

Studi Kekuatan Tarik dan Sifat Fisik Serat *Cyathea contaminans* Sebelum dan Setelah Mengalami Perlakuan Alkali NaOH

Hairul Abral

*Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas,
Kampus Limau Manih, Padang, 25163,
Telp. 0751 72586, Fax. 0751 72564
abral@ft.unand.ac.id*

ABSTRACT

A large number of potential natural fibers found in Indonesia can be developed as a new useful material. One of the natural fibers comes of cyathea contaminans tree. Porpose of this research is to study the effect of NaOH solution on mechanical and physical properties of cyathea contaminans fibers. The fibers were immersed in NaOH solution for different time at room temperature. The treated fibers were rinsed with water in order to clean residual solution. Tensile fibers were tested by using the tensile testing equipment and diameter of fibers was measured using micrometer. Results of investigation showed that tensile strength of the fibers has increased significantly after being treated by NaOH solution; meanwhile diameter of treated fiber was decreased due to damage of fiber structure.

Keywords: *Natural fiber, tensile testing, treatment, NaOH solution, fiber diameter*

1. PENDAHULUAN

Paku pohon (*Cyathea contaminans*) merupakan jenis pakis yang banyak tumbuh di sebagian besar hutan Indonesia, dan tersebar hampir di seluruh provinsi dengan nama yang berbeda-beda pada setiap daerah. Misalnya di Sumatera Barat paku pohon ini disebut dengan nama paku pipik, sementara di Sulawesi disebut dengan apuni. Sekitar 350-270 juta tahun yang lalu, paku pohon yang berukuran besar pernah merajai sebagian bumi ini dan peninggalan batangnya yang tertanam dalam rawa-rawa telah menjadi batubara. Saat ini, tumbuhan ini mempunyai batang yang biasanya tumbuh ramping dan bisa mencapai 15 m dengan diameter 12 cm [1]. Bagian bawah batang menebal karena diselubungi oleh akarnya yang berwarna hitam sedang bagian atas batang kasap serta terdapat bekas-bekas melekatnya pangkal daun. Kuncup daun biasanya dilengkapi oleh bulu-bulu berwarna coklat kekuningan. Tangkai daun atau ental panjangnya bisa mencapai 4 meter, dengan tangkai berduri kaku dan berbulu halus warna coklat. Paku pohon umumnya hanya dijumpai pada daerah pegunungan yang mempunyai suhu rendah. Persebarannya cukup luas serta dapat dijumpai di Sumatra, Jawa, Nusa Tenggara dan Sulawesi. Di Sulawesi, paku pohon ini banyak dijumpai pada hampir setiap tempat di hutan primer maupun agak terbuka pada ketinggian di atas 1000 – 2000 m dpl., dan kadang-kadang hidup menggerombol di antara pohon-pohon hutan lainnya [1].

Nilai komponen utama dari serat alam adalah selulosa, hemi-selulosa, lignin, pektin, waxes

[2]. Selulosa adalah komponen yang sangat penting pada tumbuhan serat. Hemi-selulosa bukanlah bentuk dari selulosa melainkan merupakan bagian dari kelompok *polysaccharides* yang merupakan satu kesatuan dengan selulosa setelah lignin dibuang [3]. Efek alkali pada dasarnya cocok untuk perlakuan mekanik, terutama peningkatan kekuatan-tarik [4]. Selulosa sebagai komponen utama dari serat alam dan komponen yang non-cellulosic, contohnya, lignin dan hemicellulose memegang peranan penting dalam menentukan sifat serat. Selanjutnya, studi tentang perlakuan alkali terhadap beberapa serat telah menunjukkan bahwa hal tersebut dapat menghilangkan kandungan lignin dan hemicellulose yang mempengaruhi karakteristik sifat serat [4,5,6]. Dengan hilangnya hemi-cellulosa, maka daerah interfibrillar akan sedikit lebih tebal/padat dan kaku sehingga dapat membuat fibrils lebih mampu untuk mengatur kembali strukturnya sepanjang arah deformasi yang terjadi.

