

**PENGARUH PERLAKUAN ALKALI TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT LAMINA BERPENGUAT SERAT TAPIS KELAPA**

**Kristomus Boimau<sup>1</sup>, Ishak S. Limbong<sup>2</sup>, dan Muhamad F. Saleh<sup>3</sup>**

*<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto, Penfui Kupang NTT*

*Email: kristomus.boimau@staf.undana.ac.id*

**ABSTRAK**

Kajian penggunaan serat alam sebagai media penguat material komposit polimer semakin gencar dilakukan oleh peneliti dalam kurun waktu satu dasawarsa terakhir. Hal ini sebagai langkah taktis mengurangi pencemaran lingkungan dan menghasilkan material yang bisa didaur ulang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dampak perlakuan alkali dan jumlah lapisan serat tapis kelapa terhadap kekuatan tarik komposit polyester. Serat yang digunakan pada penelitian ini adalah serat tapis kelapa yang diberi perlakuan alkali selama 4 jam dengan konsentrasi larutan 5%. Ada 3 variasi lapisan serat yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu 1, 2 dan 3 lapisan serat. Spesimen uji komposit dibuat dengan metode hand lay up, kemudian dibentuk sesuai Standar ASTM D3039 dan diuji menggunakan alat uji tarik. Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa perlakuan alkali pada serat tapis kelapa dapat meningkatkan kekuatan tarik komposit bermatrik poliester jika dibandingkan dengan komposit yang diperkuat oleh serat tanpa perlakuan alkali. Dari hasil pengujian terlihat bahwa nilai kekuatan tarik komposit dengan 1 lapisan serat yang diberi perlakuan alkali memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi, yaitu sebesar 30,2 MPa sedangkan komposit yang diperkuat oleh 3 lapisan serat tanpa perlakuan alkali memiliki nilai kekuatan tarik terendah yaitu sebesar 20,03 MPa. Hasil foto makro menunjukkan bahwa patahan yang terjadi didominasi dengan adanya *debonding*.

Kata kunci: alkali, komposit, poliester, kekuatan tarik, tapis kelapa

**1. Pendahuluan**

Ketertarikan terhadap material komposit terutama matriks termoplastik yang diperkuat oleh serat alami telah meningkat pesat untuk beberapa aplikasi industri. Komposit dengan rasio ringan, kekuatan tinggi terhadap rasio berat dan karakteristik lainnya telah membuat kemajuan dibandingkan dengan bahan konvensional seperti logam, kayu dan sebagainya. Patut dicatat bahwa sejauh menyangkut komposit, kualitas produk jadi dapat disesuaikan dengan desain tertentu yang dipersyaratkan oleh penentuan bahan dasar (matriks) dan bahan penguat secara hati-hati (Jahan et al., 2012; Kabir et al., 2014; Islam et al., 2015). Selain itu menurut Bledzki (1999), komposit polimer yang diperkuat oleh serat tumbuhan alami (Natural Plant Fibers) telah menjadi pilihan yang menarik selama bertahun-tahun untuk dikembangkan menjadi bahan rekayasa yang terjangkau karena ketersediaannya dan murah. Serat tumbuhan alami memiliki beberapa keunggulan dibandingkan serat glass karena karakteristik seperti peningkatan kekuatan dan modulus, kepadatan rendah, dan biodegradabilitas.

Namun, dibalik keunggulan NPF seperti rami, sisal, sabut, pisang dll, Komposit polimer yang diperkuat serat alam juga ditandai dengan ketidakcocokan antara serat dan matriks dan ini membutuhkan beberapa perlakuan kimia untuk meningkatkan adhesi antara serat dan matriks [Gassan dan Gutowsk, 2000]. Sabut kelapa pada dasarnya digunakan karena harganya yang murah dan daya tahannya di antara keunggulan-keunggulan lain (Zaman dan Beg, 2014).

Salah satu masalah yang dihadapi dalam membuat biokomposit adalah homogenitas. Homogenitas penting untuk memastikan bahwa serat terdispersi secara seragam dalam komposit. Jika serat tidak terdispersi secara seragam dalam biokomposit, maka sifat-sifat pada area yang lebih banyak jumlah seratnya akan berbeda dari area lain yang sedikit seratnya dalam biokomposit.

