

## Perbandingan Perlakuan Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Poliester Berpenguat Serat Tapis Kelapa

I Putu Lokantara<sup>1</sup>, NPG Suardana<sup>2</sup>, IGNP Tenaya<sup>3</sup>, Nanda Edy<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>, Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana

<sup>1</sup>lokantara\_santri@yahoo.com

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan serat menggunakan larutan KMnO<sub>4</sub> dan NaOH terhadap kekuatan tarik komposit polyester berpenguat serat tapis kelapa.

Komposit dibuat dengan penguat serat tapis kelapa dan matrik berupa resin *unsaturated polyester (UPRs)* jenis Yukalac 157 BQTN-EX dengan 1% hardener jenis MEKPO. Pada proses pretreatment, serat tapis kelapa direndam dalam larutan NaOH dan KMnO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 5% selama 2 jam. Proses pembuatan komposit dengan teknik *press hand lay-up*, panjang serat yang digunakan 10 mm, fraksi volume serat tapis kelapa 20%. Perlakuan komposit berpenguat serat tapis kelapa berupa *post curing* selama 2 jam dengan suhu 65° C. Spesimen uji komposit berpenguat serat tapis kelapa dipotong sesuai standar ASTM D3039 untuk spesimen uji tarik.

Hasil pengujian Uji Tarik Komposit dengan perlakuan serat menggunakan larutan NaOH sebesar 14,47 MPa, lebih besar dibandingkan dengan menggunakan larutan KMnO<sub>4</sub> sebesar 11,04 MPa. Dari sisi estetika juga terlihat bahwa hasil cetakan komposit menggunakan larutan NaOH memperlihatkan warna yang lebih natural dibandingkan menggunakan larutan KMnO<sub>4</sub>.

**Kata kunci : Komposit, Kekuatan Tarik, Perlakuan Serat, KMnO<sub>4</sub>, NaOH**

### PENDAHULUAN

Saat ini penggunaan material komposit mulai banyak dikembangkan dalam dunia industri manufaktur. Penggunaan material komposit yang ramah lingkungan dan bisa didaur ulang kembali, merupakan tuntutan teknologi saat ini. Salah satu material komposit yang diharapkan di dunia industri yaitu material komposit dengan material pengisi (*filler*) baik yang berupa serat alami maupun serat buatan

Dalam penelitian sebelumnya yang telah dilakukan adalah penelitian tentang komposit tapis kelapa lembaran dengan variasi orientasi dan perlakuan kimia serat, serta perbandingan *epoxy hardener* telah dilakukan dengan hasil sifat mekanis cukup baik [1] Penelitian perlakuan alkali serat NaOH 5% berpengaruh secara signifikan terhadap kekuatan dan modulus tarik komposit serat *kenaf* acak – *polyester*, kekuatan tarik dan modulus tarik tertinggi diperoleh untuk komposit dengan perlakuan alkali serat selama 2 jam hal ini bertujuan untuk mengurangi kadar air dalam serat dan mengakibatkan permukaan lebih kasar sehingga akan meningkatkan ikatan dengan matrik yang

digunakan [2]. Penelitian komposit *polyester* dengan penguat serat tapis kelapa dengan panjang serat 10 mm yang diberi perlakuan alkali NaOH 5 % selama 2 jam didapat hasil untuk kekuatan bending tertinggi sebesar 125,98 Mpa [3], dan penelitian komposit *polyester* berpenguat serat tapis kelapa yang diberi perlakuan 5 % NaOH selama 2 jam dan fraksi volume 12,2 % dengan perlakuan perendaman komposit ke dalam air pada suhu ruangan untuk mengetahui pengaruh penyerapan air terhadap kekuatan bendingnya dimana kekuatan bending komposit *polyester* tapis kelapa mengalami peningkatan hingga perendaman 24 jam yaitu sebesar 41,4 % dibandingkan dengan sebelum direndam [4], Penyerapan air terhadap polimer komposit merupakan masalah vital terutama untuk penggunaan polimer komposit diluar ruangan. Secara umum difusi dari air pada komposit tergantung pada beberapa faktor seperti fraksi volume serat, *void*, *viskositas* matrik, kelembaban dan temperatur. Penyerapan air ini dapat terjadi karena kondisi ruangan, adanya suhu yang tinggi sehingga menyebabkan terjadinya penyerapan karena uap air [5]

