

POTENSI PENGEMBANGAN KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT KULIT WARU (*HIBISCUS TILIACEUS*) KONTINYU LAMINAT SEBAGAI MATERIAL PENGGANTI *FIBERGLASS* PADA PEMBUATAN LAMBUNG KAPAL

Arif Nurudin¹⁾

Abstrak - Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui seberapa besar kekuatan tarik dan kekuatan bending komposit berpenguat serat kulit kayu waru (*Hibiscus Tiliaceus*) bermatriks *polyester* dengan perlakuan alkali dan variasi orientasi arah serat sehingga didapatkan pemanfaatan yang tepat terhadap *properties* kekuatannya. Diharapkan juga material komposit ini dapat menggantikan serat gelas (*fiberglass*) yang harganya mahal sebagai material penguat pada proses pembuatan lambung atau badan kapal.

Metode yang dilakukan yaitu melakukan alkalisasi serat kulit waru dengan larutan NaOH 5% selama 2 jam. Dalam pembuatan spesimen uji dilakukan variasi pengujian komposit menggunakan jumlah enam layer serat dan arah orientasi sudut serat yaitu $0^{\circ}/0^{\circ}/45^{\circ}/-45^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$; $0^{\circ}/45^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/-45^{\circ}/0^{\circ}$; $0^{\circ}/45^{\circ}/0^{\circ}/-45^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$. Benda uji dibuat dengan cara *hand lay up* dan dengan penekanan secara manual menggunakan cetakan dan penekan. Matrik yang digunakan untuk mengikat serat kulit waru menggunakan resin *polyester* tipe 157 BTQN dan katalis MEKPO dengan konsentrasi 1%. Foto patahan spesimen diamati dengan pengamatan foto makro. Sifat mekanis yang didapatkan adalah dari pengujian tarik dan pengujian bending.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh perlakuan alkali NaOH 5% terhadap kekuatan tarik dan kekuatan bending. Spesimen komposit yang diperkuat serat kulit waru dengan perlakuan NaOH 5% selama 2 jam harga kekuatan tariknya hampir sama antara arah sudut serat $0^{\circ}/0^{\circ}/45^{\circ}/-45^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$ yaitu $86,14 \text{ N/mm}^2$; $0^{\circ}/45^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/-45^{\circ}/0^{\circ}$ yaitu $86,46 \text{ N/mm}^2$; dan $0^{\circ}/45^{\circ}/0^{\circ}/-45^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$ yaitu $86,78 \text{ N/mm}^2$. harga kekuatan tarik terendah tanpa perlakuan alkali adalah $69,13 \text{ N/mm}^2$ pada arah orientasi serat $0^{\circ}/0^{\circ}/45^{\circ}/-45^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$. Harga kekuatan bending maksimal yang didapatkan adalah $189,78 \text{ N/mm}^2$ pada arah orientasi sudut serat $0^{\circ}/0^{\circ}/45^{\circ}/-45^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$ dengan perlakuan alkali NaOH 5%. Hasil kekuatan bending terendah terdapat pada arah orientasi sudut serat $0^{\circ}/45^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/-45^{\circ}/0^{\circ}$ tanpa perlakuan alkali sebesar $144,43 \text{ N/mm}^2$.

Kata kunci: komposit, waru, alkalisasi, arah serat, kekuatan tarik, kekuatan bending

PENDAHULUAN

Teknologi hijau atau teknologi ramah lingkungan semakin serius dikembangkan oleh negara-negara di dunia saat ini, menjadikan suatu tantangan yang terus diteliti oleh para pakar untuk dapat mendukung kemajuan teknologi ini. Salah satunya adalah teknologi komposit dengan material serat alam (*Natural Fiber*). Tuntutan teknologi ini disesuaikan juga dengan keadaan alam yang mendukung untuk pemanfaatannya secara langsung.

Penelitian ini dilakukan seiring dengan majunya eksploitasi penggunaan

bahan alami dalam kehidupan sehari-hari terutama penggunaan serat alam sebagai penguat matrik komposit. Keuntungan mendasar yang dimiliki oleh serat alam adalah jumlahnya berlimpah, memiliki *specific cost* yang rendah, dapat diperbarui dan didaur ulang, serta tidak mencemari lingkungan.

