

ANALISIS KEKUATAN IMPAK KOMPOSIT *HIBRID* SERAT LONTAR DAN SERAT GELAS

Andri J. Baru¹, Jefri S. Bale¹, Yeremias M. Pell¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang, 85001, Indonesia

E-mail: andrebaru46@gmail.com; jefri_bale@staf.undana.ac.id

Abstrak

Serat buah lontar (*Borassus Flabellifer*) dapat dimanfaatkan dalam material komposit sebagai pengganti serat sintesis yang lebih mahal harganya. Bahan serat alam ini memiliki keuntungan yaitu murah, mudah diperoleh dan ramah lingkungan. Dalam pemanfaatannya, kekuatan mekanik serat alam belum sebaik serat sintesis sehingga perlu dilakukan kombinasi serat alam dan serat sintesis dalam berbagai aplikasi material komposit untuk memanfaatkan keunggulan dari masing-masing jenis serat tersebut. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat Impak komposit polyester hibrid berpenguat serat buah lontar dan serat gelas. Pengujian impak terhadap spesimen uji dilakukan sesuai standar ASTM D 256-04. Hasil pengujian impak menunjukkan bahwa komposit dengan serat hibrid (serat lontar dan serat gelas) yang diberi perlakuan alkali 15% dengan waktu perendaman 6 jam memiliki nilai ketangguhan impak tertinggi. Hal ini disebabkan karena alkali treatment yang diberikan dapat berfungsi optimal untuk membersihkan lapisan lignin pada permukaan serat dan meningkatkan kekasaran permukaan serat sehingga serat sebagai penguat mampu mendistribusi dengan baik beban impak yang dialami. Penampang patahan yang terjadi menunjukkan jenis patahan getas yang didominasi oleh keretakan/patah matriks dan patah serat.

Kata kunci: uji impak; komposit hibrid; serat lontar; serat gelas; patah getas.

Abstract

The lontar fiber (*Borassus Flabellifer*) can be utilized in composite material to substitute the synthetic fiber. This natural fiber has several advantages, such as: cheap, easy to find and environmentally friendly. In its application, the mechanical strength of natural fibers is not as good as synthetic fibers, so it is necessary to combine natural and synthetic fibers in various composite material applications to take advantage of each type of fiber. The purpose of this study was to determine the effect of alkali treatment on the impact properties of polyester composite hybrid fiber reinforced by lontar fiber and glass fiber composites. The results of the impact test showed that the composite with hybrid fibers (lontar fiber and glass fiber) treated with 15% alkali with an immersion time of 6 hours had the highest impact toughness value. This result shows that the alkali treatment can function optimally to clean the lignin layer on fiber surface and increase the surface roughness of the fiber so that the fiber as a reinforcement is able to properly distribute the impact load experienced. The damage appearance showed the brittle damage mechanism which is dominated by matrix and fiber fracture.

Keywords: impact test; hybrid composite; lontar fiber; glass fiber; brittle damage.

PENDAHULUAN

Lontar (*Borassus Flabellifer*) adalah jenis pohon yang sering dijumpai di kawasan Indonesia timur yang meliputi Nusa Tenggara Timur (NTT). Buah lontar adalah bagian dari pohon lontar, mempunyai banyak serat hampir 30% - 40% dari bijinya [1].

Kandungan serat yang dimiliki oleh buah lontar dapat dimanfaatkan dalam aplikasi

komposit pengganti serat sintesis yang lebih mahal harganya. Kelebihan dari serat alam bila dibandingkan dengan serat sintesis adalah mudah diperoleh, murah, dan ramah lingkungan sehingga dapat menjadi bahan alternatif [2].

Pohon lontar adalah salah satu tumbuhan jenis palma yang mempunyai manfaat mulai dari akar sampai buah yang biasanya dimanfaatkan sebagai bahan pangan, bangunan,

perabot rumah tangga, barang kesenian dan budaya. Selain itu lontar mempunyai daya adaptasi tinggi terhadap lingkungan yang kering. Potensi nyata ini merupakan keuntungan komparatif tumbuhan lontar dibandingkan tumbuhan yang lain [3].

Dari penelitian tentang dampak komposit serat lontar dan serat gelas dengan perlakuan alkali dalam waktu 2, 4, 6, dan 8 jam bermatrik *polyester* didapatkan hasil antara lain bahwa perbedaan harga dampak rata-rata komposit disebabkan karena distribusi serat yang kurang merata sehingga energi yang diserap menjadi lebih kecil. Sedangkan patahan yang terjadi adalah patahan getas. Harga dampak rata-rata yang tertinggi pada komposit serat lontar dan serat gelas tanpa perlakuan alkali yaitu sebesar 0.0877 J/mm^2 sedangkan yang terendah pada komposit serat rami dengan perlakuan alkali selama 6 dan 8 jam sebesar 0.0671 J/mm^2 dan 0.0671 J/mm^2 . Pada komposit dengan perlakuan alkali 2 jam dan 4 jam diperoleh modulus elastisitas rata-rata tertinggi yaitu sebesar 2743.15 MPa [2].

