

## ANALISA PERLAKUAN ALKALI DAN PENGUKUSAN TERHADAP KUAT TARIK DAN TEGANGAN INTERFACIAL SERAT PELEPAH SALAK

Seno Darmanto<sup>1</sup>, Didik Purwadi<sup>2</sup>, Sarwoko<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program D III Teknik Mesin Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

<sup>2</sup>Program D III Teknik Sipil Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

<sup>3</sup>Program D III Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

### Keywords :

*Fruit Snake frond fiber*  
*Alkali treatment*  
*Steaming*  
*Tensile strength*  
*Interfacial stress*

### Abstract :

*The aim of this research is to investigate the alkali treatment and steaming influence on mechanical properties of Snake Fruit frond fiber. The presence of surface impurities and the large amount of hydroxyl groups makes natural fiber less attractive for polymeric materials reinforcement. Effort to remove the impurities can be done by few treatments that consist of physical, chemical, and mechanical treatment. Snake Fruit frond single fiber were subjected to alkali treatments with concentration and time variation and steaming. The tensile tests was done according to standard ASTM D3379 showed the alkali and steaming treatment resulted in different tensile strength of Snake Fruit frond fiber compared without soaking. The highest tensile strength (353 MPa) was found at Snake Fruit frond fiber immersed in 1% NaOH selama 30 menit. Then treatment combinatian show the tensile strength (167 MPa) was found at Snake Fruit frond fiber immersed in 5% of NaOH for 30 minutes and 5 bar of steaming. Next, pull-out test with polyester resin show that the interfacial stress reached 14,6 MPa for combination treatment of 3% alkali and steaming. These results show that the combination of alkali treatment and steaming on Snake Fruit frond fiber effects tensile strength and interfacial stress.*

### PENDAHULUAN

Sektor perkebunan dan pertanian di Indonesia mempunyai potensi besar dalam pemenuhan serat berbasis serat alam. Sumber serat alam dapat berasal dari beberapa tanaman meliputi kelapa, kelapa sawit, aren, salak, kapuk randu, rotan, waru, pisang, jagung, sorgum dan tanaman perkebunan/pertanian lain. Sektor ini banyak menghasilkan limbah padat meliputi pelepah dan kulit buah (kelapa, kelapa sawit, aren, salak, pisang), kulit batang (rotan, pisang, waru), batang (aren, rotan, jagung) dan buah (kapuk randu). Meskipun beberapa limbah tersebut telah dimanfaatkan untuk produk-produk bernilai ekonomis seperti anyaman, kerajinan, peralatan perabot rumah tangga, komposit, dan produk lain, namun penyerapannya masih cukup rendah sehubungan dengan beberapa permasalahan teknis dan ekonomis meliputi pengolahan awal, pembentukan dan sifat mekanik.

Serat berbasis tanaman mempunyai beberapa kelebihan dan juga kelemahan. Beberapa kelebihan atau keuntungan serat alam meliputi bahan murah dan melimpah, berkesinambungan, teknik pengolahan sederhana, bisa ditingkatkan sifat mekaniknya (biodegradable), tidak beracun dan ramah lingkungan. Banyak masyarakat tertarik dan menggunakan produk

berbasis serat alam sehubungan keunggulan sifat tak beracun dan ramah lingkungan. Kemudian beberapa kelemahan serat alam terdiri dari sifat mekanik, stabilitas panas, pengotor dan mudah membusuk/rusak. Dan sehubungan dengan sifat bisa ditingkatkan sifat fisik, kimia dan mekaniknya, beberapa metode perlakuan telah diterapkan untuk meningkatkan sifat mekanik serat alam.

Penguatan serat alam dengan perlakuan fisik dan kimia memberikan peningkatan kekuatan yang baik. Beberapa perlakuan kimia serat alam dilakukan dengan merendam/ mencelupkan ke dalam larutan (*solution*) yang mengandung gugus hidroksida (OH) (Tongsang et. al, 2005, silika (Si) (Tongsang et. al, 2005; Khan et. al., 2000), chloride (Cl) (Wang, 2004) dan gugus pelapis lain yang disertai dengan pengaturan kondisi proses. Analisa serat flax yang diberi perlakuan alkali dengan komposisi 10% memberikan peningkatan kekuatan tarik dari 53,4 MPa ke 60,18 MPa, modulus Young dari 7,86 GPa ke 9,21 GPa dan *impact strength* 10,47 dari kJ/m<sup>2</sup> ke 13,09 kJ/m<sup>2</sup> (George et. al., 1999). Perlakuan alkali pada serat rami dengan komposisi 5% dan variasi waktu perendaman 0, 2, 4, 6 jam menunjukkan bahwa kekuatan dan regangan tarik komposit memiliki harga optimum sebesar 190.27 MPa dan 0.44% untuk perlakuan serat dengan perendaman