Waru – *Hibiscus tiliaceus*, merupakan jenis tanaman yang sangat dikenal oleh penduduk Indonesia. Jenis ini biasanya dapat ditemukan dengan mudah karena tersebar luas di daerah tropik dan terutama tumbuh berkelompok di pantai berpasir atau daerah pasang surut. Oleh karena sering

ditemukan hidup di tepi pantai maka tanaman ini juga biasanya disebut waru laut. Waru atau baru (*Hibiscus tiliaceus*, suku kapas-kapasan atau *Malvaceae*), juga dikenal sebagai waru laut telah lama dikenal sebagai pohon peneduh tepi jalan atau tepi sungai dan pematang serta pantai. Walaupun tajuknya tidak terlalu rimbun, waru disukai karena akarnya tidak dalam sehingga tidak merusak jalan dan bangunan di sekitarnya.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan Lokantaro, (2007) diketahui bahwa untuk mengetahui perilaku perubahan sifat fisis dan mekanis bahan komposit menggunakan serat alami yaitu tapis kelapa sebagai penguat dan *epoxy* 7120 dengan *versamid* 140 sebagai matrik. Perlakuan terhadap serat dilakukan dengan NaOH dan KMnO₄ dengan persentase masing-masing 0,5%, 1%, dan 2% berat. Perbandingan *epoxy* dan *hardener* yaitu 7:3 dan 6:4, serta orientasi serat tapis 0°, 45° dan 90°. Hasil dari penelitian didapatkan variasi persentase 0,5%, 1%, and 2% berat NaOH dan KMnO₄ memberi pengaruh dimana semakin besar persentasenya permukaan serat menjadi semakin bersih, kadar *wax* berkurang dan lebih kasar sehingga ikatan serat dengan matrik semakin kuat sehingga meningkatkan kekuatan tarik. Variasi orientasi serat tapis 0°, 45° dan 90° memberi pengaruh secara *significant* terhadap kekuatan tarik komposit baik dengan perlakuan NaOH maupun KMnO₄. Kekuatan tarik maksimum terdapat pada komposit yang memiliki orientasi serat 45°.

Diparay, dkk (2001) telah meneliti tentang pengaruh lama perlakuan alkali terhadap properti komposit serat jute. Berdasarkan penelitiannya dapat disimpulkan bahwa properti komposit serat jute akan berharga optimum pada lama perlakuan alkali 2 jam. Pada lama perlakuan alkali yang sama harga tegangan tarik, regangan tarik dan modulus elastisitas dari material komposit akan naik seiring dengan kenaikan fraksi berat serat.

Diharjo dkk, (2005) dalam penelitiannya menyatakan bahwa perlakuan alkali (5% NaOH) serat kenaf dapat

membersihkan lapisan lilin (lignin dan kotoran) pada permukaan serat sehingga menghasilkan *mechanical interlocking* antara serat dengan matrik polister. Pada perlakuan serat selama 0, 2, 4, 6, dan 8 jam, kekuatan tarik bahan komposit kenaf acak - *unsaturated* polister memiliki kekuatan tertinggi pada perlakuan serat selama 2 jam sedangkan untuk kekuatan bending mempunyai nilai tertinggi pada perlakuan serat selama 1 jam.

Komposit didefinisikan sebagai kombinasi antara dua material atau lebih yang berbeda bentuknya, komposisi kimianya, dan tidak saling melarutkan antara materialnya dimana material yang satu berfungsi sebagai penguat dan material yang lainnya berfungsi sebagai pengikat untuk menjaga kesatuan unsur-unsurnya (Gibson, 1994). Komposit terdiri dari matrik sebagai pengikat dan *filler* sebagai pengisi komposit. Keunggulan dan keuntungan bahan komposit diantaranya yaitu dapat memberikan sifat-sifat mekanik terbaik yang dimiliki oleh komponen penyusunnya, bobotnya yang ringan, kemudian tahan korosi, ekonomis, dan tidak sensitif terhadap bahan-bahan kimia.

NaOH merupakan larutan basa yang tergolong mudah larut dalam air dan termasuk basa kuat yang dapat terionisasi dengan sempurna. Menurut teori Arrhenius basa adalah zat yang dalam air menghasilkan ion OH⁻ dan ion positif. Larutan basa memiliki rasa pahit, dan jika mengenai tangan terasa licin (seperti sabun). Sifat licin terhadap kulit itu disebut sifat kaustik basa.

Berdasarkan tinjauan penelitian sebelumnya diatas maka penelitian ini menggunakan serat alam yaitu serat kulit waru dengan perlakuan alkali NaOH 5 % selama 2 jam. Perbedaan dari penelitian sebelumnya adalah komposit dibuat dengan penguat serat kulit waru, metode pembuatan spesimen menggunakan 4 layer serat kontinyu dan variasi arah orientasi sudut serat. Diharapkan dalam penelitian ini didapatkan kekuatan tarik dan bending yang maksimal. Pemilihan serat kulit dari pohon