Paku pohon (*Cyathea contaminans*) merupakan salah satu sumber serat alam alternatif yang sangat menjanjikan untuk digunakan sebagai penguat pada material komposit, mengingat sumbernya yang cukup melimpah, dan pemanfaatan dari pohon paku pohon ini pun masih sangat sedikit sekali. Banyak cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kekuatan sifat mekanik serat paku diantaranya melalui perendaman dengan larutan alkali NaOH. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan alkali terhadap

kekuatan tarik dan sifat fisik serat paku pohon setelah direndam dengan larutan NaOH.

2. EKSPERIMEN

2.1. Persiapan Serat

Serat alam yang digunakan pada penelitian ini adalah serat paku pohon (*Cyathea contaminans*). Serat dipisahkan dari batang paku pohon mula-mula dengan memotongnya dengan menggunakan gergaji kayu, kemudian potongan serat pakis tadi kemudian dipotong lebih kecil lagi sehingga dimensinya menjadi sekitar 20cmX 10cm X 5cm dengan menggunakan gergaji kayu. Potongan serat tersebut kemudian direndam di dalam air selama 10 menit untuk memudahkan dalam memisahkan serat-serat tersebut. Setelah itu, serat paku pohon ini dipisahkan dan kemudian dibersihkan dengan air, dan dikeringkan. Serat-serat tersebut kemudian diseleksi dengan mengambil ukuran diameter antara 0.9-1.2 mm.

2.2. Perlakuan Serat Dengan Larutan NaOH 5%

Larutan NaOH digunakan untuk merendam serat paku pohon sebagai proses alkalisasi dan diikuti pembersihan dengan air sehingga lapisan pembatasnya (*boundary layer*) dapat dihilangkan. Proses pembuatannya dilakukan dengan mengaduk 1 liter *aquadest* dengan 50 gr serbuk NaOH atau 1 gr serbuk NaOH untuk 20 ml *aquadest*. Serat yang telah dipilih kemudian dilakukan perlakuan (*treatment*) dengan direndam dalam larutan alkali yaitu NaOH 5% selama 2 jam. Perendaman ini (alkalisasi) bertujuan untuk menghilangkan kotoran (*impurities*) dan lapisan-lapisan lilin pada permukaan fiber yang dapat menimbulkan lapisan batas (*boundary layer*) antara matriks dan fiber. Serat paku pohon tersebut yang telah direndam kemudian dibersihkan dengan air bersih untuk menetralkan dari efek NaOH dan kemudian dikeringkan selama 3 jam. Pengeringan dilakukan dengan alat pengering dan *dehumidifier*. Serat yang telah kering kemudian dipotong sepanjang ± 100 mm untuk dijadikan sebagai spesimen uji tarik.

2.3. Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan dengan *Com-Ten testing machine* dengan kecepatan 5 mm/menit dengan skala beban 1200 kg dan temperatur 27°C. Prosedur pengujian tarik adalah sebagai berikut: mula-mula bentuk batang uji menurut standar. Kemudian ukur panjang uji dan luas spesimen. Atur kecepatan pengujian dengan menggunakan *speed control*. Jika kecepatan pengujian lebih dari 2 inchi/menit maka beban yang dipakai maksimal 75% dari kapasitas *load cell*. Atur batas penahan (*collar*) pada posisi tertinggi dan terendah sesuai yang diinginkan. Hidupkan *com touch* dan atur beban 75% dari kapasitas *load cell* dan *output* yang diinginkan berupa parameter gaya dan defleksi. Pasang spesimen pada

lengan pencekam dan lakukan pengujian dengan menekan tombol "*Touch to Start*". Kecepatan, gaya dan defleksi yang terjadi selama penarikan akan ditampilkan pada *com touch*. Baca dan rekam gaya dan defleksi yang ditampilkan *com touch* selama pengujian. Setelah pengujian selesai mesin secara otomatis akan kembali keposisi terendah dari *collar* dan siap untuk pengujian spesimen berikutnya. Buka pencekam dan lepaskan spesimen. Ulangi prosedur di atas untuk pengujian berikutnya.

