

PENGARUH WAKTU *TREATMENT* SERAT TERHADAP SIFAT MEKANIK KOMPOSIT SERAT TAPIS KELAPA

NGAKAN PUTU GEDE SUARDANA, NI MADE DWIDIANI

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana
Kampus Bukit Jimbaran Badung Bali
npgsuardana@yahoo.com

ABSTRACT

Coconut tapis fiber is one of the natural fiber for use composites on account of its characteristic such as a high strength to weight ratio, resistance to corrosion, resistance to wear, good finishing surface, no health risk and easy availability. This research was conducted to study tensile strength and flexural strength of coconut tapis fiber reinforced composite with variable of fiber treatment in NaOH for 2, 4, and 6 hours. This research used coconut tapis fiber with 0.04 -1 mm diameter and 10 mm length, resin unsaturated polyester type Yukalac 157 BQTN-EX as its matrix, and metil etil keton peroxide 1% as its hardener. The fiber was treated in NaOH for 2, 4, and 6 hours, afterward rinsed and dried, respectively. The composite was made using press hand lay-up technique with post curing 2 hours at temperature of 62°C. Tensile and flexure test specimen were made based on ASTM D3039 and ASTM D 790-03 standard accordingly. The result shows that tensile strength decrease with increasing treatment in NaOH. The highest tensile strength was achieved by 2 hours treatment in NaOH at 58.8 MPa. The highest tensile strain was achieved by 2 hours treatment NaOH at 1.30%. The highest tensile modulus of elasticity was achieved by 6 hours treatment in NaOH at 5.07 GPa. In agreement with tensile strength, flexural strength also decreased with increasing treatment in NaOH. The highest flexural strength was achieved by 2 hours treatment in NaOH at 125.98 MPa, and the highest flexural strain was achieved by 2 hours treatment in NaOH at 1.35%. The highest flexural modulus of elasticity was achieved by 6 hours treatment in NaOH at 13.55GPa.

Key words: *tensile strength, flexural strength, coconut tapis fiber, naoh treatment*

PENDAHULUAN

Penggunaan polimer dan komposit polimer dalam bidang industri, transportasi, konstruksi dan rancang bangun di berbagai negara telah mengalami kemajuan yang pesat, dan menjadi pilihan utama dalam mengatasi keterbatasan sumber daya alam seperti ketersediaan kayu dan logam. Penggunaan komposit berpenguat serat alami juga sedang dikembangkan sebagai pengganti serat gelas. Hal ini banyak dilakukan karena bahan penguat alami sangat murah dan banyak terdapat di Indonesia dan hanya sebagai bahan limbah.

Hemp dan beberapa serat alam juga telah secara luas digunakan di industri Otomotif di Eropa (Aziz, dan Ansell, 2003). Penggunaan serat alam memiliki beberapa keunggulan seperti memiliki kekuatan dan modulus spesifik yang baik, murah dari segi ekonomi, massa jenis rendah, berkurangnya keausan peralatan yang digunakan pada proses pembuatan, jumlahnya

melimpah, tidak mengganggu pernapasan serta aman untuk lingkungan. Kerugian dari serat alami sebagai penguat polimer adalah ketidakcocokan antara serat alami tersebut dengan termoset dan termoplastik, akan tetapi dapat di atasi dengan perlakuan fisika maupun kimia untuk meningkatkan ikatan di antaranya (Dhakal, *et. al.*, 2006). Serat alam ketika terdegradasi mengemisikan lebih sedikit CO dibanding CO yang diserapnya ketika pertumbuhannya. Serat alam juga tidak menimbulkan iritasi dan *non-abrasif*.

Kekuatan tarik komposit *PE/sisal* dengan beberapa perlakuan kimia pada serat sisal yaitu dengan alkali, $KMnO_4$, *Isocyanate*, *Benzoyl peroxide* dan lain-lain, didapat komposit dengan perlakuan alkali yang paling tinggi kekuatannya (Li, Yan *et. al.*, 2000). Dari hal tersebut penulis meneliti komposit *polyester/serat tapis kelapa* dengan perendaman serat pada larutan NaOH dengan variasi lama waktu perendaman, yaitu 2, 4 dan 6 jam.

