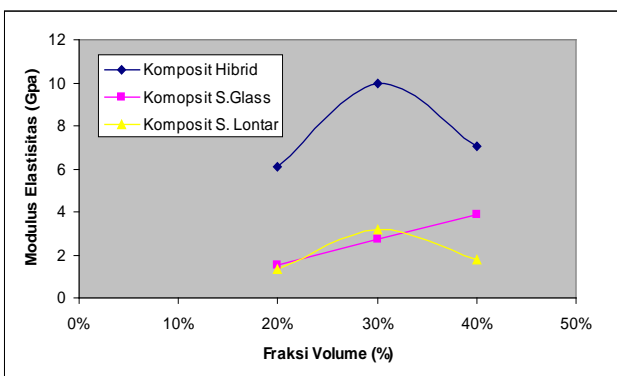
(V_f) 40% diakibatkan oleh lemahnya ikatan interfacial serat-matrik karena volume serat yang besar sehingga sebagian serat tidak terbasahi oleh resin saat dicetak. Hal ini menyebabkan serat mudah mengalami *pull-out* saat specimen diberi pembebanan sehingga kekuatannya menurun. Fenomena ini berbeda untuk komposit dengan V_f 20%, yang mana rendahnya kekuatan bending akibat volume serat yang sedikit dan didominasi oleh matrik. Grafik tersebut juga menggambarkan bahwa serat glass memiliki kekuatan yang lebih tinggi dari serat lontar sehingga berpengaruh pada kekuatan bending komposit.

Dari grafik tampak bahwa komposit hybrid (serat lontar-serat glass) memiliki kekuatan bending yang lebih tinggi dari komposit berpenguat serat lontar untuk semua fraksi volume. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan serat glass dapat mengeliminir kelemahan serat lontar, sehingga kekuatan komposit serat lontar dapat meningkat.

Secara jelas pada grafik terlihat nilai kekuatan bending tertinggi untuk komposit serat lontar sebesar 80,7 MPa pada V_f 30%, dan untuk penguatan serat glass sebesar 170,17 MPa pada V_f 40% serta komposit hybrid sebesar 149,85 MPa pada V_f 30%. Sedangkan kekuatan bending terendah untuk semua jenis komposit diperoleh pada fraksi volume serat 20% yakni 72,26 MPa untuk serat glass, dan 29,29 MPa untuk serat lontar serta hybrid sebesar 84,04 MPa.

Modulus Elastisitas

Data hasil pengujian pada table 1 di atas tampak bahwa komposit hybrid memiliki nilai defleksi yang lebih rendah dibandingkan dengan komposit serat lontar dan serat glass. Nilai tersebut secara nyata memberikan pengaruh yang signifikan terhadap modulus elastisitas komposit.



Gambar 3. Pengaruh Fraksi Volume terhadap Modulus Elastisitas Komposit

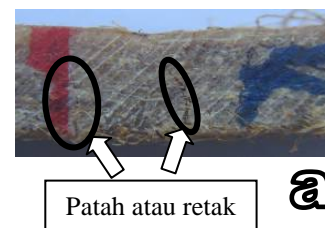
Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa komposit hybrid memiliki nilai modulus elastisitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan dua jenis

komposit lainnya. Nilai tersebut kemungkinan disebabkan oleh perpaduan serat lontar yang bersifat getas dan serat lontar yang bersifat elastic sehingga meningkatkan kekakuan komposit hybrid.