2.4. Pengamatan Penampang Serat

Pengamatan ini bertujuan untuk melihat dan menganalisa bentuk penampang serat sebelum dan setelah mengalami perlakuan NaOH 5%. Penampang serat diukur dengan menggunakan jangka sorong yang memiliki kemampuan baca pada skala 0.01mm.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Pengaruh Lama Perlakuan Alkali

Tujuan dilakukan pengujian ini adalah untuk menentukan lama waktu perlakuan alkali yang paling optimal untuk mendapatkan kekuatan serat paling baik. Pengaruh variasi lama perlakuan alkali terhadap kekuatan tarik dari serat dapat dilihat pada Tabel 1 yang diambil dari 5 buah sampel hasil pengujian.

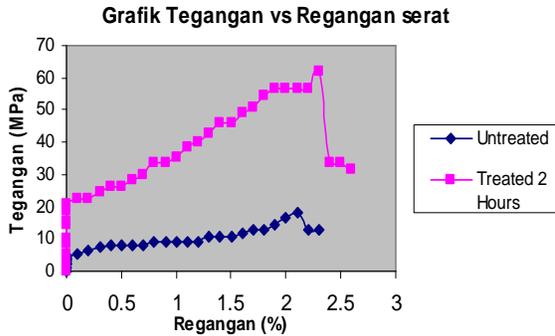
Tabel 1. Pengaruh variasi lama perlakuan alkali terhadap kekuatan tarik serat

NO	Kekuatan tarik (MPa)			
	Untreated	Trt. 1 jam	Trt. 2 jam	Trt. 3 jam
1	18,175	35,125	52,688	56,637
2	17,563	35,973	61,753	27,616
3	17,563	25,688	30,425	38,525
4	20,127	31,726	85,742	31,829
5	23,633	20,962	37,914	69
rata-rata	19,412	29,895	53,704	44,797

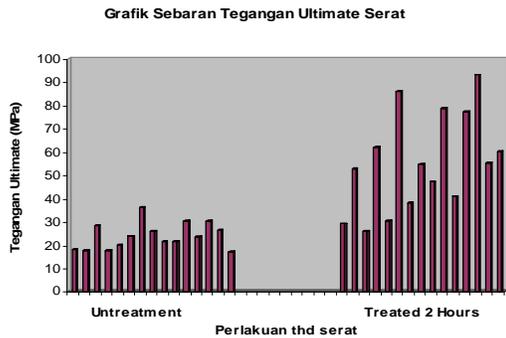
Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa serat yang tidak diberi perlakuan alkali memiliki kekuatan tarik paling kecil yaitu sebesar 19,4 MPa, dan setelah pemberian perlakuan alkali selama satu jam kekuatan tarik rata-rata serat meningkat sampai 29,9 MPa. Dari pengujian diperoleh kekuatan tarik rata-rata serat maksimal diperoleh pada serat yang diberikan treatment alkali selama 2 jam yaitu sebesar 53,7 MPa, sementara setelah diberi perlakuan alkali selama 3 jam kekuatan tarik rata-ratanya cenderung menurun menjadi 44,8 MPa. Penurunan kekuatan serat tersebut dapat dikarenakan kerusakan struktur serat akibat waktu perlakuan terlalu lama [4,6].

Kurva tegangan dan regangan pada Gambar 1 memperlihatkan kejadian peningkatan tegangan ultimate pada serat yang telah diberi perlakuan NaOH 5%. Setelah dilakukan pengujian pada 15 sampel uji,

didapatkan hasil bahwa tegangan ultimate serat yang diberi perlakuan NaOH 5% mengalami peningkatan yang cukup signifikan yaitu hampir dua kali lipat kekuatan tarik maksimal serat tanpa perlakuan alkali.

