

ANALISIS KEKUATAN BENDING DAN KEKUATAN IMPACT KOMPOSIT EPOXY DIPERKUAT SERAT PELEPAH LONTAR

Melsiani Saduk¹, Fransisko Piri Niron²

¹Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Kupang

²Program Studi Mesin Perkakas, Politeknik Negeri Kupang

Jl. Adisucipto Po Box 139 Penfui Kupang

Telp. 0380-881246

Email : melsianisd@gmail.com

Abstract

Natural fibers has been considered as reinforcement in composite materials which is environmentally friendly fiber instead of fiberglass. The use of natural fibers in the composite material is currently growing, along with the increasing use of such materials are widespread ranging from household appliances and industrial sector. The aims of this research was to determine the impact strength and bending strength of lontar fiber composite . The production method of this composite is hand lay up with random fiber orientation (random oriented fiber discontinuous). The composite were produced with a variety of fiber volume fraction of 10%, 15%, 20%, 25% and 30% . The bending strength of lontar fiber composite 140.235 MPa and modulus of elasticity of 4440 Mpa were obtained. The impact strength of lontar fiber composite and fiberglass were 0.439J/mm² and 0.8333 J / mm² respectively.

Keywords: composite, lontar fiber, volume fraction, bending strength, impact strength

PENDAHULUAN

Adanya wacana rencana pelarangan penggunaan *fiberglass* saat ini menjadi salah satu pertimbangan untuk beralih pada penggunaan *fiber* yang ramah lingkungan. *Fiberglass* menggunakan serat kaca (*matte*) bisa menyebabkan gatal jika bersentuhan dengan kulit. Material ini terbuat dari bahan kimia dan serat kaca yang sukar terdegradasi secara alami. Pendaur ulangan *fiberglass* secara mekanik akan menghasilkan gas CO dan debu yang berbahaya untuk kesehatan sehingga dibutuhkan bahan baku alternatif yang lebih aman dan ramah lingkungan. Salah satu jenis serat alam yang dapat digunakan adalah serat lontar. Lontar (*Borassus Flabellifer*) adalah jenis palma yang bersifat serba guna yang populasinya banyak tersebar di Indonesia [1, 2].

Pada penelitian ini akan diambil serat dari pelepah lontar yang dapat menjadi alternatif bahan baku komposit. Komposit dengan penguat serat alam ini semakin intensif dikembangkan. Ini berkaitan dengan meluasnya penggunaan komposit pada berbagai bidang rekayasa dan industri serta tuntutan penggunaan material yang murah, ringan, sifat mekanik yang kuat dan tidak

korosif, sehingga dapat menjadi bahan alternatif selain logam. Mulai dari yang sederhana seperti alat-alat rumah tangga sampai sektor industri baik industri skala kecil maupun industri skala besar seperti dalam industri pesawat terbang, otomotif, maupun untuk alat-alat olah raga [3, 4]. Keuntungan mendasar yang dimiliki oleh serat alam adalah murah, mudah didapat dan juga sangat berlimpah. Dari segi ketersediaan bahan baku serat alam, di propinsi Nusa Tenggara Timur memiliki tanaman pohon lontar yang cukup melimpah. Perkiraan populasi pohon lontar di Indonesia, yaitu di Nusa Tenggara Timur sebanyak 4.407.000 pohon, Jawa Timur 5.000.000 pohon dan Sulawesi Selatan (hanya kabupaten Jeneponto) 300.000 pohon [5].

Di Nusa Tenggara Timur pohon lontar banyak dijumpai di pulau Sabu, Rote, Timor, Flores, pesisir timur dan pesisir selatan pulau Sumba dan di Jawa Timur. Populasi lontar paling banyak terdapat di sekitar pulau Madura, dan tumbuh pula di sekitar pantai utara pulau Jawa [2]. Dari populasi lontar yang ada di NTT, baru sekitar 25 % yang disadap untuk kebutuhan konsumsi lokal maupun sebagai bahan baku industri rumah tangga. Karena itu salah satu usaha untuk

meningkatkan kegunaan pohon lontar adalah memanfaatkan pelepah lontar sebagai bahan baku komposit yang dapat diaplikasikan pada berbagai industri [6].