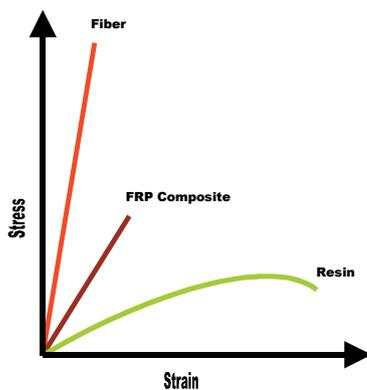
Komposit serat alam adalah komposit yang berpenguat serat alami (bukan merupakan buatan atau rekayasa manusia). Komposit serat alam biasanya berupa *polymer matrix composite*.

Komposit berpenguat serat alam dipandang lebih menguntungkan dibanding serat sintetis karena serat ini memiliki keunggulan seperti ringan, tidak beracun, jumlahnya banyak dan ramah. Sifat lain yang tidak kalah pentingnya adalah memiliki massa jenis yang rendah, kekuatannya tinggi, dan murah. Serat alam telah dicoba untuk menggeser serat sintetis, seperti serat gelas. Walaupun tak sepenuhnya menggeser serat sintetis, pemanfaatan serat alam yang ramah lingkungan merupakan langkah bijak untuk menyelamatkan kelestarian lingkungan (Jamasri dkk., 2005).

Peningkatan kekuatan komposit dapat dilakukan dengan meningkatkan kompatibilitas serat-matriks, seperti perlakuan kimia serat. Perlakuan kimia serat (*fiber treatment*) yang biasa dilakukan adalah perlakuan alkali (*Alkalization*), yaitu perendaman di dalam larutan NaOH.

Komposit serat alam biasanya berupa PMC (*Polymers Matrix Composite*) yaitu komposit yang menggunakan material polimer sebagai matriks. Polimer yang umum digunakan untuk matriks pada komposit serat alam adalah *Polyester* dan *Epoxy*.

Karena komposit ini adalah kombinasi matriks (sistem resin) dan serat penguat, maka sifat-sifat yang dimiliki komposit adalah kombinasi dari sifat sistem resin dan serat penguatnya, seperti grafik pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Grafik hubungan *strain-stress* dari beberapa material

Secara umum sifat-sifat komposit ditentukan oleh: Sifat-sifat serat; sifat-sifat resin; perbandingan serat terhadap resin pada komposit (*Fiber Volume Fraction*); dan geometri dan orientasi serat pada komposit.

Tapis kelapa adalah serat yang terdapat pada pangkal tangkai daun kelapa, serat ini tersusun dari bahan yang menyerupai bahan pembentuk serabut kelapa (*cellulose*). Serat tapis yang digunakan pada riset ini serat *tapis* kelapa gading (*Cocos nucifera* var. *Ebunea*).



Gambar 2. *Tapis* kelapa gading

Tapis merupakan jaring pembungkus daun muda, pertumbuhannya akan mengikuti pertumbuhan daun baru. Setiap pohon kelapa dewasa rata-rata mempunyai 30–40 pelepah beserta tapisnya sedangkan tingkat pertumbuhan pelepah mencapai ± 14 pelepah setiap tahun.

NaOH (*Natrium hidroksida*) dalam hal pembuatan komposit berpenguat serat alami digunakan untuk menghilangkan kotoran, *wax* (lapisan lilin) dan memperkasar permukaan serat (Mwaikambo *et al.*, 2002). Pada dasarnya matriks *termoseting* seperti *Epoxy* dan *Polyester* kurang cocok bila dibuat sebagai komposit berpenguat serat alam (Sharifah *et al.*, 2003), sehingga untuk mengatasi ini dilakukan *treatment* pada serat menggunakan NaOH yang tepat akan meningkatkan daya *adhesi* antara matriks dengan serat alam tersebut.

Tujuan penelitian ini melakukan *tratment* pada serat dengan menggunakan NaOH yang tepat sehingga mendapatkan pengaruh waktu *treatment* serat terhadap sifat mekanik komposit serat tapis kelapa.

METODE

Bahan yang digunakan adalah *Resin unsaturated polyester* (UPRs) jenis *Yukalac 157 BQTN*, Serat *tapis kelapa gading* panjang 10 mm, Pengeras/hardener jenis *metil etil keton peroxide (MEKPO)*, Bahan perlakuan (*treatment*) serat *NaOH (natrium hidroksida)*, air bersih, *Aceton* dan *Gliserin*.