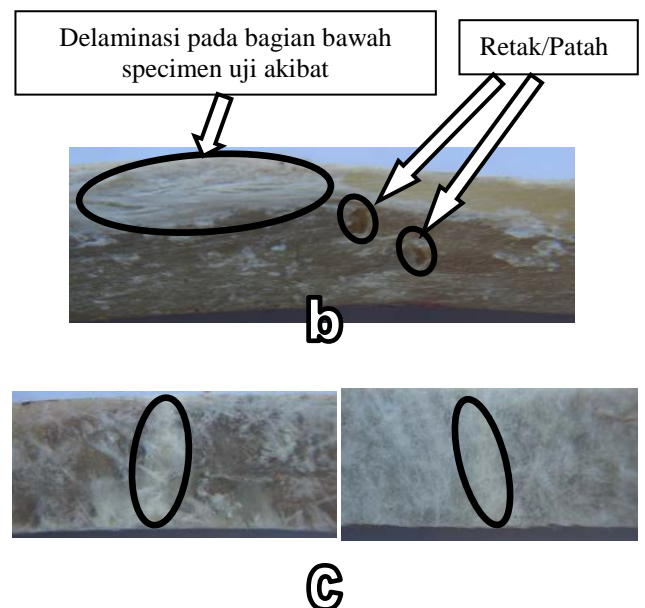
Dari grafik juga tampak bahwa nilai modulus elastisitas komposit berpenguat serat glass cenderung naik seiring dengan meningkatnya fraksi volume serat, namun berbeda dengan komposit serat lontar dan komposit hybrid yang mengalami penurunan ketika fraksi volume seratnya 40%.

Foto Makro Patahan

Foto makro patahan terhadap specimen setelah proses pengujian bending menunjukkan adanya retak pada permukaan bagian bawah specimen uji.



Dari foto penampang patahan pada gambar di atas tampak komposit dengan fraksi volume 20% mengalami retak pada bagian bawah specimen uji, namun pada fraksi volume 30% dan 40% tidak terjadi patahan. Hal ini disebabkan karena pada fraksi volume 20% jumlah serat sangat sedikit sehingga saat diberi pembebanan, maka matriks mendapat tegangan lebih besar dibanding serat.



Gambar 4. Foto Makro Patahan Spesimen Komposit; a. Serat Lontar (V_f 20%), b. Serat glass (V_f 40%), c. Hybrid (V_f 20% dan 30%)

Pada gambar 4c, menunjukkan adanya delaminasi pada bagian bawah specimen. Hal ini terjadi karena saat diberi pembebanan, maka bagian atas specimen mengalami beban tekan sedangkan bagian bawah mengalami beban tarik. Namun yang menarik adalah pada komposit hybrid tidak terjadi patahan atau delaminasi pada specimen uji untuk semua fraksi volume (V_f). Hal ini menyebabkan modulus elastisitasnya lebih tinggi dibandingkan dengan komposit serat lontar dan glass.

Kesimpulan

Dari pembahasan yang telah diuraikan, dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Peningkatan fraksi volume serat (V_f) dapat meningkatkan kekuatan bending komposit
2. Penambahan serat glass pada komposit serat lontar (hybrid) dapat mengeliminir kelemahan serat lontar sehingga kekuatannya meningkat.

Referensi

- Boimau, K., *Karakterisasi Sifat tarik dan Topografi Permukaan Serat Buah Lontar yang diberi Perlakuan Alkali*, Prosiding SNTTM-VIII, Universitas Diponegoro, Semarang (2009).
- Boimau, K., dan Limbong, I., *Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Poliester Dengan penguatan Serat Buah Lontar*, Prosiding Seminar Nasional Teknologi Ramah Lingkungan dalam Pembangunan Berkelanjutan, ITN-Malang (2010).
- Hashemi, S., and Sandford, S., *Hybrid Effects on Mechanical Properties of Polyoxymethylene*, Poly.Eng.Sci., 37, pp 45-54 (1997).
- John, K., and Naidu, S. V., *Effect of Fiber Content and Fiber Treatment on Flexural Properties of Sisal Fiber/Glass Fiber Hybrid Composites*, Journal of Reinforced Plastics and Composites, Vol. 23, No. 15 (2004).
- Wang, B., Panigrahi, S., Tabil, L., Crerar, W.J., Powell, T., Kolybaba, M., and Sokhansanj, S., *Flax Fiber-Reinforced Thermoplastic Composites*, 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, Canada, (2002).