Untuk mengeliminasi ketidakhomogenan saat pembuatan komposit dengan penguatan serat adalah dengan metode laminasi. Laminasi akan memastikan bahwa distribusi dan orientasi serat dapat dikontrol dengan tepat dalam biokomposit. Orientasi serat memainkan peran penting dalam biokomposit karena sifat yang diukur sepanjang orientasi serat biasanya lebih tinggi daripada sifat yang diukur dalam arah tegak lurus (Venkateshwaran dan Elayaperumal, 2010). Biokomposit dengan sifat yang sama dapat dengan mudah diproduksi dengan orientasi serat yang saling menyilang di berbagai lapisan laminasi.

Aplikasi komposit laminasi meningkat dalam semua jenis aplikasi teknik terutama pada bidang aerospace, olahraga, dan transportasi laut karena kekuatan dan kekakuan spesifik yang tinggi. Material komposit yang diperkuat serat dipilih untuk aplikasi berat kritis dan material ini memiliki peringkat yang baik sesuai dengan kegagalan kelelahan yang bersangkutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perilaku tarik komposit poliester berpenguat serat tapis kelapa yang disusun berlapis.

## 2. Landasan Teori

Bahan komposit dibuat dengan menggabungkan dua atau lebih bahan untuk menghasilkan kombinasi sifat yang unik. Definisi di atas lebih umum dan dapat mencakup paduan logam, ko-polimer plastik, mineral, dan kayu. Material komposit yang diperkuat serat berbeda dari material di atas karena material penyusunnya berbeda pada tingkat molekuler dan dapat dipisahkan secara mekanis. Sifat akhir dari material komposit lebih baik daripada sifat material penyusunnya.

Pada dasarnya komposit tidak ditemukan oleh manusia, namun komposit ditemukan di alam. Contohnya adalah kayu, yang merupakan komposit serat selulosa dalam matriks lem alami yang disebut lignin. Cangkang invertebrata, seperti siput dan tiram, adalah contoh komposit. Kulit seperti itu lebih kuat dan lebih tangguh daripada komposit canggih buatan manusia. Para ilmuwan telah menemukan bahwa serat yang diambil dari jaring laba-laba lebih kuat daripada serat sintetis. Di India, Yunani, dan negara-negara lain, sekam atau sedotan bercampur tanah liat telah digunakan untuk membangun rumah selama beberapa ratus tahun. Mencampur sekam atau serbuk gergaji dalam tanah liat adalah contoh komposit partikulat dan mencampur sedotan dalam tanah liat adalah contoh komposit serat pendek. Penguatan ini dilakukan untuk meningkatkan kinerja, (Mazumdar, 2002).

Konsep utama dari suatu komposit adalah adanya unsur bahan matriks. Biasanya, material komposit dibentuk dengan memperkuat serat dalam resin matriks. Penguatan yang digunakan dapat berupa serat, partikulat, atau whiskers, dan bahan matriks dapat berupa logam, plastik, atau keramik. Serat dapat berbentuk kontinu, panjang, atau pendek. Komposit yang dibuat dengan matriks polimer telah dikenal dan banyak digunakan di berbagai industri. Pada umumnya bahan matriks adalah resin berbasis polimer termoset atau termoplastik. Serat sebagai penguat memberikan kekuatan dan kekakuan pada komposit, sedangkan matriks memberikan kekakuan dan ketahanan lingkungan. Bentuk serat yang digunakan antara lain serat panjang kontinyu, serat pendek, dan anyaman. Setiap bentuk serat menghasilkan sifat yang berbeda, tergantung pada cara serat diletakkan dalam komposit. Untuk aplikasi struktural, direkomendasikan untuk menggunakan serat kontinu atau serat panjang; sedangkan penggunaan serat pendek direkomendasikan untuk aplikasi nonstruktural.

Pada komposit lamina, lapis/ply atau lamina adalah elemen paling sederhana dari material komposit, lapisan elementer dari serat unidirectional dalam matriks.

Menurut Vasiliev dan Morozov (2001), komposisi serat dan matriks dalam komposit ditentukan oleh volume ( $v$ ), dan massa ( $m$ ), yang dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$v_f = \frac{V_f}{V_c}, \quad v_m = \frac{V_m}{V_c},$$

$$m_f = \frac{M_f}{M_c}, \quad m_m = \frac{M_m}{M_c},$$

$$V_c = V_f + V_m, \quad M_c = M_f + M_m$$

Dimana:

$V_c$  = Volume komposit

$V_f$  = Volume Serat

$V_m$  = Volume Matriks

$M_c$  = Masa komposit

$M_f$  = Masa Serat

$M_m$  = Masa Matriks

$$v_f + v_m = 1, \quad m_f + m_m = 1$$

dimana:

f = fiber/serat

m = matriks

c = material composite

f = fiber/serat

m = matriks

c = material composite

### 3. Material dan Metode

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat tapis kelapa, matriks polyester, NaOH, Air, WAX Mirror Glass. Serat tapis kelapa diambil dan dikeringkan di bawah panas matahari, kemudian dipotong dengan ukuran 40 x 150 mm. Selanjutnya serat tapis kelapa tersebut diberi perlakuan perendaman dalam larutan alkali 5% selama 4 jam. Setelah proses perlakuan alkali, serat dicuci dengan air sampai PH air hasil cucian normal kembali. Komposit dibuat dengan metode hand lay up, dan dilanjutkan dengan penekanan selama 24 jam, kemudian cetakan dibuka. Selain penggunaan serat yang telah diberi perlakuan alkali (treatment alkali) untuk mencetak komposit, ada juga komposit yang dicetak dengan serat tanpa perlakuan alkali. Jumlah serat (lapisan/layer) yang digunakan untuk membuat komposit adalah 1 layer, 2 layer dan 3 layer. Komposit hasil cetakan tersebut dibentuk menjadi specimen uji tarik sesuai standar ASTM D3039, sedangkan pengujian tarik dilakukan dengan universal testing machine (UTM).

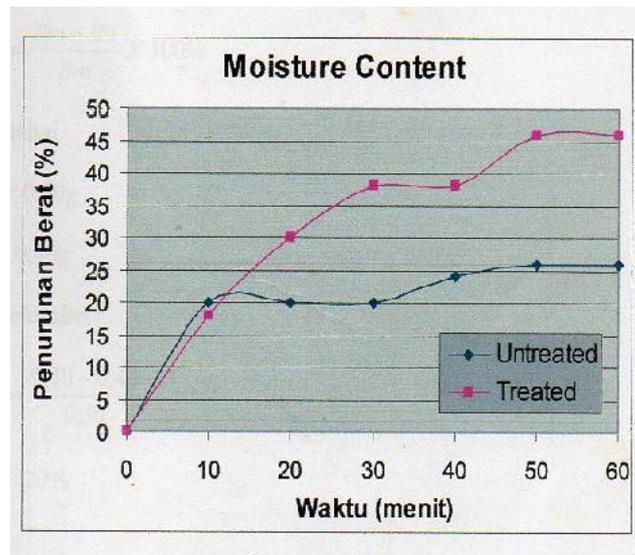


Gambar 1. a. Pohon Kelapa, b. Tapis Kelapa, c. Serat Tapis Kelapa, d. Penimbangan NaOH, e. Serat Tapis Kelapa yang telah diberi perlakuan alkali 5%, f. Cetakan dan Wax Mirror Glass, g dan h. Spesimen Uji, i. Pengujian Spesimen menggunakan alat UTM

#### 4. Hasil dan Pembahasan

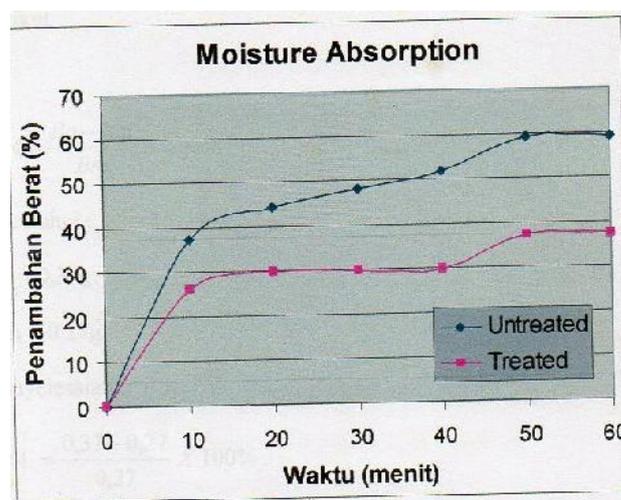
##### 4.1. Kandungan Air

Pengujian kandungan air dilakukan untuk mengetahui seberapa besar dampak perlakuan alkali terhadap pengurangan kadar air pada serat tapis kelapa. Serat dipanaskan dengan oven pemanas sampai pada temperature 100°C dan ditimbang setiap 10 menit. Hasilnya menunjukkan bahwa serat yang diberi perlakuan alkali mengalami pengurangan berat yang lebih tinggi dibandingkan dengan serat tanpa perlakuan. Hal ini menggambarkan bahwa kadar air optimum yang dimiliki oleh serat yang diberi perlakuan alkali lebih rendah dibandingkan serat yang ditreatmen alkali.