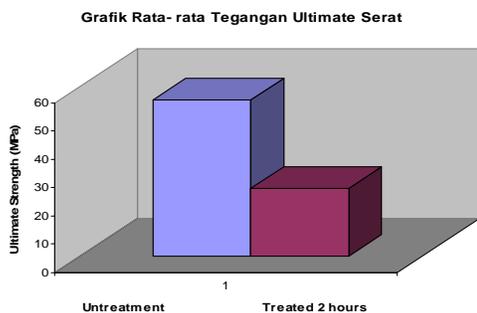


Gambar 1. Kurva Tegangan vs Regangan Serat



Gambar 2. Sebaran Tegangan Ultimate Serat

Pada Gambar 2 merupakan kurva sebaran kekuatan tarik maksimum dari 15 sampel uji yang telah dilakukan pengujian tarik. Sedangkan Gambar 3 memperlihatkan rata-rata kekuatan tarik serat sebelum dan setelah mengalami perlakuan.



Gambar 3. Rata-rata Tegangan *Ultimate* Serat

Pengukuran Luas Penampang Serat

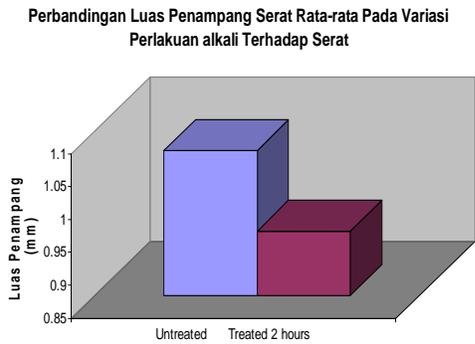
Menurut literatur dan penelitian yang dilakukan sebelumnya, perlakuan alkali akan mempengaruhi bentuk dan luas penampang dari serat tersebut [7,8]. Besar kecilnya luas penampang akan menjadi

parameter yang sangat menentukan dalam penentuan nilai kekuatan tarik dari serat tersebut. Tabel 2 memperlihatkan hasil pengukuran dari diameter dan luas penampang serat yang diambil dari masing-masing 15 buah sampel hasil pengujian serat tanpa perlakuan alkali dan serat yang diberi perlakuan alkali selama 2 jam.

Tabel 2 Luas penampang serat

PERBANDINGAN DIAMETER DAN LUAS PENAMPANG SERAT				
No	Diameter (mm ²)		Luas Penampang (mm ²)	
	Untreatment	Treatment (2 jam)	Untreatment	Treatment (2 jam)
1	1,1	1,05	0,94985	0,8654625
2	1,2	1,1	1,1304	0,94985
3	1,1	1,05	0,94985	0,8654625
4	1,15	1,1	1,0381625	0,94985
5	1,1	1,05	0,94985	0,8654625
6	1,2	1,1	1,1304	0,94985
7	1,2	1,15	1,1304	1,0381625
8	1,1	0,9	0,94985	0,63585
9	1,25	1,2	1,2265625	1,1304
10	1,25	1,2	1,2265625	1,1304
11	1,2	1,1	1,1304	0,94985
12	1,15	1,1	1,0381625	0,94985
13	1,15	1,1	1,0381625	0,94985
14	1,15	1,1	1,0381625	0,94985
15	1,2	1,15	1,1304	1,0381625
Rata-rata	1,167	1,097	1,07	0,948

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa perlakuan alkali terhadap serat paku pohon dapat mengurangi diameter dan luas penampang serat. Dari hasil pengujian terlihat, serat yang di beri perlakuan NaOH 5% memiliki luas penampang rata-rata 0,948 mm² lebih kecil dibandingkan dengan serat alami tanpa perlakuan *alkali* yang memiliki luas penampang rata-rata 1,07 mm². Berdasarkan grafik sebaran luas penampang serat, dari pengujian luas penampang serat dari 15 sampel uji didapati bahwa untuk serat yang alami atau tanpa diberi perlakuan alkali, memperlihatkan bahwa luas penampang seratnya relatif lebih besar bila dibandingkan dengan serat yang telah diberi perlakuan alkali (NaOH 5%). Hal ini disebabkan pada struktur serat yang telah direndam dengan larutan NaOH 5% mengalami kerusakan [9,10,11]. Pada Gambar 4 dapat dilihat rata-rata luas penampang serat yang telah mengalami perlakuan dan sebelum mengalami perlakuan alkali. Terlihat dengan jelas bahwa rata-rata luas penampang serat mengalami perubahan yang sangat drastis.