Dari permasalahan tersebut di atas maka akan diteliti bahan komposit polimer untuk

mengetahui pengaruh variasi panjang serat, perubahan temperatur udara terhadap kekuatan tarik (*tensile*) komposit berpenguat serat tapis kelapa dengan orientasi acak. Faktor yang diteliti pada penelitian ini adalah pengaruh variasi panjang serat pada temperatur uji yang berbeda terhadap karakteristik komposit tersebut. Hal ini diteliti untuk mengetahui karakteristik sifat mekanis bahan bila berada di lingkungan yang bertemperatur rendah misalnya pada musim salju dan pada lingkungan bertemperatur tinggi misalnya pada musim panas dan seberapa besar perubahan sifat mekanisnya yang diijinkan agar bahan tidak mengalami kerusakan.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Alat dan Bahan Penelitian

#### Alat

1. Alat uji, mesin uji tarik dengan merek/tipe Controlab/TN 20 MD.
2. Alat cetak, kontainer cetak, cetok, kuas dan roller.
3. Alat ukur, Jangka sorong, timbangan, gelas ukur, timer (*stop watch*) dan alat ukur defleksi (*dial indikator*).
4. Alat pengering oven
5. Alat keselamatan, sarung tangan karet dan masker.
6. Alat bantu, gergaji, gunting, amplas, pengaduk, penjepit, selotip, dan kontainer.
7. Termokopel
8. Alat Pendingin (*Refrigerator*) atau kulkas *portabel*.

#### Bahan

1. Matriks yang digunakan adalah *Resin unsaturated polyester* (UPRs) jenis *Yukalac 157 BQTN*.
2. Serat tapis kelapa (*Cocos veridis*) berukuran panjang 10 mm
3. Pengeras / *hardener* jenis *metil etil keton peroxide* jenis *MEKPO*.
4. Bahan perlakuan serat menggunakan NaOH (*natrium hidroksida*), dan  $\text{KMnO}_4$
5. Perekat / Lem.
6. Selotip.
7. Gliserin.
8. Aceton.



a. b.

**Gambar 1**

- a. Tapis kelapa lembaran  
b. Serat tapis kelapa

## Prosedur Pengujian

### Persiapan Pembuatan Komposit

- Sisir tapis kelapa dengan menggunakan sikat kawat untuk mendapatkan serat tapis kelapa.
- Serat tapis direndam didalam air mendidih dengan suhu  $100^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam untuk menghilangkan kotoran ataupun getah yang masih menempel pada serat tapis kelapa [5].
- Bilas serat tapis kelapa dengan air bersih
- Keringkan serat tapis kelapa menggunakan oven dengan suhu  $70^{\circ}\text{C}$  sampai kadar airnya stabil.
- Potong tapis kelapa yang sudah dikeringkan menjadi bagian kecil berukuran 10
- Rendam tapis kelapa ke dalam larutan NaOH dengan air ( 5 gram NaOH dan 95 ml air ) selama 2 jam kemudian bilas dengan air sampai bersih.
- Rendam tapis kelapa yang telah dipisahkan tersebut ke dalam larutan  $\text{KMnO}_4$  dengan air ( 5 gram NaOH dan 95 ml air ) selama 2 jam kemudian bilas dengan air sampai bersih
- Kemudian keringkan kembali potongan serat tapis kelapa.
- Lapisi cetakan kaca dengan *Gliserin* agar resin tidak melekat pada cetakan, ratakan dengan *Tissue* untuk menipiskan lapisan *Gliserin*.
- Tempatkan bingkai cetakan sesuai dengan tebal komposit yang akan dibuat yaitu 3 mm.
- Campurkan resin dengan 1% hardener dalam gelas ukur yang disediakan dan catat volume campuran setiap penuangan.

Campuran *polyester* dituangkan secara *uniform* sebagai lapisan pertama ke dalam setengah cetakan, dan lapisan kedua yaitu tapis kelapa diletakkan di atas lapisan pertama. Lapisan kedua dari campuran *polyester* ditambahkan sampai mendekati ketebalan yang diinginkan (3 mm).