Ada beberapa peneliti juga yang meneliti tentang pengaruh fraksi volume serat rami terhadap sifat tarik dan sifat dampak. Pencetakan komposit menggunakan *injection molding* pada temperatur $190 \text{ }^\circ\text{C}$ dengan fraksi volume serat rami sebesar 5%, 10%, dan 15%. Pengujian densitas dan pengujian fraksi volume dilakukan sesuai standar ASTM D 792 dan ASTM D 3171, sedangkan kekuatan tarik komposit diukur dengan menggunakan standar ASTM 3039. Hasil dari penelitian ini adalah kekuatan tarik komposit tertinggi diperoleh pada fraksi volume serat 10%, yaitu sebesar 18.17 Mpa , dimana hasil ini lebih tinggi 21% dibandingkan dengan kekuatan tarik yang tidak diperkuat oleh serat lontar dan serat gelas. Harga dampak komposit tertinggi diperoleh pada fraksi volume serat 10%, yaitu sebesar 46.39 KJ/m^2 , lebih tinggi 15.5% dibandingkan dengan yang tidak diperkuat oleh serat rami [3]. Penelitian tentang analisis sifat kekuatan dampak komposit *sandwich* plastik bekas diperkuat serat sisal dengan core bonggol jagung menunjukkan bahwa kekuatan dampak komposit cenderung mengalami peningkatan seiring dengan penambahan presentase serat. Kekuatan dampak tertinggi pada fraksi volume serat 7 sisal (30%) sebesar $0,0460 \text{ J/mm}^2$ dengan arah serat acak dan terendah pada variasi volume serat sisal (5%) dengan arah serat searah sebesar $0,019$

J/mm^2 . Rata-rata pada arah serat searah lebih besar dibandingkan dengan arah serat acak, sedangkan rata-rata kekuatan dampak lebih besar pada arah serat acak dibandingkan dengan arah serat searah[4].

Selanjutnya penelitian tentang pengaruh waktu perlakuan alkali terhadap kekuatan mekanik komposit rHDPE-serat pelepah salak menunjukkan kekuatan bending dan kekuatan dampak mengalami peningkatan pada perlakuan alkali serat pelepah salak pada perendaman 1 jam, 2 jam, dan 3 jam lalu mengalami penurunan pada 4 jam dan 5 jam. Kekuatan bending dan kekuatan dampak tertinggi dimiliki komposit dengan perlakuan alkali serat pelepah salak 3 jam masing-masing sebesar $33,62 \text{ MPa}$ dan $38.295,1 \text{ J/m}^2$ [5].

Rahman [6] meneliti pengaruh fraksi volume serat terhadap sifat-sifat tarik komposit diperkuat *unidirectional* serat tebu dengan matrik poliester. Hasil pengujian tarik komposit serat tebu unidireksional/poliester menunjukkan bahwa dengan bertambahnya fraksi volume mengakibatkan penurunan kekuatan tarik dan regangan tarik namun meningkatkan modulus elastisitasnya.

Boimau [7] meneliti tentang pengaruh fraksi volume serat terhadap kekuatan tarik komposit *hibrid* diperkuat serat lontar dan serat *glass*. Hasil pengujian komposit dengan fraksi volume serat (V_f) 30% memiliki nilai kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan komposit dengan fraksi volume serat (V_f) 20% dan 40%. Penambahan serat *glass* pada komposit serat lontar (*hibrid*) dapat meminimalisir kelemahan serat lontar sehingga kekuatannya meningkat dari $14,23 \text{ MPa}$ menjadi $60,8 \text{ MPa}$ atau naik $327,27 \%$.

