

PENGARUH FRAKSI VOLUME DAN PANJANG SERAT TERHADAP SIFAT BENDING KOMPOSIT POLIESTER YANG DIPERKUAT SERAT BATANG PISANG

Kristomus Boimau

Jurusan Teknik Mesin
Universitas Nusa Cendana
Jl. Adisucipto, Penfui Kupang - NTT
Tlp. (0380) 8014582, email: boimau_mesinunc@yahoo.com

ABSTRAK

Pengembangan material komposit polimer dengan memanfaatkan serat alam sebagai media penguatan merupakan suatu kebutuhan karena memiliki banyak keunggulan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh panjang serat dan fraksi volume terhadap sifat bending komposit polyester yang diperkuat serat batang pisang dengan panjang serat 5 cm dan 2 cm. Spesimen uji bending dibuat sesuai standar ASTM D790 dengan variasi fraksi volume serat yang digunakan sebesar 20 %, 30 %, dan 40 %.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan bending komposit meningkat seiring dengan meningkatnya fraksi volume serat dan komposit dengan panjang serat 5 cm memiliki nilai kekuatan bending yang lebih tinggi dari komposit dengan panjang serat 2 cm pada semua fraksi volume. Tegangan bending terbesar diperoleh pada fraksi volume serat 40 % untuk komposit dengan panjang serat 5 cm sebesar 83,08 MPa dan terendah pada fraksi volume serat 20 % sebesar 34,53 MPa. Hasil foto makro patahan spesimen menunjukkan adanya retak pada semua spesimen uji.

Kata Kunci : Komposit Poliester, Panjang Serat, Kekuatan Bending, Fraksi Volume

Pendahuluan

Penggunaan dan pemanfaatan komposit polimer berpenguatan serat alam terus berkembang dan semakin diminati oleh dunia industri pada satu dasawarsa terakhir. Hal ini disebabkan karena serat alam memiliki massa jenis yang rendah, mampu terbiodegradasi, mudah didaur ulang, produksi memerlukan energi yang rendah, memiliki sifat mekanik yang baik dan dapat diperbarui karena berasal dari alam (Wang dkk, 2003). Perkembangan ini ditopang pula oleh kondisi alam indonesia yang kaya akan bahan-bahan serat alam, seperti kapas (*cotton*), kapuk, goni (*jute*), sisal, kenaf, pisang kelapa, sawit, rami kasar (*flax*), rami halus (*hemp*).

Material komposit dengan penguatan serat alam (*natural fibre*) seperti bambu, sisal, hemp, dan pisang telah diaplikasikan pada dunia *automotive* sebagai bahan penguat panel pintu, tempat duduk belakang, *dashboard*, dan perangkat interior lainnya (Boeman dan Johnson, 2002). Bahkan pusat riset Daimler-Chrysler di Eropa mengungkapkan bahwa serat alam seperti *flax* dan *hemp* mempunyai potensi yang

kuat dalam industri *automotive* jika dibanding dengan serat glass, karena harganya yang murah dan ringan (Peijs, 2002). Hal tersebut juga diperkuat oleh Gunnarsson (2002), yang menyatakan bahwa tekstil dapat digunakan secara luas pada automotive dan memiliki potensi yang luar biasa.

Pisang merupakan salah satu tanaman yang memiliki kandungan serat yang cukup tinggi pada batangnya namun belum dimanfaatkan untuk pengembangan material komposit. Pada penelitian ini, serat batang pisang akan digunakan sebagai penguat matriks poliester dengan variasi panjang serat dan fraksi volume serat.

Bahan dan Cara Penelitian

Serat yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat pisang yang diperoleh dari batang pisang, dengan cara diserut dan diambil seratnya, kemudian dikeringkan dengan bantuan cahaya matahari. Selanjutnya serat dipotong-potong menjadi 2 cm dan 5 cm. Serat tersebut kemudian digunakan untuk membuat komposit dengan perbandingan serat-matriks sesuai *rule*



of mixture (ROM). Fraksi volume serat (V_f) yang digunakan adalah 20, 30 dan 40%, sedangkan proses pencetakan dilakukan dengan teknik *hand lay up* dan dilanjutkan dengan penekanan selama 24 jam.

Selanjutnya komposit hasil cetakan dibuat menjadi spesimen uji bending sesuai standar ASTM D790 dan pengujian bending dilakukan dengan alat uji bending. Bentuk patahan spesimen akibat uji bending dilakukan foto makro dengan pembesaran 150x.



