

PENGARUH FRAKSI VOLUME DAN PANJANG SERAT TERHADAP SIFAT *BENDING* KOMPOSIT POLIESTER YANG DIPERKUAT SERAT LIMBAH GEDEBOG PISANG

Petrus Heru Sudargo, Suhardoko, Bambang Teguh Baroto

Jurusan Teknik Mesin, Akademi Teknologi Warga Surakarta

Jl Raya Solo Baki KM 2 Kwarasan Baki Sukoharjo.

email: herigondang@gmail.com

Abstrak

Pengembangan material komposit polimer dengan memanfaatkan serat alam sebagai media penguat 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 D790-02 dengan variasi fraksi volume serat yang digunakan sebesar 15%, 20%, 30%, dan 35%. 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 35 % untuk komposit dengan panjang serat 5 cm sebesar 83,08 MPa dan terendah pada fraksi volume serat 15 % sebesar 34,53 MPa. Hasil foto makro patahan spesimen menunjukkan adanya retak pada semua spesimen uji.

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

PENDAHULUAN

Penggunaan dan pemanfaatan komposit polimer berpenguat 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 diperbaharui karena berasal dari alam (Wang dkk, 2003).

Penambahan anhidrida maleat terbukti memperbaiki sifat dari biokomposit. Kekuatan tarik dari biokomposit perlakuan PBS-MA dan PLA-MA serta biokomposit perlakuan SEBS-MA dan Mapp semakin meningkat. Ini dibuktikan dengan penampang patahan yang terjadi pada hasil fotomikro SEM. Nilai modulus elastisitas (E) juga mengalami peningkatan dibandingkan dengan biokomposit yang tidak mengalami perlakuan. Hal ini membuktikan bahwa dengan perlakuan tersebut maka ikatan interfacial semakin meningkat, yang akan berdampak pada peningkatan sifat mekanis dan sifat termal dari biokomposit (Kim, H,S, dkk., 2011).

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 matrik 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-matrik sesuai *rule of mixture* (ROM).

Fraksi volume serat (V_f) yang digunakan adalah 15%, 20%, 30%, dan 35%, 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 D790-02 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, b). Batang Pisang diserut, c). Serat Pisang, d). Serat yang telah dipotong, e). Penimbangan serat, f). Pencetakan Komposit, g). Spesimen Komposit, h). 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 35% yaitu 342,201 N dan yang paling rendah beban pengujiannya terdapat pada fraksi volume 15% sebesar 135,445 N. Data selengkapnya seperti pada Tabel 1:

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
15%	A1	7	12,7	100	13.27	130.220		2.52	
	A2	7	12,7	100	14.53	142.546		2.34	
	A3	7	12,7	100	13.53	132.778	135.445	2.56	2.485
	A4	7	12,7	100	13.89	136.234		2.52	
20%	B1	7	12,7	100	18.30	179.550		3.35	
	B2	7	12,7	100	18.14	177.998	179.188	3.51	3.41
	B3	7	12,7	100	18.23	178.879		3.42	
	B4	7	12,7	100	18.38	180.324		3.36	
30%	C1	7	12,7	100	25.51	250.223		3.76	
	C2	7	12,7	100	28.44	278.989		3.74	
	C3	7	12,7	100	27.41	268.886	268.488	3.87	3.805
	C4	7	12,7	100	28.12	275.854		3.85	
35%	D1	7	12,7	100	33.65	330.143		4.35	
	D2	7	12,7	100	34.75	340.887		4.45	
	D3	7	12,7	100	35.78	350.989	342.201	4.32	4.39
	D4	7	12,7	100	35.35	346.786		4.44	

Selanjutnya dari pengujian *bending* yang dilakukan terhadap spesimen uji komposit dengan panjang serat 2 cm, juga diperoleh data beban pengujian terbesar pada fraksi volume 35% yaitu 227,201 N. Sedangkan yang paling rendah beban pengujiannya berada pada fraksi volume 15% sebesar 127,945 N. Data selengkapnya seperti terlihat pada Tabel 2.