METODE PENELITIAN

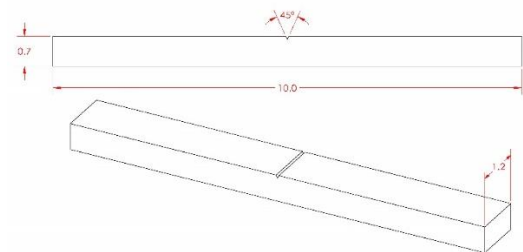
Prosedur Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Langkah awal yang dilakukan dalam penelitian ini adalah persiapan serat yang diambil dari buah lontar yang telah kering. Kulit bagian luar dikupas, dan berbentuk serat itu dibelah menjadi dua serta dibersihkan bagian dalamnya. Selanjutnya serat yang sudah menjadi lembaran dicuci dan dikeringkan secara alami pada temperatur ruangan. Kemudian serat siap untuk direndam dalam larutan alkali (NaOH) dengan konsentrasi 5%, 10%, dan 15% NaOH dan lama

waktu perlakuan 0, 2, 4 dan 6 jam. Selanjutnya serat yang sudah diberi perlakuan alkali dibilas dengan air sampai bersih dan dikeringkan lagi secara alami pada temperatur ruangan dan lembaran serat tersebut siap untuk proses pencetakan komposit. Namun sebelum dicetak, terlebih dahulu dilakukan pengujian densitas serat menggunakan prinsip hukum *Archimedes* dengan cara serat ditimbang di udara, kemudian serat dimasukkan ke dalam gelas ukur yang berisi air.

Spesimen Uji Impak

Pengujian Impak mengacu pada standar ASTM D256-04 (*Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics*). Bentuk dan dimensi benda uji yang digunakan seperti pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Bentuk Spesimen Uji Impak

Ukuran spesimen:

- P = 10 cm
- L = 1.2 cm
- T = 0.7 cm
- V = 45°

Pembuatan Komposit

Langkah-langkah pencetakan komposit sebagai berikut:

1. Penimbangan Matriks Poliester sesuai fraksi volume.
2. Penimbangan serat.
3. Oleskan *wax mirror glass* di dinding dan dasar cetakan bagian dalam.
4. Tuang katalis ke dalam resin, kemudian aduk sampai merata.
5. Tuang resin yang telah dicampur dengan katalis ke dalam cetakan dan ratakan dengan kuas.

6. Letakan serat, kemudian tuang lagi resin ke atas permukaan serat.
7. Kemudian tutup cetakan dan dipress dengan alat press. Biarkan selama 24 jam kemudian cetakan dibuka.
8. Hasil cetakan tersebut, kemudian dibentuk menjadi spesimen uji impact sesuai standard ASTM D256-04.
9. Pengujian Impak.

Prosedur Pengujian Impak

Langkah-langkah pengujian Impak dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Ukur penampang spesimen sebelum diuji.
2. Pasang spesimen uji pada mesin uji Impak.
3. Jalankan mesin uji Impak.
4. Catat hasil pengujian Impak setiap putaran jarum penentu yang telah ditentukan.

Metode Analisis Data

Data hasil pengujian diambil berdasarkan:

1. Spesimen yang mengalami defleksi material, spesimen yang mengalami slip (spesimen terlepas dari pegangan pada saat pengujian) dianggap gagal sehingga tidak dipakai.
2. Analisis akan dilakukan untuk mengetahui kekuatan material akibat pembebanan dari spesimen.
3. Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian yang dilakukan maka dihitung nilai ketangguhan impact (K Impak) pada spesimen.
4. Studi mikroskopik akan dilakukan untuk setiap pengujian, keseluruhan hasil akan didiskusikan atau dianalisa untuk memperoleh pemahaman dan korelasi yang baik antara sifat mekanik dan sifat kerusakan serat buah lontar dan serat gelas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap 1

Pada tahapan awal, terlebih dahulu ambil buah serat lontar yang sudah terlihat kering dan seratnya masih berwarna kuning kemudian bersihkan kulit bagian luarnya menggunakan cutter/pisau dan ambil seratnya lalu seratnya di cuci menggunakan air bersih kemudian dijemur dan dikeringkan beberapa saat.

Tahap 2

Selanjutnya serat yang sudah dicuci dengan air bersih dan dikeringkan selama 1 hari secara alami pada temperatur ruangan.

Tahap 3

Kemudian serat siap untuk direndam dalam larutan alkali (NaOH) dengan konsentrasi 5%, 10%, dan 15% NaOH dan lama waktu perlakuan 0 jam, 2 jam, 4 jam, dan 6 jam.

Tahap 4

Selanjutnya serat yang sudah diberi perlakuan alkali dibilas dengan air sampai bersih dan dikeringkan lagi secara alami pada temperatur ruangan dan serat tersebut siap untuk proses pencetakan komposit.

Tahap 5

Langkah selanjutnya menimbang serat lontar dan serat gelas pada timbangan yang sudah disediakan untuk selanjut melakukan proses pencetakan spesimen untuk memperoleh nilai fraksi volume yang sudah ditentukan.