Gambar 1. a). Batang Pisang diserut, b). Serat Pisang, c). Serat yang telah dipotong, d). Penimbangan serat, e). Pencetakan Komposit, f). Spesimen Uji Bending

Hasil dan Pembahasan

Data Pengujian Bending

Dari pengujian *bending* yang dilakukan terhadap spesimen uji, diperoleh data beban pengujian untuk setiap jenis komposit. Pada tabel 1, terlihat bahwa

komposit dengan panjang serat 5 cm memiliki nilai beban pengujian terbesar pada fraksi volume 40% yaitu 344,658 N dan yang paling rendah beban pengujinya terdapat pada fraksi volume 20% sebesar 143,240 N. Data selengkapnya seperti pada tabel 1 di bawah ini :

Tabel 1. Data hasil pengujian *bending* komposit serat pisang dengan panjang serat 5 cm:

Fraksi Volume	Spesi-men	d (mm)	b (mm)	L (mm)	P (Kg)	P (N)	P (N) Rata-Rata	Defleksi	Defleksi rata-rata
20%	F3	7	12,7	100	18,3	179,523	178,869	3,5	3,5
	F6	7	12,7	100	17,8	174,618		3,25	
	F4	7	12,7	100	18,6	182,466		3,75	
30%	E5	7	12,7	100	21,2	207,972	249,828	5	4,67
	E6	7	12,7	100	28,4	278,604		4,5	
	E2	7	12,7	100	26,8	262,908		4,5	
40%	D3	7	12,7	100	31,8	311,958	344,658	4,25	4,58
	D4	7	12,7	100	38	372,78		4,75	
	D1	7	12,7	100	35,6	349,236		4,25	

Selanjutnya dari pengujian bending yang dilakukan terhadap spesimen uji komposit dengan panjang serat 2 cm, juga diperoleh data beban pengujian terbesar pada fraksi volume 40% yaitu 253,752 N.

Sedangkan yang paling rendah beban pengujinya berada pada fraksi volume 20% sebesar 143,240 N. Data selengkapnya seperti terlihat pada tabel 2 di bawah ini :



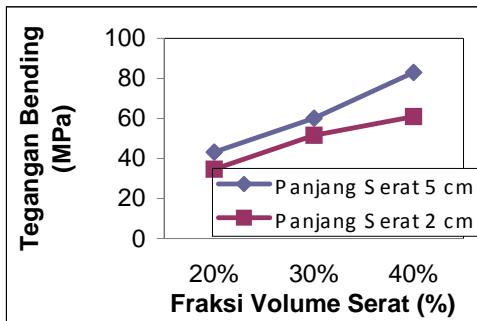
Tabel 2. Data hasil pengujian *bending* komposit serat pisang dengan panjang serat 2 cm :

Fraksi Volume	Spesi-men	d (mm)	b (mm)	L (mm)	P (Kg)	P (N)	P (N) Rata-Rata	Defleksi	Defleksi rata-rata
20%	C6	7	12,7	100	14	137,34	143,240	7	5,5
	C7	7	12,7	100	14,1	138,321		4	
	C4	7	12,7	100	15,7	154,17		5,5	
30%	B3	7	12,7	100	23,4	229,554	213,858	5	5,25
	B4	7	12,7	100	19,4	190,314		5,5	
	B1	7	12,7	100	22,6	221,706		5,25	
40%	A5	7	12,7	100	27,9	273,699	253,425	4	5,3
	A7	7	12,7	100	23,8	233,478		6,5	
	A2	7	12,7	100	25,2	253,098		5,5	

Data-data hasil pengujian bending yang diperoleh di atas, kemudian dihitung sehingga diperoleh nilai kekuatan bending dan modulus elastisitas bending, yang selanjutnya ditampilkan dalam bentuk grafik.

Tegangan Bending

Dari data di atas dapat diperoleh nilai tegangan bending untuk komposit dengan panjang serat dan fraksi volume yang berbeda, seperti tampak pada gambar 2 berikut:



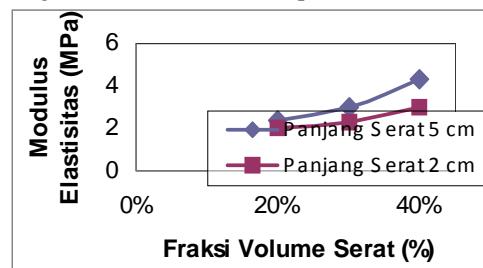
Dari gambar di atas, tampak bahwa komposit dengan panjang serat 5 cm memiliki tegangan *bending* yang paling tinggi pada semua fraksi volume serat dibandingkan dengan komposit berpenguat serat dengan panjang 2 cm. Hal ini disebabkan karena serat dengan panjang 5 cm memberikan peguanan yang lebih baik pada matriks dibandingkan dengan yang lebih pendek sehingga saat terjadi pembebahan maka serat dapat menahan matriks agar tidak mudah terjadi patahan.

Nilai tegangan bending pun meningkat seiring dengan meningkatnya fraksi volume serat. Hal ini dapat terjadi karena semakin besar fraksi volume, maka jumlah serat pun semakin banyak sehingga beban yang diterima oleh masing-masing serat lebih kecil. Selain itu, dengan jumlah serat yang banyak maka matrik

mendapat sokongan yang lebih banyak dari serat yang menyebabkan matriks tidak mudah mengalami retak. dari gambar di atas, tampak bahwa nilai tegangan *bending* tertinggi adalah sebesar 83,076 MPa yang diperoleh pada fraksi volume 40% dengan panjang serat 5 cm sedangkan yang paling rendah terdapat pada fraksi volume serat 20% dengan panjang serat 2 cm yakni sebesar 34,527 MPa.