waru (*Hibiscus tiliaceus*) sebagai penguat pada komposit karena serat kulit waru memiliki struktur serat yang kontinyu dan anyaman alami yang kuat tetapi pemanfaatannya masih sangat terbatas. Oleh sebab itu dibutuhkan pemanfaatan yang lebih baik lagi terutama serat kulit waru sebagai alternatif untuk bahan dasar komposit, dan secara tidak langsung nilai tambah (*added value*) dari tanaman ini bisa ditingkatkan dan tanaman waru bisa dijadikan sebagai tanaman industri.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan karena peneliti menginginkan pemanfaatan serat kulit pohon waru sebagai bahan alternatif penguat komposit. Serat kulit pohon waru yang merupakan serat alam akan dijadikan sebagai penguat matriks polyester. Material alternatif komposit ini dibuat dengan penguat serat kulit waru dengan perlakuan alkali NaOH 5% selama 2 jam dan layerisasi serat kontinyu alami serta orientasi arah seratnya pada matrik polyester BTQN 157 dengan katalis MEKPO 1%. Kekuatan mekanis dari komposit berpenguat serat kulit waru didapatkan dengan dua pengujian yaitu pengujian tarik dan pengujian bending dan diharapkan karakterisasi kekuatannya dapat digunakan dengan tepat pada pemanfaatannya.

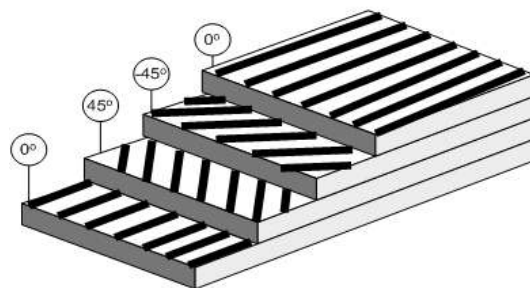
Untuk mendapatkan serat yang baik kulit waru direndam dalam air selama kurang lebih 3 minggu sehingga kulit kayu yang melekatkan serat-serat pada kulit dapat hilang dan serat akan terpisah menjadi lembaran serat yang diharapkan. Tebal rata-rata serat dari kulit waru setelah diukur perlembarannya mempunyai ketebalan rata-rata 0,115 mm dan kekuatan tarik serat waru sekitar 334 Mpa (Rianto A., 2011).

Metode perlakuan serat yang dilakukan pada penelitian ini meliputi proses alkalisasi. Proses preparasi alkalisasi meliputi pembuatan larutan NaOH yaitu dengan menghitung perbandingan volume. Konsentrasi NaOH yang digunakan adalah

larutan NaOH 5%. Metode alkalisasi serat dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

1. Serat kulit waru yang telah bersih dari kulit kayu direndam selama 120 menit dalam larutan NaOH 5%. Pencucian serat dilakukan dengan menggunakan aquades sampai bersih
2. Pengeringan serat pada temperatur 80°C selama 8 Jam

Pada Gambar 1 dapat dilihat pembuatan spesimen uji dilakukan variasi menggunakan jumlah empat layer serat dan arah orientasi sudut serat yaitu 0°/0° /45°/-45°/0° /0° ; 0° /45°/0°/0°/-45°/0°; 0° /45°/0°/-45°/0° /0°.



Gambar 1. Contoh penyusunan orientasi arah sudut serat (0°/45°/-45°/0°)

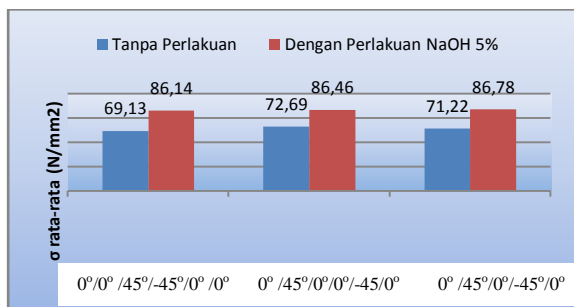
Pembuatan spesimen komposit dilakukan dengan metode *hand lay up* dengan langkah sebagai berikut:

1. Cetakan dilapisi dengan *wax* secara merata agar spesimen yang dibuat mudah lepas dari cetakan.
2. Mengukur volume resin sesuai dengan perbandingan volume serat penguat yang dilakukan dengan 4 tahap pengadukan.
3. Katalis dicampurkan sebanyak 1 % dari volume resin, kemudian diaduk secara merata selama 2 menit dan didiamkan selama kurang lebih 4 menit agar gelembung udara bisa terlepas.
4. Menuangkan campuran resin dan katalis ke dalam cetakan. Diratakan dengan menggunakan kuas atau rol cat.
5. Meletakkan serat kulit waru sebagai layer pertama keatas resin yang telah dituang ke dalam cetakan, kemudian di rol atau ditekan-tekan agar gelembung udara yang terperangkap dalam cetakan dapat keluar. Lalu didiamkan selama kurang lebih 15 menit.

6. Membuat campuran resin, dan katalis seperti langkah sebelumnya sebagai pelapis diatas serat waru.
7. Menuangkan campuran resin dan katalis ke dalam cetakan, lalu diratakan dengan kuas.
8. Dan seterusnya dengan langkah yang sama sampai layer ke empat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data hasil pengujian dapat diketahui nilai rata-rata kekuatan tarik dan nilai rata-rata modulus elastisitas tarik dari spesimen komposit serat kulit waru dengan perlakuan alkali NaOH 5% selama 2 jam dan tanpa perlakuan alkali. Nilai rata-rata kekuatan tarik pada Gambar 2.