Persiapan pembuatan komposit. Tapis kelapa dikeringkan secara alami untuk menghilangkan kadar air. Pemisahan serat dan pemotongan dengan panjang 10 mm, dilanjutkan perendaman ke dalam zat kimia *NaOH 5%* (Pothan, *et al.*, 2005) dengan variasi waktu masing-masing selama 2 jam, 4 jam, dan 6 jam kemudian bilas dengan air mengalir sampai bersih. Pengeringan kembali dilakukan di oven dengan temperatur 60° C selama 24 jam.

Polyester dicampur dengan *hardener 1%*, campuran *polyester* dituangkan secara *uniform* sebagai lapisan pertama ke dalam cetakan dan lapisan kedua diisi potongan serat *tapis kelapa* secara acak, selanjutnya dituangkan kembali campuran *polyester* sampai mendekati ketebalan yang diinginkan (3 mm).

Proses *Post Curing* komposit dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 62° C selama 2 jam. Pengamatan bentuk fisik lembaran komposit, komposit yang berhasil dicetak, diamati apakah ada *void* atau tidak dengan cara menerawang lembaran komposit, dan menghitung persentase *void* dengan toleransi *void* yang diizinkan sebanyak 1% dari berat komposit (D 2734-94 reapproved 2003).

Pemotongan spesimen uji sesuai dengan standar ASTM D3039 untuk uji tarik dan D790-03 untuk uji *three point bending*, dilanjutkan pengkodean dan pengujian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Berat Serat dan Fraksi Berat

Berat serat didapat berdasar pada hasil penelitian dengan cara menimbang serat *tapis kelapa* yang telah ditentukan (*wf*) dan perhitungan berat komposit hasil percobaan (*Wc*), dan fraksi berat serat dengan persamaan sebagai berikut:

$$Wf = \frac{wf}{Wc} \times 100\%, \quad Wc = wf + w_{\text{resin}}$$

Maka untuk:

$$Wf = 0 \text{ gram (tanpa serat hanya matriks saja)}$$

$$Wf = \frac{0 \text{ gram}}{300 \text{ gram}} \times 100\% = 0\% \text{ fraksi berat}$$

$$wf = 30 \text{ gram}$$

$$Wf = \frac{30 \text{ gram}}{300 \text{ gram}} \times 100\% = 10\% \text{ fraksi berat}$$

Setelah melakukan penelitian awal diperoleh berat serat tapis kelapa yang ideal adalah 30 gram (10%) fraksi berat, untuk tebal komposit 3 mm. Jadi berat resin yang dibutuhkan untuk 10% fraksi berat serat adalah:

Untuk $wf = 10\%$

$$wf = \frac{10\% \times 300}{100\%} = \frac{3000}{100} = 30 \text{ gram}$$

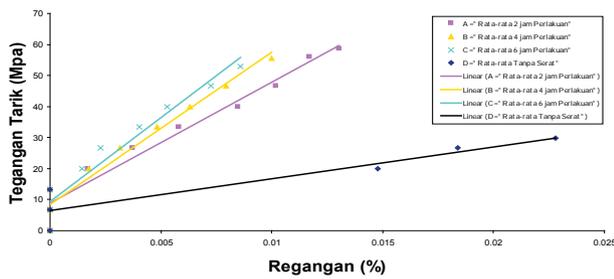
$$w_{\text{resin}} = 300 - 30 = 270 \text{ gram}$$

Kekuatan tarik maksimum dari tiap variasi waktu perlakuan *NaOH* dicari berdasarkan data hasil pengujian tarik (Tabel 1).

Berdasarkan hasil pengujian tarik dapat diperoleh grafik perbandingan tegangan-regangan tarik rata-rata komposit untuk perlakuan serat masing-masing 2 jam, 4 jam dan 6 jam sebagaimana tertera pada Gambar 3.