### Pembentukan Komposit

Perhitungan Massa Jenis Serat ( $\rho_f$ )

- Timbang serat di udara ( $m_u$ ) dan catat beratnya
- Timbang kembali serat tersebut di dalam minyak tanah ( $m_m$ ) dan catat beratnya
- Hitung massa jenis serat ( $\rho_f$ )

### Pencetakan Komposit

- Timbang serat tapis kelapa sesuai dengan berat serat ( $w_f$ ) maksimal yang dibutuhkan untuk ukuran cetak komposit 300 mm  $\times$  300 mm  $\times$  3 mm sehingga dapat dicapai fraksi volume maksimal.
- Volume komposit ( $v_c$ ) didapat dari hasil perhitungan ukuran cetak komposit.
- Dengan nilai massa jenis serat ( $\rho_f$ ) dan berat serat ( $w_f$ ) yang telah diketahui maka dapat ditentukan volume serat ( $v_f$ )
- Dengan nilai volume serat ( $v_f$ ) dan volume komposit ( $v_c$ ) yang telah diketahui maka dapat diketahui fraksi volume serat ( $V_f$ ).
- Pastikan cetakan komposit dalam keadaan bersih dan kering
- Lapisi cetakan kaca dengan gliserin agar resin tidak melekat pada cetakan.
- Buat campuran resin dengan 1% hardener sesuai dengan volume yang dibutuhkan.
- Tuang sebagian campuran resin ke dalam cetakan.
  - Taburkan serat tapis kelapa secara acak di atas campuran resin tersebut.
  - Tuang sisa campuran resin di atas lapisan serat tapis tersebut.
  - Tutup dengan plat cetak bagian atas dan berikan beban (25 kg) selama 24 jam.

- Ulangi langkah dari awal untuk variasi spesimen uji berdasarkan variasi panjang serat.

### Proses Post Curing

- *Proses Post Curing*. Komposit dimasukkan ke dalam oven dengan temperatur 65° C selama 2 jam [8] Tujuannya untuk menghilangkan gelembung-gelembung udara dan uap air yang terperangkap pada komposit dan untuk mengetahui apakah komposit sudah homogen yaitu jika lembaran komposit tidak melengkung.
- Pada saat *post curing* lembaran komposit sering melengkung. Masalah ini dapat diatasi dengan melakukan pembalikan komposit tiap setengah jam sekali, sehingga disamping meratakan panas yang diterima lembaran komposit juga meratakan permukaan komposit menjadi datar.
- Keluarkan cetakan dari oven dan keringkan selama 4 hari di udara terbuka. Setelah benar-benar kering keluarkan komposit dari cetakan.

### Pengamatan Bentuk Fisik Lembaran Komposit

- Komposit yang berhasil dicetak, diamati apakah ada *void* atau tidak dengan cara menerawang lembaran komposit.
- Cacat yang lain seperti patah, pecah, retak dan lainnya yang sangat mempengaruhi spesimen uji harus dihindari untuk mencegah terjadinya cacat awal (*premature failure*).

### Pembuatan Spesimen Uji Komposit Serat Tapis Kelapa

- Potong spesimen uji sesuai dengan standar ASTM D3039 untuk uji tarik (*tensile*).
- Dalam pemotongan disini dipilih spesimen uji yang *voidnya* sesuai dengan ketentuan (ASTM D3039) dan spesimen uji tersebut dalam keadaan datar (tidak melengkung).
- Bagian bekas potongan dirapikan dengan pisau dan amplas.

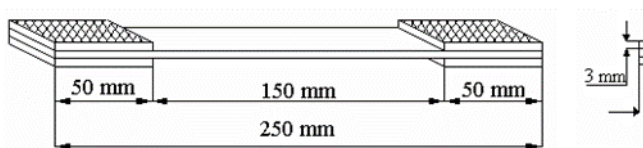
- Masing-masing jenis komposit dibuat 5 buah spesimen uji yaitu benda uji a, b, c, d (ASTM D3039).

#### Variabel Pengujian :

- Perlakuan komposit tanpa berpenguat serat tapis kelapa dan komposit dengan variasi panjang serat berpenguat serat tapis kelapa.

#### Pelaksanaan Pengujian

- Catat dimensi awal masing-masing benda uji yaitu : panjang awal ( $L_0$ ), tebal ( $t$ ) dan lebar ( $b$ ) dan luas penampang awal ( $A_0$ ).
- Benda uji dipasang pada mesin pengujian tarik.
- Benda uji mulai ditarik dan diperhatikan perkembangannya yaitu : Penambahan beban ( $P$ ) dan pertambahan panjang spesimen ( $\Delta \ell$ ) sampai benda uji putus, kemudian data-data tersebut dicatat.
- Hentikan penambahan beban bila benda uji sudah mengalami putus.
- Pengujian dilanjutkan pada benda uji berikutnya.



Gambar 2. Dimensi Spesimen Uji Tarik

[6]

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil cetakan komposit dengan perlakuan serat menggunakan NaOH dan  $KMnO_4$  memberikan tampilan warna yang berbeda seperti terlihat pada gambar 3 dan gambar 4,  $KMnO_4$  memberikan warna serat yang hitam, sedangkan NaOH memberikan warna yang natural. Sehingga dilihat dari nilai estetika, perlakuan serat menggunakan NaOH lebih baik dibandingkan dengan  $KMnO_4$  pada komposit berpenguat serat tapis kelapa.