Gambar 2. Nilai Kekuatan Tarik rata-rata

Berdasarkan Gambar 2, kekuatan tarik maksimal terdapat pada serat dengan perlakuan NaOH 5%. Harga kekuatan tariknya hampir sama antara arah sudut serat 0°/45°/-45°/0° yaitu 66,14N/mm² ; 45°/0°/0°/-45° yaitu 66,46N/mm²; dan 45°/0°/-45°/0° yaitu 66,78 N/mm². Artinya arah sudut serat 0°/45°/-45°/0° ; 45°/0°/0°/-45°; dan 45°/0°/-45°/0° tidak memberikan perbedaan kekuatan tarik yang signifikan atau bisa dikatakan variasi orientasi serat tidak memberikan pengaruh terhadap kekuatan tariknya karena semua kekuatan tariknya sama (Tabel 3). Hal ini dikarenakan masing-masing memiliki jumlah layer yang sama yaitu 4 layer dan jumlah orientasi sudut serat yang sama pula (2 arah 0° dan 2 arah 45°). Sementara gaya yang dikenakan pada uji tarik terhadap benda uji adalah gaya aksial. Perbedaan sedikit nilai kekuatan tariknya dikarenakan serat waru yang

tersusun secara alami memiliki diameter serat yang berbeda dan tidak bisa dikontrol seperti serat buatan. Proses pembuatan spesimen, *void* yang terjadi juga mempengaruhi hasil kekuatan tariknya.

Berdasarkan pengaruh NaOH 5% selama 2 jam terlihat perbedaan yang signifikan antara kekuatan tariknya (Tabel 1). Kekuatan tarik arah sudut serat 0°/45°/-45°/0° meningkat 25,71%, arah sudut serat 45°/0°/0°/-45° meningkat 20,71% dan arah sudut serat 45°/0°/-45°/0° meningkat sebesar 23,30%. Ini berarti dengan adanya perlakuan alkali NaOH 5% selama 2 jam terjadi *interface bonding* yang lebih baik antara serat dan matriknya.

Tabel 1 Hasil Analisis Varian (Anova) Terhadap Kekuatan Tarik dan Perlakuan Serat Menggunakan NaOH 5%

Groups	Count	Sum	Average	Var		
Tanpa perlakuan	9	459,14	51,015	15,84		
Perlakuan NaOH	9	598,13	66,458	1,082		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	1073,24	1	1073,24	126,84	5,13E-09	4,49
Within Groups	135,380	16	8,46126			
Total	1208,62	17				

Pada data Tabel 1 didapatkan bahwa F hitung 126,84 dan level signifikan α 5 % diperoleh F tabel 4,494. Karena F hitung > F tabel maka H₀ ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari pengaruh perlakuan serat terhadap kekuatan tarik komposit.

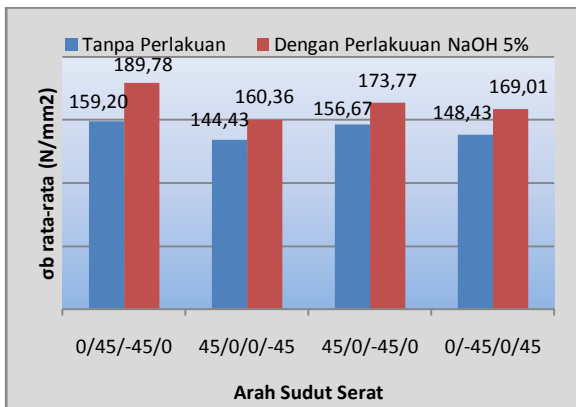
Tabel 2 Hasil Analisis Varian (Anova) Terhadap Orientasi Arah Sudut Serat dan Kekuatan Tarik Dengan Perlakuan Serat NaOH 5%

Groups	Count	Sum	Average	Varian		
σ perlakuan	9	598,125	66,45833	1,082		
σ max perlakuan	9	600,12	66,68	0		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0,221113	1	0,221113	0,409	0,532	4,494
Within Groups	8,653846	16	0,540865			
Total	8,87495	17				

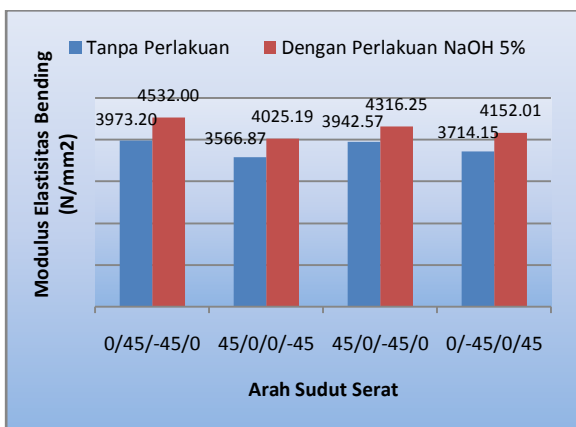
Pada data Tabel 2 didapatkan bahwa F hitung 0,4088 dan level signifikan α 5 %

diperoleh F tabel 4,494. Karena F hitung < F tabel maka H0 diterima. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat pengaruh arah orientasi sudut serat terhadap kekuatan tarik komposit dengan perlakuan alkali NaOH 5% selama 2 jam.