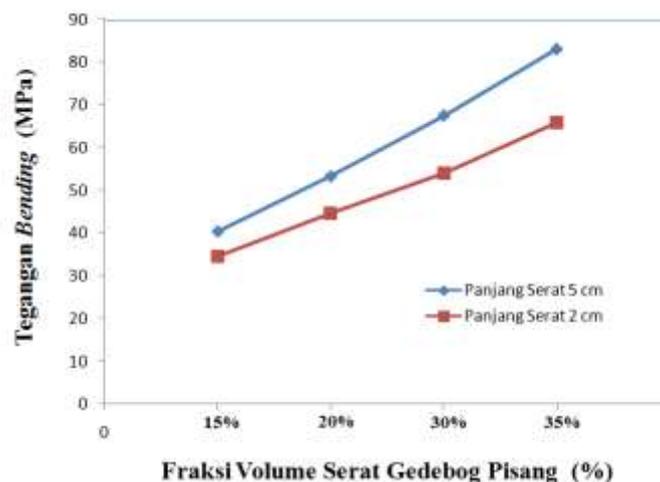
Data-data hasil pengujian *bending* yang diperoleh pada Tabel 1 dan Tabel 2, kemudian dihitung sehingga diperoleh nilai kekuatan *bending* dan modulus elastisitas *bending*, yang selanjutnya ditampilkan dalam Gambar 2.

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

Fraksi Volume	Spesimen	d (mm)	b (mm)	L (mm)	P (Kg)	P (N)	P(N) Rata-rata	Defleksi	Defleksi Rata-rata
15%	A1	7	12,7	100	12.25	120.220		2.62	
	A2	7	12,7	100	13.51	132.546		2.34	
	A3	7	12,7	100	13.13	128.778	127.945	2.56	2.51
	A4	7	12,7	100	13.28	130.234		2.52	
20%	B1	7	12,7	100	16.26	159.550		3.45	
	B2	7	12,7	100	16.11	157.998	154.188	3.51	3.435
	B3	7	12,7	100	15.18	148.879		3.42	
	B4	7	12,7	100	15.32	150.324		3.36	
30%	C1	7	12,7	100	17.35	170.223		3.76	
	C2	7	12,7	100	18.25	178.989		3.74	
	C3	7	12,7	100	18.44	180.886	178.988	3.77	3.78
	C4	7	12,7	100	18.95	185.854		3.85	
35%	D1	7	12,7	100	23.46	230.143		4.35	
	D2	7	12,7	100	24.56	240.887		4.45	
	D3	7	12,7	100	21.51	210.989	227.201	4.22	4.365
	D4	7	12,7	100	23.12	226.786		4.44	

Tegangan *Bending*

Dari Tabel 1 dan Tabel 2, dapat diperoleh nilai tegangan *bending* untuk komposit dengan panjang serat dan fraksi volume yang berbeda, seperti tampak pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Tegangan *Bending* untuk panjang serat 5 cm dan 2 cm

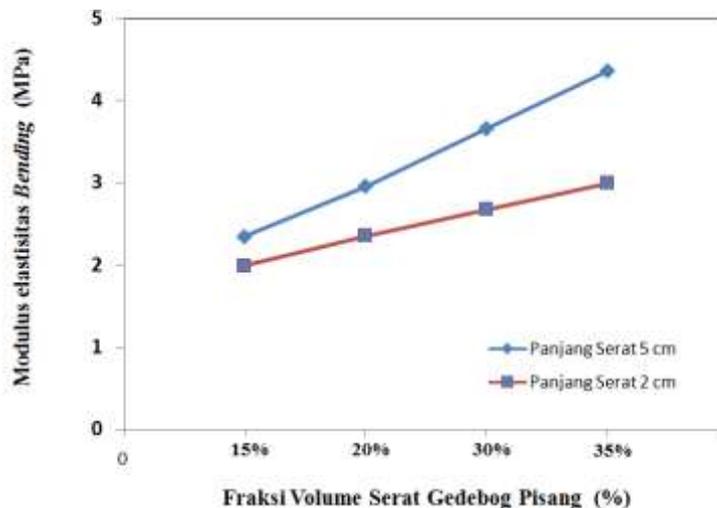
Dari Gambar 2. tampak bahwa komposit dengan panjang serat 5 cm memiliki tegangan *bending* yang paling tinggi pada semua fraksi volume serat dibandingkan dengan komposit berpanjang serat dengan panjang 2 cm.