Tabel 1. Nilai Rata-rata Hasil Pengujian Tarik

Komposit dengan waktu Perlakuan Serat (jam)	Berat Serat <i>wf</i> (gram)	Fraksi Berat (%)	Kekuatan Tarik σ_t (MPa)	Modulus Elastisitas E_t (GPa)	Regangan ϵ_t (%)
Polyester saja	0	0%	29,87	1,02	2,27
2 jam	30	10%	58,8	3,84	1,30
4 jam	30	10%	55,55	4,72	0,99
6 jam	30	10%	52,93	5,07	0,86



Gambar 3. Tegangan-regangan komposit poliester/serat tapis kelapa

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 3 terlihat bahwa dengan perlakuan alkali serat (5% NaOH) selama 2, 4, dan 6 jam terjadi penurunan kekuatan tarik dan regangan serta peningkatan modulus elastisitas komposit yang sangat signifikan, dibuktikan dengan uji statistik (bantuan *software Minitab*) $p < 0,05$. Dengan hilangnya lignin dan berbagai kotoran lainnya di permukaan serat, maka peningkatan ikatan *interface* antara serat dan resin menjadi lebih kuat sehingga transfer beban antara serat dan matriks menjadi lebih tinggi. Perlakuan 2 jam NaOH memiliki kekuatan tertinggi sebesar 58,8 MPa dan regangan tarik tertinggi sebesar 1,3%, karena permukaan serat menjadi lebih kasar akibat hilangnya lapisan lilin pada permukaan serat, topografi permukaan serat menjadi lebih kasar sehingga menghasilkan *mechanical interlocking* yang lebih baik dengan matriksnya, di samping itu serat masih ulet dan kuat sehingga kekuatannya lebih baik dibandingkan dengan kedua komposit perlakuan NaOH yang lain. Namun, perlakuan serat yang terlalu lama dapat menyebabkan rusaknya permukaan serat itu sendiri sehingga serat menjadi rapuh dan berdampak pada menurunnya sifat mekanis serat sehingga kontribusi terhadap komposit menurun pula (Jamarsi dkk., 2005).

Modulus elastisitas semakin meningkat dengan bertambahnya waktu perlakuan NaOH. Modulus elastisitas tertinggi dicapai oleh komposit dengan

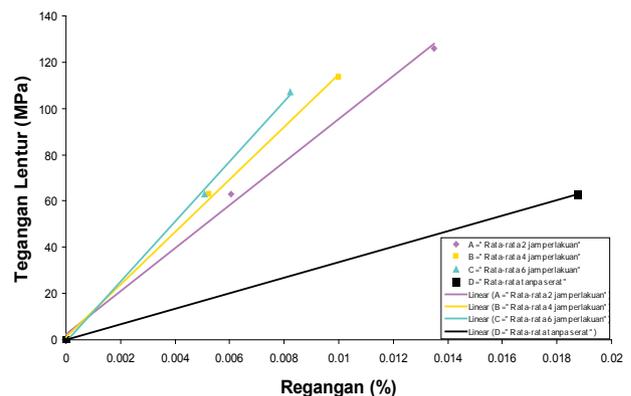
Tabel 2. Nilai Rata-rata Hasil Pengujian Lentur

Komposit dengan waktu Perlakuan Serat (Jam)	Berat Serat Wf (gram)	Fraksi Berat (%)	Kekuatan Lentur σ_L (MPa)	Modulus bending E_b (GPa)
Polyester Saja	0	0	62,99	3,66
2 jam	30	10	125,98	9,97
4 jam	30	10	113,38	11,37
6 jam	30	10	107,08	13,55

perlakuan 6 jam sebesar 5,07 GPa, peningkatannya sekitar 32% dari komposit dengan 2 jam perlakuan NaOH. Meningkatnya modulus elastisitas ini dikarenakan pengaruh lama waktu perlakuan NaOH di mana serat *tapis* kelapa menjadi getas dan rapuh sehingga kekuatan ikatan antara serat dan matriks tidak seimbang (Jamarsi dkk, 2005). Dengan meningkatnya modulus elastisitas pada komposit poliester serat *tapis* kelapa menyebabkan komposit tersebut mempunyai sifat kaku (*stiffness*), artinya suatu bahan yang memiliki modulus elastisitas tinggi cenderung mengalami deformasi elastis yang sedikit bila mendapatkan beban (dalam batas elastiknya). Makin besar harga E maka semakin kaku.

Hasil Pengujian Lentur

Berdasarkan hasil uji lentur (*three point bending*) dapat diperoleh grafik perbandingan tegangan-regangan lentur dari masing-masing komposit 2 jam, 4 jam, dan 6 jam perlakuan serat dengan NaOH dan polyester saja sebagaimana tertera pada Gambar 4.