Gambar 2. Kadar Air Optimum Pada Serat

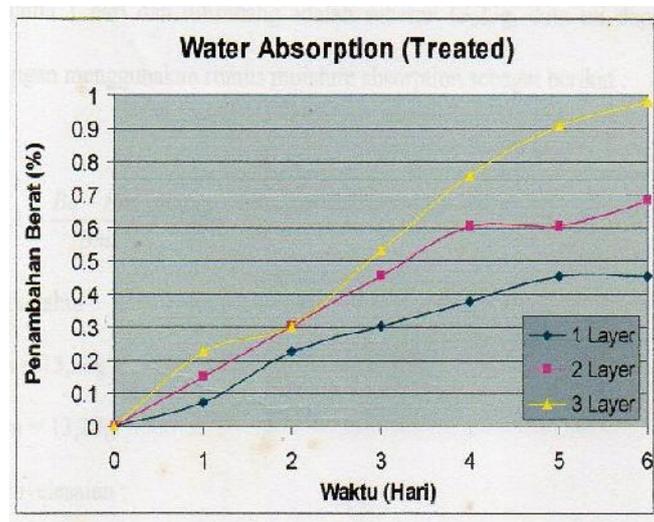
Perlakuan alkali pada serat pun berdampak pada kemampuan serat menyerap uap air dari lingkungan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa serat tanpa perlakuan alkali menyerap uap air lebih tinggi dibandingkan dengan serat yang diberi perlakuan alkali, seperti tampak pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. Penyerapan Uap Air Pada Serat

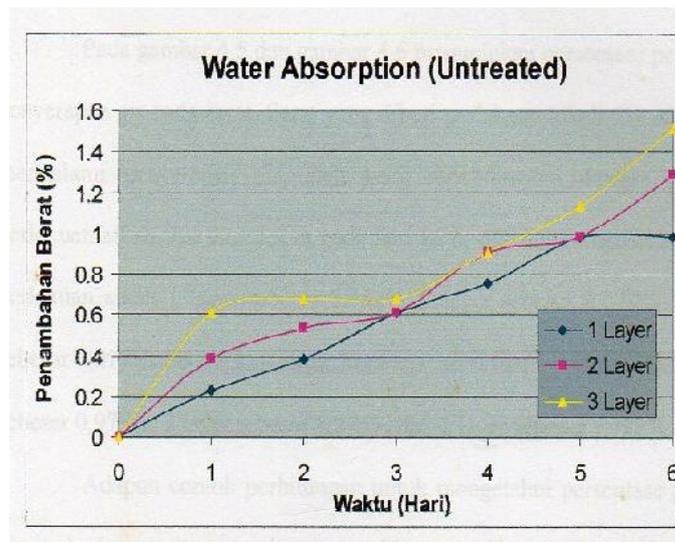
Dampak perlakuan alkali pun terlihat pada spesimen komposit yang direndam dalam air selama 7 hari. Hasil pengujian penyerapan air terhadap specimen uji menunjukkan bahwa komposit yang diperkuat oleh serat yang ditreatmen alkali lebih rendah penyerapan airnya daripada komposit yang diperkuat oleh serat tanpa perlakuan alkali, seperti tampak pada gambar 4 di bawah ini. Komposit dengan 1 lapisan serat menyerap air lebih sedikit dibandingkan dengan komposit 3 lapis. Hal ini disebabkan karena komposit dengan 1 lapis serat memiliki void yang

lebih sedikit, sedangkan komposit dengan 3 lapis serat memiliki cacat atau void yang banyak sehingga air lebih mudah masuk ke dalam komposit melalui void tersebut.



Gambar 4. Penyerapan Air Pada Komposit yang diperkuat oleh serat yang ditreatment alkali

Selanjutnya penyerapan air oleh komposit yang diperkuat oleh serat tanpa perlakuan juga memiliki kecenderungan yang sama dengan komposit yang diperkuat oleh serat yang ditreatment alkali.