Hal ini disebabkan karena serat dengan panjang 5 cm memberikan penguatan yang lebih baik pada matriks dibandingkan dengan yang lebih pendek sehingga saat terjadi pembebanan maka serat dapat menahan matrik 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 matrik tidak mudah mengalami retak dari Gambar 2., tampak bahwa nilai tegangan *bending* tertinggi adalah sebesar 83,076 MPa yang diperoleh pada fraksi volume 35% dengan panjang serat 5 cm sedangkan yang paling rendah terdapat pada fraksi volume serat 15% 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 35% dan yang paling rendah terdapat pada fraksi volume serat 15% 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 35% sedangkan yang paling rendah terdapat pada fraksi volume serat 15% dengan nilai sebesar 1,988 MPa.



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

Gambar 3. menjelaskan bahwa semakin tinggi fraksi volume serat, maka modulus *elastisitas bending* nya juga 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 Tabel 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.

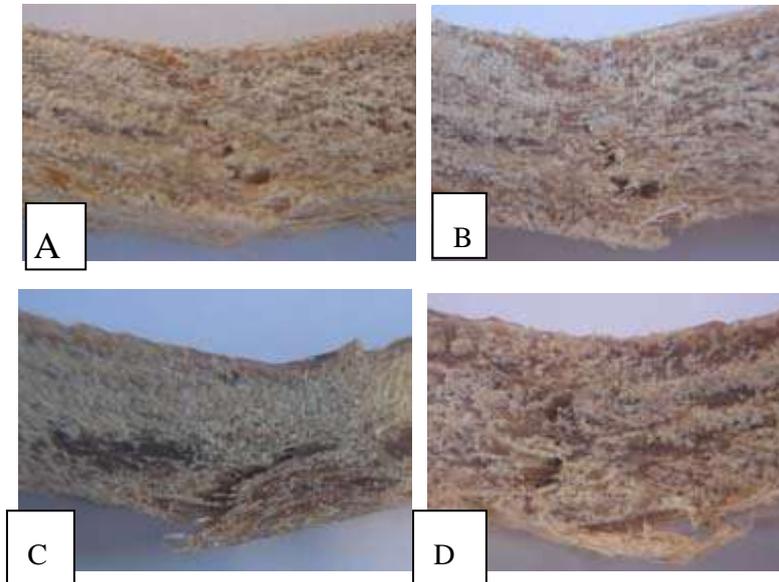
Dari Gambar 3 juga tampak bahwa komposit dengan panjang serat 2 cm memiliki nilai modulus yang lebih rendah dari komposit dengan panjang serat 5 cm. Hal ini disebabkan karena semakin besar panjang serat maka transfer beban dari matrik ke serat lebih kecil dan ikatan *interfacial* pun lebih kuat karena 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 4.

Dari Gambar 4. 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.



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

- a). Vf : 15%, Panjang Serat 5 cm; b). Vf : 35%, Panjang Serat 5 cm
c). Vf : 15%, Panjang Serat 2 cm; d). Vf : 35%, Panjang Serat 2 cm

KESIMPULAN

Dari pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu: peningkatan fraksi volume serat dapat meningkatkan kekuatan *bending* komposit, panjang serat turut mempengaruhi kekuatan *bending* komposit, yang mana semakin besar panjang serat maka kekuatan *bending* pun meningkat, bentuk patahan spesimen uji didominasi oleh patah getas.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM. D 790 – 02 *Standard test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating material*. Philadelphia, PA : American Society for Testing and Materials.
- 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
- Kim, H, S, dkk., (2011), *Enhanced Interfacial Adhesion, Mechanical, and Thermal Properties of Natural Flour-filled Biodegradable Polymer Bio-composites*, J Therm Anal Calorim, 104:331-338.
- 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.