Gambar 3. Spesimen uji tarik menggunakan  $KMnO_4$



Gambar 4. Spesimen uji tarik menggunakan NaOH

Tabel 1. Nilai Rata-rata Tegangan Tarik (MPa)

Spesimen Uji Komposit	Perlakuan Serat	
	NaOH	$KMnO_4$
Panjang Serat 10 mm	13,574	12,925
	15,055	6,721
	10,265	15,423
	16,422	9,501
	14,905	10,633
Rata rata	14,044	11,04

Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa perlakuan awal serat berpengaruh terhadap kekuatan tarik komposit. Perendaman serat dengan menggunakan larutan NaOH menghasilkan kekuatan tarik sebesar 14,04 MPa, lebih besar dibandingkan menggunakan larutan  $KMnO_4$  yang menghasilkan kekuatan tarik sebesar 11,04 MPa, Kekuatan tarik komposit menjadi

semakin baik kalau terjadi ikatan yang baik antara matrik dengan penguatnya. Permukaan serat tapis kelapa sangat berpengaruh terhadap ikatan adhesi dengan matriknya. Serat tapis kelapa di lapisan luarnya mengandung lapisan lilin atau yang dikenal dengan lignin. Kalau lignin ini bisa dibersihkan maka ikatan antara serat dengan matrik akan kuat, demikian sebaliknya. NaOH mampu membersihkan lignin dan lapisan lainnya pada permukaan serat tapis kelapa, lebih baik dibandingkan dengan KMnO<sub>4</sub>, sehingga ikatan antara serat tapis kelapa dengan matriknya menjadi lebih baik. Dampaknya seperti ditampilkan di tabel 1, Nilai kekuatan tarik komposit yang menggunakan perlakuan serat NaOH lebih baik dibandingkan dengan KMnO<sub>4</sub>.

## **KESIMPULAN**

NaOH sebagai larutan alkali mampu membersihkan lapisan lignin dan lainnya di permukaan serat tapis kelapa sehingga permukaan serat menjadi kasar dibandingkan menggunakan KMnO<sub>4</sub>. Permukaan serat yang lebih kasar dapat mengikat matrik sebagai penguat komposit sehingga kekuatan tarik komposit yang menggunakan perlakuan NaOH lebih baik dibandingkan KMnO<sub>4</sub>. Dilihat dari sisi estetika, warna serat yang menggunakan NaOH tidak berubah, sedangkan kalau menggunakan KMnO<sub>4</sub> warna serat menjadi hitam.

## **Referensi**

[1] Lokantara Putu, Suardana, N P G, (2007), *Analisis Arah dan Perlakuan Serat Tapis Serta Rasio Epoxy Hardener Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Tapis/Epoxy*, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakram Vol. 1 No. 1, 15-21, (2007)

[2] Jamasri, Kuncoro Diharjo, Gunesti Wahyu Handiko, *Studi Perlakuan Alkali Terhadap Sifat Tarik Komposit Limbah Serat Sawit – Polyester*, Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin IV, Universitas Udayana, Bali, (2005)

[3] Suardana, N P G, Dwidiani Ni Made, *Analisa Kekuatan Tarik Dan Lentur Komposit Polyester Serat Tapis Kelapa Orientasi Acak Dengan Variasi Waktu Perlakuan NaOH*, (2007)

[4] Suardana, N P G, Kusuma Cok Istri Putri, *Pengaruh Perendaman Air Terhadap Sifat Mekanis Komposit Serat Tapis Kelapa Dengan Orientasi Acak*, (2007)

[5] Suardana, N P G, dkk, *Mechanical Properties Of Coconut Filter Fiber: Effect Of Chemical Surface Treatment*. Material fracture and Reliability Laboratory, Department of Mechanical Design Engineering Chonbuk National University, Deokjin 1-664-14, Jeonju, 561-756, Republic of Korea, (2008)

[6] ASTM D 790 – 03 *Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials*, ASTM Internasional, USA, (2003)

[7] ASTM D 2734 – 94 *Standard Test Methods for Void Content of Reinforced Plastics*. ASTM Internasional, USA, (2003)

[8] Dhakal, H.N, Z.Y.Zhang, M.O.W Richardson, "Effect of water absorption on the mechanical properties of hemp fibre reinforced unsaturated polyester composites", Elsevier, Composite Science and Technology, (2006)