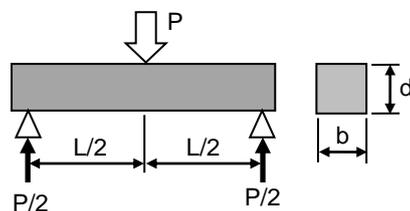
Penelitian ini dititik beratkan untuk mengetahui kekuatan *impact* dan bending material sesuai dengan aplikasi yang diinginkan. Arah dan aplikasi dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan material baru yang merupakan campuran *epoxy* dengan serat alam (serat pelepah lontar) sehingga diharapkan dapat bermanfaat sebagai alternatif untuk pembuatan *body* kapal ikan yang saat ini masih berbahan *fiberglass*

METODOLOGI PENELITIAN

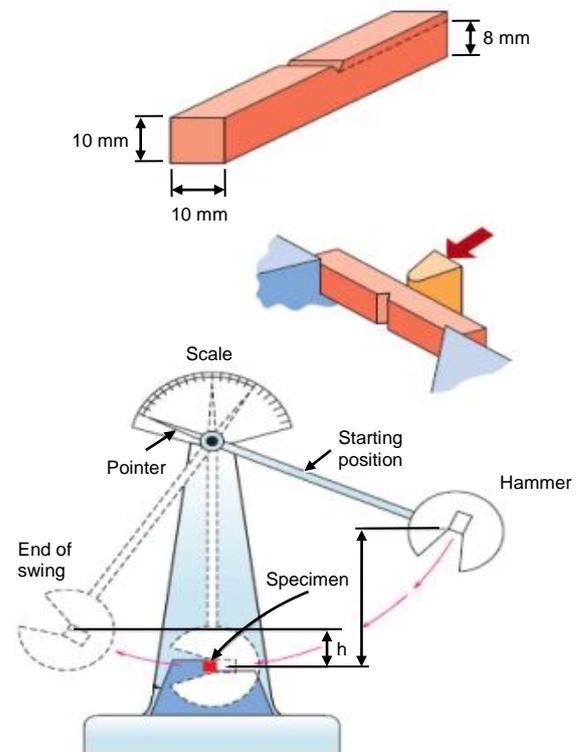
Penelitian dilakukan pada komposit *epoxy* dengan menggunakan material serat alam pelepah lontar (*Borassus Flabellifer*). Sebelumnya serat diberi perlakuan, yaitu direndam dalam larutan Alkali NaOH sebanyak 5% per 1 liter aquades dengan waktu perendaman 3 jam guna memperbaiki sifat *adhesif* material. Spesimen dicetak dengan metode *hand lay up*. Hasil cetakan berupa spesimen uji dilakukan pengujian mekanik berupa uji *impact* dan bending [7, 8, 9].

Pada penelitian ini perbandingan fraksi volume serat pelepah lontar terhadap resin *epoxy* divariasikan dengan perbandingan serat 10%,15%, 20%, 25% dan 30%. Kekuatan *impact* dan kekuatan bending akan diuji dengan kondisi penambahan MEKPO sebesar 1% dan panjang serat lontar ±2 cm.

Desain spesimen uji komposit serat lontar dibuat berdasarkan standar ASTM D790 untuk pengujian bending dan standar ASTM D256 untuk pengujian *impact* seperti ditunjukkan pada Gambar 1 dan 2 berikut [10, 11].