Modulus Elastisitas Bending

Pada gambar 3 terlihat bahwa pada komposit dengan panjang serat 5 cm memiliki nilai modulus elastisitas *bending* yang paling tinggi dengan nilai sebesar 4,358 MPa pada fraksi volume serat 40 % dan yang paling rendah terdapat pada fraksi volume serat 20 % dengan nilai sebesar 2,347 MPa. Sedangkan untuk komposit dengan panjang serat 2 cm memiliki *modulus elastisitas bending* yang paling tinggi sebesar 2,994 Mpa pada fraksi volume serat 40 % sedangkan yang paling rendah terdapat pada fraksi volume serat 20 % dengan nilai sebesar 1,988 Mpa.



Gambar 3. Modulus Elastisitas Bending untuk panjang serat 5 cm dan 2 cm

Gambar di atas menjelaskan bahwa semakin tinggi fraksi volume serat, maka modulus *elastisitas bending* nya semakin tinggi. Hal ini disebabkan

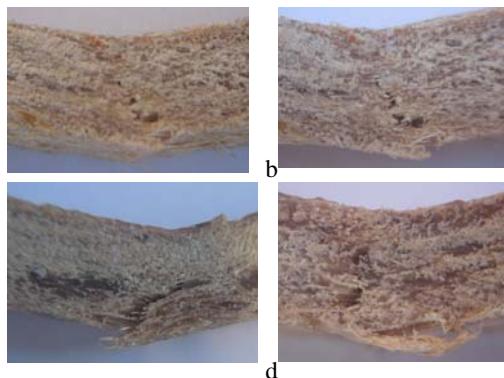


karena nilai modulus *bending* berbanding lurus dengan nilai beban sehingga dengan meningkatnya besar beban pengujian seperti terlihat pada tabel 1 dan 2 maka modulus pun ikut meningkat. Selain itu dengan meningkatnya fraksi volume serat, maka jumlah serat pun semakin banyak dan berakibat pada meningkatnya kekakuan matrik karena ditopang oleh serat yang banyak.

Dari gambar 3 juga tampak bahwa komposit dengan panjang serat 2 cm memiliki nilai modulus yang lebih rendah dari komposit dengan panjang serat 5 cm. Hal ini disebabkan karena semakin besar panjang serat maka transfer beban dari matrik ke serat lebih kecil dan ikatan *interfacial* pun lebih kuat karena serat panjang memberikan sifat penguatan terhadap matrik yang lebih baik.

Foto Makro Patahan

Foto makro patahan menunjukkan adanya patahan pada bagian bawah dari semua spesimen uji. Hal ini disebabkan karena pada saat pengujian bending, bagian atas spesimen mengalami beban tekan sedangkan bagian bawah mengalami beban tarik sehingga terjadi patah pada bagian bawah, seperti tampak pada gambar berikut.



Gambar 4. Foto Makro Patahan Spesimen Uji Bending dengan pembesaran 150x:

- a). $V_f : 20\%$, Panjang Serat 5 cm; b). $V_f : 40\%$, Panjang Serat 5 cm
- c). $V_f : 20\%$, Panjang Serat 2 cm; d). $V_f : 40\%$, Panjang Serat 2 cm

Dari gambar di atas terlihat bahwa, spesimen dengan panjang serat 5 cm memiliki rekahan patahan yang lebih kecil jika dibandingkan spesimen dengan panjang serat 2 cm. Hal ini disebabkan karena semakin panjang serat maka semakin besar penguatan yang diberikan terhadap matrik sehingga ikatan serat matrik pun semakin kuat. Bentuk patahan didominasi oleh patah getas.

Kesimpulan.

Dari pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Peningkatan fraksi volume serat dapat meningkatkan kekuatan bending komposit.
2. Panjang serat turut mempengaruhi kekuatan bending komposit, yang mana semakin besar panjang serat maka kekuatan bending pun meningkat.
3. Bentuk patahan spesimen uji didominasi oleh patah getas.

Daftar Pustaka

- Boeman, R. G., and Johnson, N. L., 2002, *Development of a Cost Competitive, Composite Intensive, Body-in-white*, Journal SAE, No. 2002-01-1905
- Gunnarsson, A and Shishoo, R., 2002, *International Newsletter, Technical Textiles*, p 31 - 32
- Peijs, T., 2002, *Composites Turn Green*, Journal e-Polymers 2002 no. T_002., Queen Mary, University of London, Department of Materials, Mile End Road, London E1 4NS, UK.
- Wang, B., Panigrahi, S., Tabil, L., Crerar, W.J., Powell, T., Kolybaba, M., and Sokhansanj, S., 2003, *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., Canada.