Berdasarkan data hasil pengujian bending dapat diketahui nilai rata-rata kekuatan bending dan nilai rata-rata modulus elastisitas bending dari spesimen komposit serat kulit waru dengan perlakuan alkali NaOH 5% selama 2 jam dan tanpa perlakuan alkali. Nilai rata-rata kekuatan bending dan nilai rata-rata modulus elastisitas bending arah sudut serat 0°/0°/45°/-45°/0°/0° ; 0°/45°/0°/0°/-45°/0°; 0°/45°/0°/-45°/0°/0° dan 0°/0°/-45°/0°/45°/0° terlihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Nilai Tegangan Bending Rata-rata



Gambar 4. Nilai Modulus Elastisitas Bending Rata-rata

Berbeda dari pengujian tarik yang pembebanannya secara aksial, pada data hasil pengujian bending arah sudut serat 0°/0°/45°/-45°/0°/0° ; 0°/45°/0°/0°/-45°/0°; 0°

/45°/0°/-45°/0°/0° dan 0°/0°/-45°/0°/45°/0° memberikan hasil kekuatan bending yang berbeda sesuai arah sudut seratnya (Tabel 3.5). Dari Gambar 3.2 Kekuatan bending tertinggi terjadi pada arah sudut serat 0°/45°/-45°/0° dengan perlakuan Alkali NaOH 5% yaitu sebesar 179,78 N/mm². Hal ini disebabkan oleh faktor orientasi serat yang searah dengan beban. Dengan kata lain, sudut 0° menahan beban sampai batas maksimumnya kemudian beban didistribusikan pada sudut 0°/45°/-45°/0° pada seluruh luasan sehingga arah sudut serat 0°/0°/45°/-45°/0°/0° memberikan kontribusi optimumnya pada peningkatan kekuatan bending komposit. Terlihat juga bahwa harga momen bending arah sudut serat 0°/0°/45°/-45°/0°/0° mempunyai harga yang paling tinggi yaitu 4320 N.mm (Tabel 3). Hubungan antara kekuatan bending dan momen bending yaitu kekuatan bending komposit merupakan kekuatan dalam menahan momen bending maksimum. Semakin besar momen bendingnya, semakin besar pula kekuatan bendingnya.

Tabel 3. Harga Momen Bending Rata-rata

arah serat	Momen Bending (N.mm)	
	Tanpa Perlakuan	Perlakuan NaOH 5%
0°/0°/45°/-45°/0°/0°	3882,67	4320,00
0°/45°/0°/0°/-45°/0°	3413,33	3573,33
0°/45°/0°/-45°/0°/0°	3552,00	3978,67
0°/0°/-45°/0°/45°/0°	3509,33	3840,00

Berdasarkan pengaruh perlakuan NaOH 5% selama 2 jam terlihat perbedaan yang signifikan antara kekuatan bendingnya (Tabel 3.4. Kekuatan bending arah sudut serat 0°/45°/-45°/0° meningkat 17%, arah sudut serat 45°/0°/0°/-45° meningkat 11%, arah sudut serat 45°/0°/-45°/0° meningkat sebesar 10% dan arah sudut serat 0°/-45°/0°/45° meningkat 13% . Ini berarti dengan adanya perlakuan alkali NaOH 5% selama 2 jam terjadi *interface bonding* yang lebih baik antara serat dan matriknya.

Tabel 4. Hasil Analisis Varian (Anova) Terhadap Perlakuan Serat Menggunakan NaOH 5% dan Kekuatan Bending