Gambar 1. Spesimen uji bending



Gambar 2. Penampang uji *impact*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengujian *impact* komposit *epoxy* berpenguat serat pelepah lontar didapatkan harga paling maksimal pada fraksi volume 30% yaitu sebesar 0,439 J/mm² sedangkan yang terendah berada pada fraksi volume 10% yaitu sebesar 0,134 J/mm². Hal ini menunjukkan bahwa semakin bertambahnya jumlah serat pada komposit maka harga *impact* menjadi semakin besar. Sedangkan energi serap yang paling tinggi juga terdapat pada fraksi volume 30% yaitu sebesar 1,28 J, dan energi serap yang terkecil yaitu 0,12 J berada pada fraksi volume 10%. Hal ini juga sama menunjukkan bahwa semakin besar jumlah serat yang terkandung pada komposit *epoxy*, maka semakin besar energi yang diserap oleh komposit seperti ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Data pengujian kekuatan *impact*

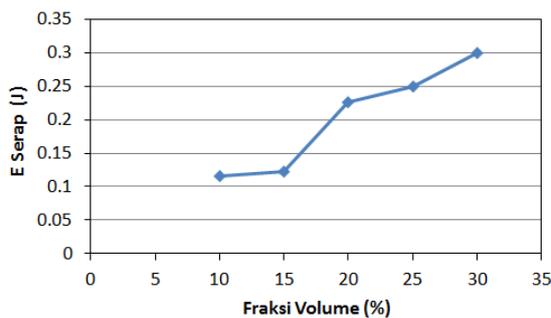
Fraksi Volume	No Spesimen	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Luas Penampang dibawah takik (mm ²)	Energi Serap (J)	Harga <i>Impact</i> (J/mm ²)
Fraksi Volume 10%	1	0.6	1.4	0.84	0.1	0.119
	2	0.5	1.6	0.8	0.1	0.125
	3	0.6	1	0.96	0.15	0.156
	4	0.5	61.45	0.725	0.1	0.138
	5	0.64	1.5	0.96	0.15	0.156
	6	0.65	1.4	0.91	0.1	0.1099
	Rata-Rata	0.582	11.392	0.866	0.117	0.134
Fraksi Volume 15%	1	0.45	1.46	0.657	0.125	0.19
	2	0.5	1.4	0.7	0.125	0.178
	3	0.54	1.4	0.756	0.12	0.158
	4	0.54	1.6	0.864	0.12	0.139
	5	0.4	1.45	0.58	0.125	0.216
	6	0.5	1.46	0.73	0.125	0.171
	Rata-Rata	0.488	1.462	0.715	0.123	0.175
Fraksi Volume 20%	1	0.48	1.4	0.672	0.225	0.335
	2	0.5	1.4	0.7	0.225	0.321
	3	0.4	1.46	0.584	0.225	0.385
	4	0.45	1.46	0.657	0.23	0.35
	5	0.48	1.46	0.7008	0.225	0.321
	6	0.5	1.46	0.72	0.225	0.308
	Rata-Rata	0.468	1.440	0.672	0.226	0.337
Fraksi Volume 25%	1	0.5	1.46	0.73	0.25	0.342
	2	0.5	1.46	0.73	0.25	0.342
	3	0.46	1.4	0.644	0.25	0.388
	4	0.4	1.5	0.6	0.25	0.417
	5	0.4	1.4	0.56	0.25	0.446
	6	0.5	1.5	0.75	0.25	0.333
	Rata-Rata	0.460	1.453	0.669	0.250	0.378
Fraksi Volume 30%	1	0.5	1.4	0.7	0.3	0.428
	2	0.5	1.4	0.7	0.3	0.428
	3	0.45	1.46	0.657	0.3	0.457
	4	0.48	1.5	0.72	0.3	0.417
	5	0.5	1.4	0.7	0.3	0.428
	6	0.45	1.4	0.63	0.3	0.476
	Rata-Rata	0.480	1.427	0.685	0.300	0.439

Untuk tabel nilai rata-rata energi serap dan harga impact dari komposit serat epoxy berpenguat serat pelepah lontar dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