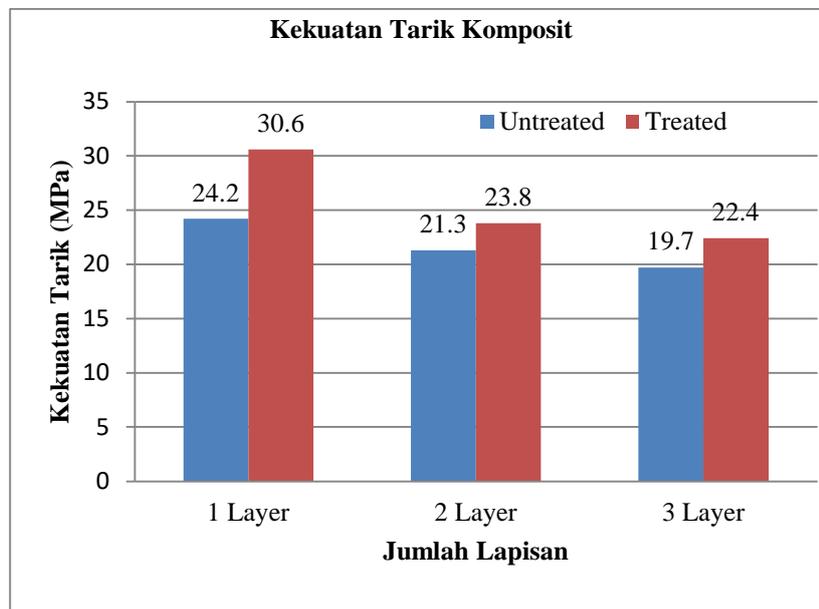
Gambar 5. Penyerapan Air Pada Komposit yang diperkuat oleh serat tanpa perlakuan (*untreated*) alkali

Dari gambar 4 dan 5 terlihat jelas bahwa komposit dengan 3 layer yang diperkuat oleh serat tanpa perlakuan mengalami penambahan berat hingga 1,5%, sedangkan komposit 3 layer yang diperkuat oleh serat yang mendapat perlakuan alkali mengalami penambahan berat sebesar 0.98%. Hal ini menunjukkan bahwa komposit yang diperkuat oleh serat dengan perlakuan alkali memiliki ikatan interfacial yang lebih baik sehingga meminimalisir terjadinya void.

#### 4.2. Kekuatan Tarik

Hasil pengujian tarik memperlihatkan bahwa komposit yang diperkuat oleh serat tanpa perlakuan alkali memiliki kekuatan tarik yang lebih rendah dibandingkan komposit yang diperkuat oleh serat dengan perlakuan alkali. Hal ini disebabkan oleh lemahnya ikatan interfacial serat-matrik, karena serat yang tidak diberi perlakuan alkali memiliki permukaan yang kotor dan masih banyak lignin yang menempel. Hasil uji tarik ini juga memberikan

gambaran nyata bahwa komposit dengan 3 layer memiliki cacat yang lebih banyak sehingga lebih muda menyerap air, seperti tampak pada gambar 4 dan 5.



Gambar 5. Kekuatan Tarik Komposit

## 5. Kesimpulan

Dari pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa:

1. Perlakuan alkali dapat mengurangi kandungan air pada serat dan mencegah penyerapan uap air.
2. Komposit dengan penguatan serat yang diberi perlakuan alkali memiliki nilai kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan komposit yang diperkuat serat tanpa perlakuan

## Daftar Pustaka

- Islam, M.M., Kabir, H., Gafur, M.A., Bhuiyan, M.M.R., Kabir, M.A., Qadir, M.R., Ahmed, F., 2015. "Study on physio-mechanical properties of rice husk ash polyester resin composite." *Int. Lett. Chem. Phys. Astron.*, 2299–3843
- Jahan, A., Rahman, M.M., Kabir, H., Kabir, M.A., Ahmed, F., Hossain, M.A., Gafur, M.A., 2012. "Comparative study of physical and elastic properties of jute and glass fiber reinforced LDPE composites". *Int. J. Sci. Technol. Res.* 1 (10), 68–72
- J. Gassan, V.S Gutowski, "Composites Science and Technology", 60(15) (2000) 2857-2863. H.U Zaman , M.D Beg, *Journal of Composite Materials*, 48(26) (2014) 3293-301.
- Kabir, H., Gafur, M.A., Ahmed, F., Begum, F., Qadir, M.R., 2014. "Investigation of physical and mechanical properties of bamboo fiber and PVC foam sheet composites". *Universal J. Mater. Sci.* 2 (6), 119–124
- Mazumdar, Sanjay K., 2002. "Composites Manufacturing: Materials, Product, and Process". Penerbit CRC Press, Washington DC.
- Valery V. Vasiliev and Evgeny V. Morozov, 2001. "Mechanics And Analysis of Composite Materials", Penerbit Elsevier.
- Venkateswaran N and Elayaperumal A. "Banana Fiber Reinforced Polymer Composites - A Review".2010. *Journal Reinforced Plastic Composite*. 2010; 29(15), 2387-2396.
- Zaman, H.U., Beg, M., 2014. "Preparation, structure, and properties of the coir fiber/polypropylene composites. *Journal Composit Material*. 48 (26), 3293–3301.