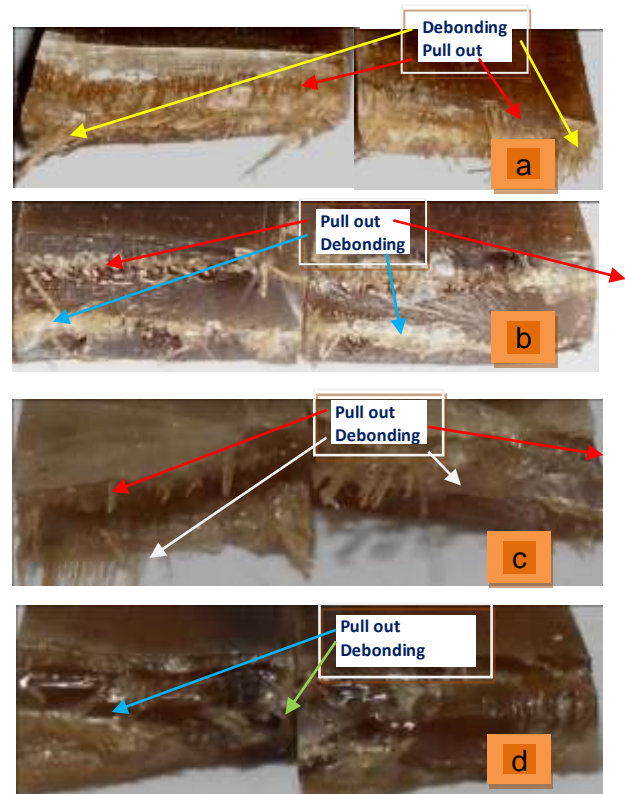
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Var		
Tanpa perlakuan		1706,197	142,1831	146,95		
Perlakuan NaOH	12	1958,749	163,2291	270,13		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	2657,606	1	2657,606	12,74	0,0017	4,301
Within Groups	4587,944	22	208,5429			
Total	7245,55	23				

Pada data Tabel 4 didapatkan bahwa F hitung 12,7436 dan level signifikan α 5 % diperoleh F tabel 4,300949. Karena F hitung $>$ F tabel maka H_0 ditolak. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari pengaruh perlakuan serat terhadap kekuatan bending komposit.

Tabel 5. Hasil Analisis Varian (Anova) Terhadap Orientasi Arah Sudut Serat dan Kekuatan bending

Groups	Count	Sum	Av	Var		
σ TP1	3	447,59	149,1	41,6		
σ TP2	3	403,29	134,4	217,9		
σ TP3	3	440,01	146,6	162,7		
σ TP4	3	415,29	138,4	170,4		
σ P1	3	539,32	179,7	49,6		
σ P2	3	451,08	150,3	592,8		
σ P3	3	491,31	163,7	96,03		
σ P4	3	477,02	159,0	60,96		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	4460,7	7	637,2474	3,66	0,0149	2,657
Within Groups	2784,8	16	174,0511			
Total	7245,5	23				

Pada data Tabel 5 didapatkan bahwa F hitung 3,661 dan level signifikan α 5 % diperoleh F tabel 2,657. Karena F hitung $>$ F tabel maka H_0 ditolak. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh orientasi arah sudut serat terhadap kekuatan bending komposit.



Gambar 5. Foto Makro Permukaan Patah Spesimen

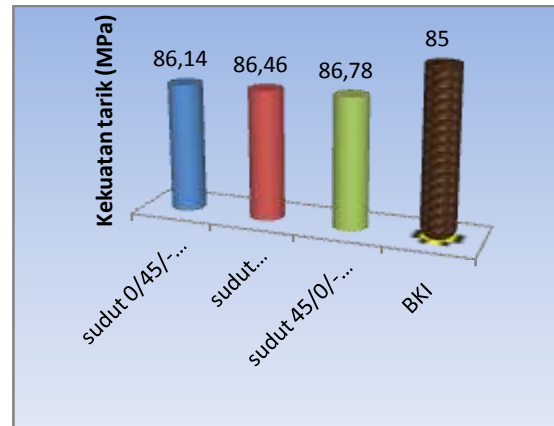
- Spesimen uji tarik tanpa perlakuan alkali;
- Spesimen uji tarik dengan perlakuan alkali;
- Spesimen uji bending tanpa perlakuan alkali;
- Spesimen uji bending dengan perlakuan alkali

Gambar 5 memperlihatkan patahan yang terjadi pada spesimen komposit uji tarik dan uji bending. Terlihat pada Gambar 5a pada spesimen uji tarik dan Gambar 5c pada spesimen uji bending terlihat banyak sekali *debonding*. Pada saat beban dikenakan pada spesimen tanpa perlakuan ini, banyak serat yang terlepas dari matriknya karena ikatan antara serat dan matrik menjadi tidak sempurna. Lapisan seperti lilin pada serat yang mengakibatkan kegagalan ini sehingga kekuatan tarik dan kekuatan bending tidak maksimal. Pada kondisi kegagalan ini, matrik dan serat sebenarnya masih mampu menahan beban dan meregang yang lebih besar, tetapi karena ikatan antara serat dan matrik gagal, maka komposit pun mengalami kegagalan

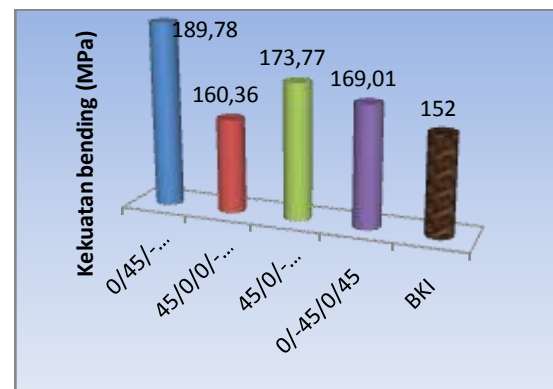
lebih awal. Besarnya regangan dan tegangan ketika gagal juga menjadi lebih rendah.