Tahap 6

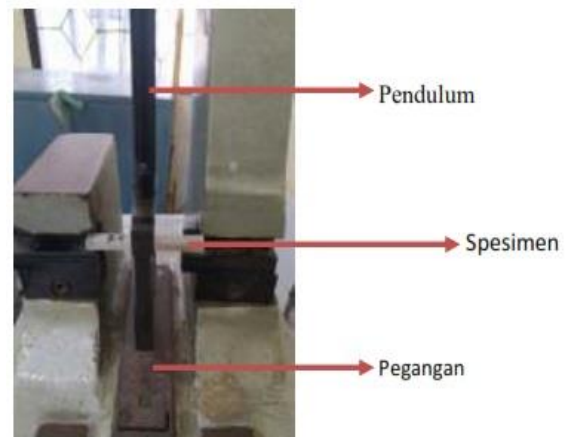
Pada tahapan pembuatan spesimen bahan sudah tersedia selanjutnya proses pencetakan spesimen dengan metode hand lay-up untuk menghasilkan lembaran material komposit.

Tahap 7

Dari tahapan di atas, lembaran komposit di bentuk/dipotong sesuai dengan ukuran spesimen yang akan digunakan.

Hasil Uji

Pengujian Impak mengaju pada standar ASTM D256-04. Bentuk dan dimensi benda uji yang digunakan seperti pada gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Spesimen Uji Impak

Dari pengujian impak yang dilakukan terhadap spesimen uji, diperoleh data-data untuk setiap jenis komposit dengan variasi waktu perlakuan perendaman serat selama (2 jam, 4 jam, dan 6 jam) dan variasi konsentrasi larutan NaOH (5%, 10% dan 15%). Data uji yang diperoleh saat pengujian impak adalah nilai sudut α° dan sudut β° yang dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Data Hasil uji dampak Komposit Serat Hibrid (Buah Lontar dan Serat Kaca) dengan Variasi Waktu Perlakuan Perendaman

% NaOH	Waktu (jam)	β°	α°	Berat Pendulum (gram)	
5%	2	133	140	500 gram	
		133	140		
		132	140		
		133	140		
	4	132	140		
		132	140		
		131	140		
		6	131		140
			130		140

% NaOH	Waktu (jam)	β°	α°	Berat Pendulum (gram)	
10%	2	130	140	500 gram	
		131	140		
		130	140		
		130	140		
	4	127	140		
		131	140		
		129	140		
		6	128		140
			127		140

% NaOH	Waktu (jam)	β°	α°	Berat Pendulum (gram)	
15%	2	128	140	500 gram	
		126	140		
		127	140		
		126	140		
	4	125	140		
		126	140		
		125	140		
		6	126		140
			128		140

Pembahasan Hasil Fabrikasi

Pada tahapan pembuatan spesimen bahan yang sudah tersedia selanjutnya proses pencetakan spesimen. Oleskan *mirror* pada permukaan cetakan hingga merata dan selanjutnya tuangkan resin dan katalis pada permukaan cetakan. Serat lontar dan serat gelas ditempatkan/ditempelkan pada permukaan cetakan hingga merata dan oleskan lagi resin dan katalis pada permukaan spesimen yang sudah di lapisi dengan serat lontar dan serat glass pastikan semua bagian serat terkena adonan resin dan mampu merekat dengan baik pada lapisan pertama, jika tidak maka lapisan

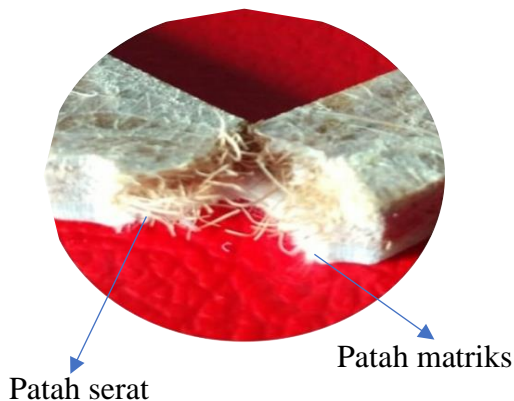
tersebut memiliki rongga-rongga udara (*void*) dan akan menimbulkan gejala pengangkatan lapisan. Jika semua serat sudah terlapsi menggunakan adonan maka langkah selanjutnya adalah menunggu lapisan kedua sampai kering.

Setelah lapisan kedua kering maka kemudian melepas cetakan tersebut sesuai ukuran yang diinginkan.