Gambar 4. Rata-rata Luas Penampang Serat

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih tidak terhingga disampaikan kepada DP2M Dikti yang telah mendanai penelitian ini. Demikian juga terimakasih ditujukan kepada segala pihak khususnya kepada mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Unand, Fuad Reza Alessandro (BP.05171002) yang telah membantu dalam penyelesaian kegiatan penelitian ini.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, maka dapat dibuat beberapa kesimpulan yaitu:

1. Lama waktu perlakuan *alkali* (NaOH 5%) pada serat paku pohon paling optimal adalah selama 2 jam.
2. Perlakuan *alkali* (NaOH 5%) dapat meningkatkan kekuatan tarik serat secara signifikan karena hilangnya lapisan-lapisan seperti *lignin*, *hemiselulosa* dan kotoran pada serat.

DAFTAR PUSTAKA

1. <http://lorelindu.wordpress.com/2009/07/02/jenis-paku-pakuan-di-hutan-lore-lindu-sulawesi/>
2. Holia Onggo, J.Triastuti, Pengaruh Perlakuan NaOH Terhadap Perubahan Morfologi Serat Nenas dan Serat Eceng Gondok, Prosiding Seminar Nasional Perkembangan Riset dan Teknologi di Bidang Industri, Jur Teknik Mesin UGM, Yogyakarta, hal. IV-47,18-19 Mei 2004.
3. Siegfried Bolenz, Siegfried Bolenz, Helmy Omran and Karlheinz Gierschner, Treatments of water hyacinth tissue to obtain useful products, *Volume 33, Issue 4*, 1990, Pages 263-274
4. Sreekala M.S and Thomas S. (2003), Effect of fibre surface modification on water-sorption characteristics of oil palm fibres, *Composites Science and Technology* 63, 861–869
5. Iswandi Imra, (2009), pengaruh proses vakum dan variasi tekanannya terhadap sifat tarik komposit serat alam (coir fibre reinforced resin composite), Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang.

6. Eko Kasmianto, (2009), Pengaruh Proses Pevakuman Terhadap Nilai Kekuatan Natural Fiber Composite (Metroxylon Sago Rottb), Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang.
7. Hairul Abral, Eko Kasmianto, Mastariyanto Perdana, (2009a), Tensile Strength of *Metroxylon Sago* Fiber Treated By Sodium Hydroxide, Proceeding of 17th International Conference on Composites or Nano Engineering, Honolulu, America.
8. Hairul Abral et al, (2009b), Fracture Surface of Coconut Coir Fiber reinforced Resin Composite Manufactured by Vacuum Process, Proceeding of Second Annual International Conference on Green Technology and Engineering, Lampung.
9. Roger M. Rowell (1998), Economic Opportunities In Natural Fiberthermoplastic Composites, *Science and Technology of Polymers and Advanced Materials* Edited by P.N / Prasad *et al.*, Plenum Press, New York, 869
10. Viviana, V. Claudia, J. M. Kenny, and A. A. VaZquez. 2004. Effect of chemical treatment on the mechanical properties of starch-based blends reinforced with sisal fiber. *Journal of Composite Materials*, 16: 1387-1399.
11. Vilay, V., M. Mariatti, R. T. Mat, and T. Mitsugu. 2008. Effect of fiber surface treatment and fiber loading on the properties of bagasse fiber–reinforced unsaturated polyester composites. *Composites Science and Technology*, 68: 631–638.