Gambar 5b pada spesimen uji tarik dan Gambar 5d pada spesimen uji bending memperlihatkan patahan yang lebih baik. Patahan yang terjadi adalah patah getas karena terlihat permukaan patahan yang relatif rata. Dengan perlakuan alkali 5% NaOH selama 2 jam permukaan serat menjadi kasar sehingga matrik mampu mengikat serat dengan lebih baik ketika beban dikenakan pada spesimen uji. Dengan hilangnya lapisan lilin pada permukaan serat akibat perlakuan alkali maka ikatan antara serat dan matrik menjadi lebih kuat, sehingga kekuatan tarik dan kekuatan bending komposit menjadi lebih tinggi. Peningkatan kekuatan tarik dan kekuatan bending ini menunjukkan perubahan pada *interface* antara serat dan matrik, karena kekuatan komposit adalah gabungan antara kekuatan serat dan matrik, sehingga akan tergantung dari *interface* tersebut, semakin baik ikatan serat- matrik maka beban tarik dan beban bending yang diberikan pada komposit akan terdistribusi pada serat dengan lebih baik.

Penggunaan serat gelas sebagai komposit penguat pada kapal *fiberglass* tampak sudah terdesain dengan baik, akan tetapi fasilitas material tersebut kurang produktif di Indonesia karena pembuatannya menggunakan proses ilmiah atau kimia yang tidak semua negara bisa memproduksinya, untuk mendapatkan material tersebut Indonesia masih impor (Bagus,2010). Penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan pemanfaatannya untuk produksi lambung kapal dengan membandingkan kekuatan mekanisnya. Perbandingan hasil pengujian spesimen yaitu dengan peraturan yang dikeluarkan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) tahun 2006 tentang peraturan kapal untuk material non metal. Besaran yang disyaratkan dalam peraturan ini khusus dispesifikasikan untuk kapal – kapal FRP dengan bahan penguat fiberglass yang diisi oleh serat penguat baik itu jenis *Mat* dan *Woven Roving*.



Gambar 6. Perbandingan Kekuatan Tarik Dengan Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Tarik Yang Disyaratkan BKI



Gambar 7. Perbandingan Kekuatan Bending dengan Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Bending yang Disyaratkan BKI

Menurut BKI non metal 2006 komposit yang bisa diaplikasikan untuk material lambung kapal minimal mempunyai kekuatan sebesar 85 MPa untuk pengujian tarik dan 152 MPa untuk pengujian bending. Mengacu pada peraturan BKI (Biro Klasifikasi Indonesia) tahun 2006 dan membandingkan nilai hasil uji tarik dari masing-masing variasi arah serat dengan perlakuan alkali NaOH 5% selama 2 jam dapat dilihat bahwa semua variasi arah serat pada uji tarik dapat memenuhi standar persyaratan yang ditetapkan sebagai standar tolak ukur kekuatan material serat gelas baik itu jenis *Mat* dan *Woven Roving* untuk pengganti bahan kulit badan kapal (Gambar 6).

Gambar 7 terlihat nilai hasil uji bending untuk semua variasi arah serat dapat memenuhi standar persyaratan yang ditetapkan BKI sebesar 152 MPa.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Perlakuan alkalisasi serat menggunakan NaOH 5% selama 2 jam memberikan pengaruh terhadap peningkatan kekuatan tarik dan kekuatan bending komposit.
2. Orientasi arah sudut serat tidak memberikan pengaruh terhadap kekuatan tarik tetapi berpengaruh terhadap peningkatan kekuatan bending.
3. Hasil pengujian tarik didapatkan nilai sebesar 86,14 MPa pada orientasi arah sudut serat $0^{\circ}/0^{\circ}/45^{\circ}/-45^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$, pada orientasi sudut serat $0^{\circ}/45^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/-45^{\circ}/0^{\circ}$ sebesar 86,46 Mpa dan 86,78 Mpa pada orientasi arah sudut serat $0^{\circ}/45^{\circ}/0^{\circ}/-45^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$. Nilai hasil pengujian dapat digunakan sebagai serat penguat dalam pembuatan kulit badan kapal memenuhi nilai standar persyaratan yang disyaratkan oleh pihak BKI yaitu nilai standar kekuatan tarik sebesar 85 Mpa.
4. Hasil pengujian bending didapatkan nilai tertinggi sebesar 189,78 Mpa pada orientasi arah sudut serat $0^{\circ}/0^{\circ}/45^{\circ}/-45^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$. Nilai hasil pengujian tersebut dapat digunakan sebagai serat penguat dalam pembuatan kulit badan kapal karena sudah memenuhi nilai standar persyaratan yang disyaratkan oleh pihak BKI yaitu nilai standar kekuatan bending sebesar 152 Mpa.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan ini disarankan sebagai berikut:

1. Agar dilakukan pengembangan mengenai material komposit berpenguat serat kulit waru dengan variasi sudut yang berbeda dari penelitian ini.
2. Agar dilakukan penelitian perlakuan serat kulit waru yang berbeda misal dengan metode *sealant*, *acetillation* atau *peroxide*.
3. Agar dilakukan penelitian komposit berpenguat serat kulit waru dengan metode variasi fraksi volum serat.

4. Komposit *sandwich* dengan *skin* berpenguat serat kulit waru juga perlu diteliti guna mendapatkan material alternatif yang ringan dan kuat.
5. Metode pembuatan komposit dengan cara *hand lay up* harus dilakukan secara hati-hati untuk mendapatkan sifat mekanis yang diharapkan.
6. Permasalahan dalam pembuatan spesimen adalah adanya void yang harus seminimal mungkin dihindari dan dicegah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2011, *Daun, Bunga, Buah dan Biji Tanaman waru (Hibiscus Tiliaceus)*. [http://tnalaspurwo.org/media/pdf/key_waru_lengis_\(hibiscus_tiliaceus_I\).pdf](http://tnalaspurwo.org/media/pdf/key_waru_lengis_(hibiscus_tiliaceus_I).pdf). Diunduh tanggal 3 Agustus 2011.
- Bagus, Y., Ihdianur., 2010. *Pemanfaatan serat kenaf sebagai bahan pengganti serat gelas pada komposit FRP*. Abstraksi laporan penelitian, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya ITS. Surabaya.
- Biro Klasifikasi Indonesia. 2006. *“Peraturan Untuk material–non metal”*. Jakarta.
- Erwin, 2011. *Peningkatan kualitas sifat mekanik komposit polyester dan serat bundung*. Tesis, Teknik Mesin FT Brawijaya, Malang.
- Callister, W. D., 2007, *Material Science and Engineering, An Introduction 7ed*, Department of Metallurgical Engineering The University of Utah, John Willey and Sons, Inc.
- Diharjo K., Jamasri, Soekrisno, Rochardjo H.S.B, 2005. *Tensile Properties of Undirectional Continuous Kenaf fiber Reinforced Polyester Composite*. International Seminar

- Proceeding, Ketingan Physic Forum, UNS, Surakarta, Indonesia
- Gibson, Ronald. 1994. "Principles of composite material". New York:Mc Graw Hill
- Ifannossa, A.A.E., Kismono, B., Kusni, M., 2010. *Analisis kekuatan tarik komposit serat bambu laminat helai dan wooven yang dibuat dengan metode manufaktur hand lay-up*. Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke-9 Palembang.
- Lerner, Ivan, 2001, *Strength Growth Projected for Natural Fibers In Thermoplastics*, Chemical Market Reporter, New York.
- Matthews F. L. And R.D . Rawling 1994. *Composite Material Engineering Science Technology and Medicine*, Chopman & Hall. London
- Lokantaro dan Ngakan Putu Gede Suardana (2007). *Analisis arah dan perlakuan serat tapis kelapa serta rasio epoxy hardener terhadap sifat fisis dan mekanik komposit tapis kelapa*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM Vol. 1 No. 1, (15 – 21).
- Rianto. A ,2011. *Karakterisasi Kekuatan Bending dan Hidrofobitas Komposit Serat Kulit Waru (hibiscus tiliaceus) Kontinyu Bermatrik Pati Ubi Kayu*. Tesis, Teknik Mesin FT Brawijaya, Malang.
- Sarjito. J, 2009. *Pengaruh Penggunaan Serat Kulit Rotan Sebagai Penguat Pada Komposit Polimer Dengan Matriks Polyester Yukalac 157 Terhadap Kekuatan Tarik Dan Dan Tekuk*. Jurnal TEKNIK – Vol. 30 No. , (191-197)
- Schwartz Mel M. 1996. *Composite Material. Properties Nondestructive Testing and Repair*. Prentire Hall. New Jersey.
- Sherman Lilli Manolis, 1999, *Natural Fibers : The New Fashion In Automotive Plastics*, Plastics Technology, 45, 62-71.
- Suratman, 2008. "Mengenal Lebih Dekat Suku Waru- Waruan (Malvaceae)". <http://suratmanbiologiuns.wordpress.com/2008/05/12/mengenal-Lebih-dekat-suku-waru-waruan-malvaceae/>.