Gambar 4. Tegangan-regangan lentur komposit poliester/serat tapis kelapa

Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 4, bahwa dengan bertambahnya waktu perlakuan NaOH,

kekuatan lentur menurun dan modulus bending meningkat sangat signifikan ($p < 0,05$). Hal ini terjadi karena dengan bertambah lamanya perendaman maka serat *tapis kelapa* mengalami kerusakan pada lapisan permukaan sehingga serat menjadi rapuh dan berdampak pada menurunnya sifat mekanis serat sehingga kontribusi terhadap komposit menurun pula, jadi perlakuan 2 jam NaOH memiliki kekuatan lentur tertinggi, hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Jamasri (2005). Kekuatan lentur tertinggi (125,98 MPa) dicapai pada komposit dengan perlakuan serat 2 jam, yaitu, karena hilangnya lapisan lignin pada serat yang membuat serat menjadi kasar sehingga memiliki ikatan yang seimbang antara serat dengan matriksnya.

Modulus lentur komposit polyester serat *tapis kelapa* orientasi acak semakin meningkat seiring dengan bertambahnya waktu perlakuan NaOH, nilai tertinggi diperoleh oleh komposit dengan 6 jam perlakuan NaOH sebesar 13,55 GPa, peningkatannya sekitar 35% dari komposit dengan 2 jam perlakuan NaOH.

SIMPULAN

Dengan penambahan waktu perlakuan NaOH mengakibatkan penurunan kekuatan tarik dan kekuatan lentur komposit poliester serat *tapis kelapa* orientasi acak.

Kekuatan dan regangan tarik tertinggi serta kekuatan lentur tertinggi dicapai oleh komposit dengan 2 jam perlakuan NaOH yaitu masing-masing 58,8 Mpa, 1,30% dan 125,98 MPa. Sedangkan modulus elastisitas dan lentur tertinggi dicapai oleh komposit dengan 6 jam perlakuan NaOH yaitu masing-masing 5.07 Gpa dan 13,55 GPa.

Komposit serat *tapis kelapa* dengan tebal 3 mm dapat dibuat dengan teknik *press hand lay-up* menggunakan maksimum 10% fraksi berat serat (30 gram), untuk serat dengan diameter 0.04–1 mm dan panjang 10 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Astm American Society For Testing And Materials, Copyright © 2004, West Conshohocken, PA. All rights reserved.
- Jamasri, Diharjo Kuncoro, Handiko G.W., 2005. *Studi Perlakuan Alkali Terhadap Sifat Tarik Komposit Limbah Serat Sawit-Poliester*. Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin IV, Universitas Udayana, Bali.
- Kim, Y.J., 2005. *Effect of Surface Treatment on The Mechanical Properties of Rice Straw Fiber*. Thesis, Chonbuk National University, Jeonju, Korea.
- Li, Yan, Yiu-Wing Mai, Lin Ye., 2000. Sisal Fibre and its Composites: a review of recent development. *Composites Science and Technology* 60, pp. 2037–2055.
- Mark J.E., 1996. *Physical Properties of Polymer Handbook*, AIP Press, n/NY.
- Mwaikambo L., Ansell M., 2002. Chemical Modification of Hemp, Sisal Jute And Kapok Fibers By Alkalization. *J Appl Polym Sci* 84(12): 2222–34.
- Oksman K., Skrifvars M., Selin J.F., 2003. *Natural Fiber As Reinforcement In Polylactic Acid (PLA) Composite*.
- Pothan, L.A, Sabu Thomas, G.Groeninckx, 2005. *The role of fiber/matrix interactions on the dynamic mechanical properties of chemically modified banana fiberpolyester composites*, Part A: Applied science and manufacturing, www Elsevier.com.
- Sharifah H. Aziz, Martin Ansell, P., 2003. *The Effect Of Alkalization And Fiber Alignment On The Mechanical And Thermal Properties Of Kenaf And Hemp Bast Fiber Composites: Part 1 – Polyester Resin Matrix*. *Composite Science And Technology* 64: 1219–30.
- Sharifah H. Aziz, Martin Ansell, P., 2003. *The Effect Of Alkalization And Fiber Alignment On The Mechanical And Thermal Properties Of Kenaf And Hemp Bast Fiber Composites: Part 2 – Cashew Nut Shell Liquid Matrix*, *Composite Science And Technology* 64: 1231–38.