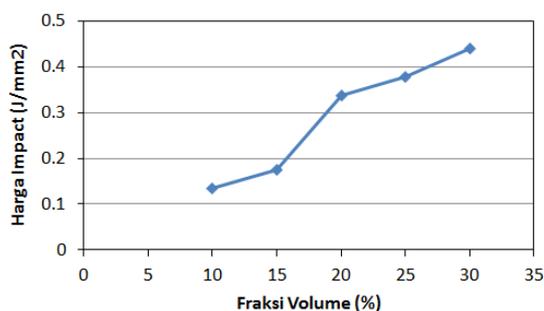
Tabel 2 Nilai rata-rata E serap dan harga impact komposit epoxy

No	Fraksi Volume (%)	E Serap (J)	Harga Impact (J/mm ²)
1	10	0.117	0.134
2	15	0.123	0.174
3	20	0.506	0.337
4	25	0.84	0.378
5	30	1.28	0.439

Hubungan antara fraksi volume dengan energi serap disajikan pada Gambar 3a dan hubungan antara fraksi volume dengan harga impact ditampilkan pada Gambar 3b.



Gambar 3a Grafik hubungan fraksi volume dengan energi



Gambar 3b Grafik hubungan fraksi volume dengan harga impact

Pengujian spesimen uji impact juga menunjukkan bahwa pada komposit epoxy dengan serat pelepah lontar sebagai penguat menunjukkan bahwa mekanisme patahan

yang terjadi pada spesimen uji bending adalah mekanisme patahan *pull out*, dimana pada ujung patahan spesimen patahan spesimen muncul ujung patahan serat seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Penampang patahan uji impact

Mekanisme *pull out* terjadi ketika ikatan antara resin epoxy mengalami kegagalan, karena beban kejut yang diberikan maka serat tidak dapat menanggung beban, sehingga proses terjadinya patahan berlangsung secara bersamaan. Untuk pengujian impact kapal fiberglass, maka data pengujian impact dapat dilihat pada Tabel 3.

Dari hasil yang didapatkan dalam penelitian tahap pertama, nilai kekuatan bending dan impact serat pelepah lontar masih belum dapat digunakan sebagai bahan utama pembuatan *body* kapal ikan. Nilai kekuatan impact kapal fiberglass sebesar 0,8333 J/mm², jauh lebih besar dari nilai kekuatan impact serat lontar yaitu sebesar 0,4391 J/mm². Setelah dilakukan penelitian dan hasil wawancara dengan pihak industri pembuatan kapal, ternyata hal ini disebabkan adanya bahan berupa *talc* (tepung khusus) yang harusnya digunakan saat mencampur katalis, resin dan *hardener*. Bahan *talc* inilah yang meningkatkan keuletan dan kelenturan komposit. Dengan demikian pada penelitian berikutnya akan digunakan bahan tambahan berupa *talc* kemudian diuji kekuatan impact dan bendingnya dan dilanjutkan dengan pembuatan *prototype body* kapal ikan.

Tabel 3 Data kekuatan *impact* kapal fiberglass

No Spesimen	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Luas Penampang dibawah takik (mm ²)	Energi Serap (J)	Harga Impact (J/mm ²)
1	0,6	1,4	0,84	0,7	0,833
2	0,6	1,4	0,84	0,7	0,833
3	0,6	1,4	0,84	0,7	0,833
Rata-Rata	0,6	1,4	0,84	0,7	0,833

Pengujian Bending

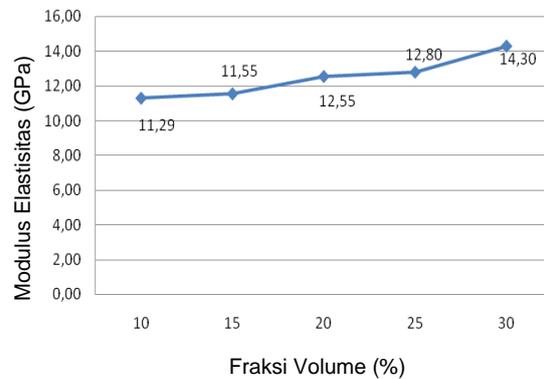
Pengujian bending dilakukan pada komposit yang dibuat dengan serat pelepah lontar yang telah mengalami perlakuan 5% NaOH selama 180 menit, dimana serat pelepah lontar mempunyai kekuatan yang optimal. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah ada perubahan sifat mekanis terhadap kekuatan bending dengan variasi fraksi volume yang berbeda antara 10%,15%, 20%, 25% dan 30% serat. Dengan demikian data hasil pengujian bending komposit polyester dengan serat pelepah lontar sebagai penguat berupa kekuatan bending dan modulus elastisitas dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Data pengujian kekuatan bending