Foto Makro Patahan

Spesimen uji mengalami patah/putus akibat pengujian dampak yang dilakukan. Foto makro yang dihasilkan menunjukkan bahwa spesimen uji mengalami patah getas yang

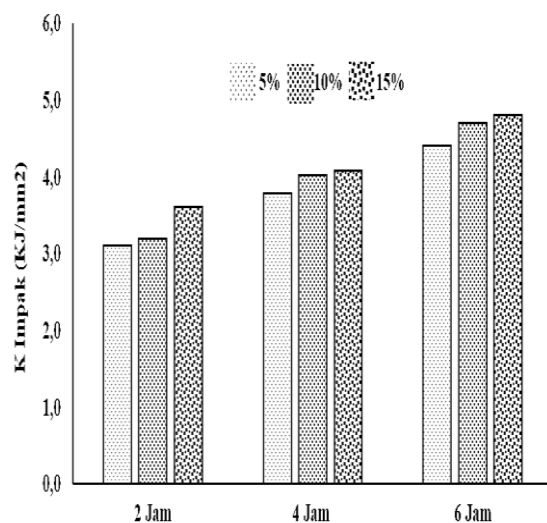
didominasi oleh patah matriks dan patah serat, seperti tampak pada gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Penampang patahan Komposit serat *hibrid*

Pembahasan Hasil Uji Impak

Hasil uji impact menunjukkan nilai Ketangguhan Impact seperti yang ditunjukkan oleh gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Hasil uji impact (K impact)

Hasil pengujian impact menunjukkan bahwa komposit dengan serat hibrid (serat lontar dan serat gelas) yang diberi perlakuan alkali 15% dengan waktu perendaman 6 jam memiliki nilai ketangguhan impact tertinggi. Hal ini disebabkan karena *alkali treatment* yang diberikan dapat berfungsi optimal pada persentasi NaOH dan waktu perendaman tertinggi untuk membersihkan permukaan serat dari lapisan lignin dan meningkatkan kekasaran permukaan serat. Hal ini menyebabkan serat dan matriks memiliki *interfacial bonding* yang lebih baik dan serat sebagai penguat mampu

mendistribusi dengan baik beban impact yang dialami.

SIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain:

1. Sifat impact material komposit hibrid serat lontar dan serat gelas dipengaruhi oleh persentasi alkali dan waktu perendaman pada saat proses alkali treatment.
2. Komposit serat *hibrid* (serat lontar dan serat gelas) yang diberi perlakuan alkali 15% selama 6 jam memiliki ketangguhan impact rata-rata tertinggi sebesar 0,0036 Joule.
3. Perbedaan kondisi permukaan serat (terlepasnya lapisan lignin dan kekasaran permukaan) memberikan pengaruh terhadap ketangguhan impact komposit hibrid.
4. Mekanisme perpatahan impact dari material komposit hibrid didominasi oleh patah serat dan patah matriks yang merupakan ciri khas patah getas.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bella Y, Suprpto W, Wahyudi S. 2014. Pengaruh Fraksi Volume Serat Buah Lontar Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekuatan Impact Komposit Bermatrik Polyester. *J. Rekayasa Tek. Mesin.* **5**(2): 157.
2. Handoyo Y. 2013. Perancangan Alat Uji Impact Metode Charpy Kapasitas 100 Joule. *Jurnall Ilm. Tek. Mesin.* **1**(2): 45.
3. Jalil SA, Rahayu T, Zulkifli. 2017. Analisa Kekuatan Impact Pada Penyambungan Pengelasan Smaw Material Assab 705 Dengan Variasi Arus Pengelasan. *J. Polimesin.* **15**(2): 58.
4. Catur AD, Paryanto DS, Sinarep, Prayitno N. 2014. Sifat Mekanik Komposit Sandwich Berpenguat Serat Bambu- Fiberglass Dengan Core Polyurethane Rigid Foam. *J. Rekayasa Mesin.* **5**(1): 51.
5. Purwanto EH. 2015. Signifikan Helm SNI Sebagai Alat Pelindung Pengendara Sepeda Motor Dari Cedera Kepala. *J. Stand.* **17**(1): 31.
6. Wona H, Boimau K, Maliwemu E.U.K. 2015. Pengaruh Variasi Fraksi Volume

Serat Terhadap Kekuatan Bending Dan Impak Komposit Polyester Berpenguat Serat Agave Cantula Atau Lebih Gabungan Konstituen Yang Dan Tidak Larut Dalam Satu Sama Lain . Salah. LJTMU. **02**(01): 39.

7 Rahman Mbn, Riyanta B, Diharjo K. 2011. Pengaruh Fraksi Volume Serat Dan Lama Perendaman Alkali Terhadap Kekuatan Impak Komposit Serat Aren-Polyester. J. Ilm. Semesta Tek. **14**(1): 26.