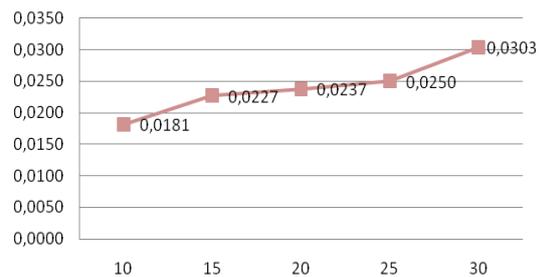
No.	Fraksi Volume (%)	F _{max} avg (kgf)	Tegangan Bending avg
1	10	15.3	11.29
2	15	15.64	11.55
3	20	16.995	12.55
4	25	17.33	12.8
5	30	19.37	14.3

Pada Gambar 5 terlihat bahwa grafik tegangan bending mengalami kenaikan tegangan dikarenakan adanya penambahan serat. Grafik tersebut menjelaskan semakin tinggi fraksi volume serat maka tegangan bendingnya semakin tinggi. Hal ini ditunjukkan pada fraksi volume 10 % besarnya tegangan bending yaitu 11,29 kgf/mm² lebih kecil dibanding fraksi volume 30% yang sebesar 14,30 kgf/mm². Dari hasil diatas menunjukkan bila serat semakin banyak serat maka tegangan bendingnya semakin besar.

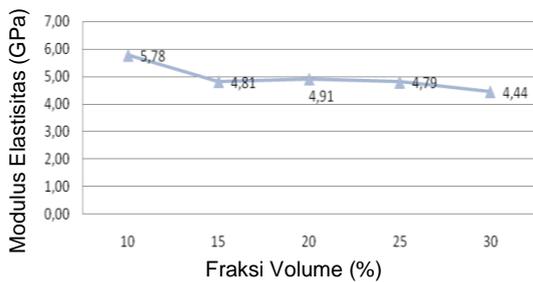
Besarnya regangan yang terjadi juga bersesuaian dengan besarnya tegangan seperti tampak pada Gambar 6. Hal ini menunjukkan bahwa kelima variasi fraksi volume serat mempunyai karakteristik yang hampir sama.



Gambar 5. Grafik hubungan fraksi volume dengan tegangan bending



Gambar 6. Grafik hubungan fraksi volume dengan regangan bending



Gambar 7 Grafik hubungan fraksi volume dengan modulus elastisitas

Gambar 6 menunjukkan besarnya nilai modulus elastisitas komposit serat pelepah lontar dan resin epoxy dengan variasi fraksi volume 10 % sampai 30% . Dari grafik hubungan antara modulus elastisitas serat pelepah lontar dan resin epoxy diatas, dapat diketahui bahwa pada komposit tersebut dengan fraksi volume 10 % yaitu 5,78 Gpa mengalami penurunan yang sampai fraksi volume 30% yaitu sebesar 4,44 Gpa. Dari grafik diketahui bahwa modulus elastisitas mengalami penurunan yang sangat signifikan karena volume serat bertambah banyak sedangkan volume resin berkurang.

Dengan jumlah volume serat yang banyak serta kondisi serat yang kaku akibat perlakuan alkali menyebabkan serat sulit untuk diatur atau diluruskan saat diletakan pada cetakan. Kondisi serat yang tidak lurus mempengaruhi aliran matriks ke serat yang tidak terdistribusi secara sempurna, bahkan terjadi penumpukan serat (serat tidak teratur dengan rapi) sehingga pada saat diberikan beban bending walaupun tegangannya meningkat, tetapi modulus elastisitasnya mengalami penurunan.

Pengujian spesimen uji bending juga menunjukkan bahwa pada komposit epoxy dengan serat pelepah lontar sebagai penguat menunjukkan bahwa mekanisme patahan yang terjadi pada spesimen uji bending adalah mekanisme patahan *pull out*, dimana pada ujung patahan spesimen patahan spesimen muncul ujung patahan serat seperti ditunjukkan pada Gambar 8.

Mekanisme *pull out* terjadi ketika ikatan antara resin epoxy dan serat melemah ketika beban yang diberikan bertambah. Pada saat resin polyester mengalami kegagalan, serat masih dapat menanggung beban, sehingga

proses terjadinya patahan tidak berlangsung secara bersamaan [12, 13].



Gambar 8. Penampang patahan uji bending

KESIMPULAN

1. Pengaruh variasi fraksi volume terhadap perubahan sifat mekanis (kekuatan impact dan kekuatan bending) dari komposit dengan digunakannya serat pelepah lontar sebagai penguat
2. Pengujian spesimen uji impact dan uji bending menunjukkan bahwa pada komposit epoxy dengan serat pelepah lontar sebagai penguat menunjukkan bahwa mekanisme patahan yang terjadi pada spesimen uji bending adalah mekanisme patahan *pull out*
3. Nilai kekuatan bending pada komposit serat lontar sebesar 14,30 kgf/mm² atau 140,235095 MPa. Sedangkan nilai kekuatan impact yang dihasilkan sebesar 0,439 J/mm² dengan energi serap sebesar 1,28 J.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Badan penelitian dan pengembangan kehutanan kementerian kehutanan, 2010. *Lontar (Borassus Flabellifer) sebagai sumber energi bioetanol potensial*

[2] Lutony, T.L. 1993. *Tanaman Sumber Pemanis*. P.T.Penebar Swadaya, Jakarta.

[3] Imra, Iswandi. (2009). *Pengaruh Proses Vakum dan Variasi Tekanannya terhadap Sifat Tarik Komposit Serat Alam*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Andalas, Padang.

- [4] Budinski K.G. 1995. *Engineering Material Properties and Selection*, 4th, Prentice Hall, Inc A Simon and Schuster Company, USA.
- [5] Mahmud, Z., D. Allorerung dan Amrizal, 1991. Prospek tanaman kelapa, aren, lontar dangewang, untuk menghasilkan gula. Buletin Balitka No. 14. Balai Penelitian Kelapa. Manado.
- [6] Joseph, G.H.M.M, M. Rumokoi dan Z. Mahmud. 1990. Perbaikan teknik penyadapan nira lontar di Nusa Tenggara Timur. Buletin Balitka No. 11. Balai Penelitian Kelapa. Manado.
- [7] Callister, W. D. 1991. *Material Science and Engineering an Introduction*, John Willey and Sons Inc, New York.
- [8] Diharjo, K. 2008. *Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Polyester*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra.
- [9] Jacobs, J.A. Kilduft T.K. 1994. *Engineering Material Technology Structure, Processing, Property and Selection 2*. Prentice Hall, Inc A Simon Schuster Company, USA.
- [10] ASTM D790 - 15e2. Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials.
- [11] ASTM D256 - 10e1. Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics.
- [12] Reddy K.O, Maheswari C.U, Rajulu, A.V and Guduri, B.R. 2009. *Thermal Degradation Parameters and Tensile Properties of Borassus flabellifer Fruit Fiber Reinforcement*. Journal of Reinforced Plastics and Composites.
- [13] Venkatesha g. Prasanna and venkata k. Subbaiah. 2011. *Chemical resistance and compressive properties of banana-palmyra fibers reinforced epoxy-unsaturated polyester blended composites*. Abstracts International J.of Multidiscipl. Research & Advcs. in Engg.(IJMRAE), Vol. 3, No. II, pp. 123-130