selama 2 jam (Diharjo, 2006). Selanjutnya uji kehilangan berat pada kondisi temperatur kerja 300°C menunjukkan ada penurunan kehilangan berat dari 17% untuk serat tanpa perlakuan ke 4% untuk serat flax dengan perlakuan alkali 0,5% dan ke 2% untuk serat flax dengan perlakuan alkali 5% (Goerge, 1999). Selanjutnya perlakuan serat flax dengan larutan silane memberikan peningkatan kekuatan tarik dari 53,4 MPa ke 62,4 MPa dan Modulus Young dari 7,86 GPa ke 9,83 GPa (Goerge, 1999). Analogi dengan serat flax, perlakuan serat ramie dengan perlakuan silane menunjukkan peningkatan kekuatan tarik, bending strength dan kekuatan kompresi masing-masing sebesar 41% dari 24,3 MPa ke 33,2 MPa, 50% dari 45,4 MPa ke 63,5 MPa dan 16% dari 46,5 MPa ke 51,5 MPa (Long et. al., 2007). Di sisi lain, ada penurunan kekuatan impact serat flax (Goerge, 1999) dan serat ramie sebesar -9,4% (Long et. al., 2007) yang diberi perlakuan silane. Kemudian perlakuan kimia dengan larutan lain yakni *benzoylation* menghasilkan peningkatan kualitas serat isora (*isora fiber*) murni dari 12 MPa (tanpa perlakuan) ke 14 MPa (dengan perlakuan) (John et. al., 2008). Ada peningkatan kekuatan tarik dari 2.075 MPa (tanpa perlakuan) ke 2.175 MPa (dengan perlakuan) serat sisal dalam *polystyrene-sisal TMP fiber composite* yang diberi perlakuan *benzoylation* (Wang et. al., 2003). Berdasarkan kajian di atas menunjukkan bahwa perlakuan fisik dan kimia mempengaruhi sifat mekanik serat alam. Tujuan penelitian adalah untuk menganalisa perlakuan kimia dan fisik yang difokuskan pada alkali dan pengukusan terhadap sifat mekanik (kuat tarik dan tegangan interfacial) serat pelepah salak.

## METODOLOGI PENELITIAN

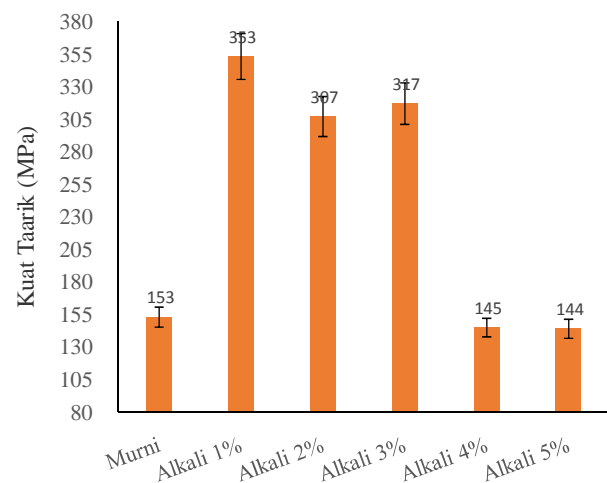
Bahan utama yang disiapkan meliputi pelepah salak jenis pondoh, NaOH, dan air suling. Selanjutnya ada beberapa peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi pengolah serat, perlakuan awal, perlakuan fisik, perlakuan kimia dan pembuatan spesimen. Peralatan pengolah serat terdiri gergaji, pisau, gunting, sikat baja kasar, sikat baja halus, pengerolan dan pengering. Selanjutnya peralatan perlakuan fisik terdiri dari panci stainless steel, panci aluminium, mangkuk gelas, pemanas dan pengukusan. Kemudian peralatan untuk perlakuan kimia meliputi bejana besar (ember), gelas ukur, panci besar, mangkuk kaca, panci kecil, sendok pengaduk, pemanas dan alat ukur temperatur. Dan peralatan pembuatan spesimen: kertas karton, gunting, pisau karter, pengaris baja, dan perekat.

Prosedur perlakuan alkali dilakukan melalui beberapa tahapan meliputi persiapan serat tunggal, penyiapan larutan natrium hidroksit disiapkan dengan komposisi tertentu, perendaman serat tunggal selama 30 menit, pengeringan serat tunggal secara paksa

dengan udara panas dari mesin pengering dan penyimpanan serat ke media spesimen dan catat nomer spesimen. Langkah percobaan di atas diulangi dengan mengatur komposisi sodium hidroksit dan kondisi perlakuan yang terutama didasarkan pada temperatur. Selanjutnya perlakuan pengukusan dilakukan dengan memanaskan serat tunggal ke dalam uap bertekanan 1 -2 bar dan waktu 60 menit.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

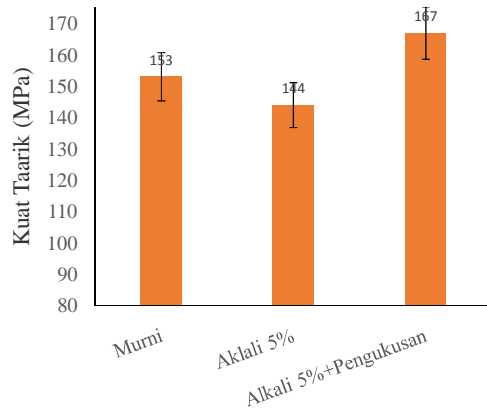
Perlakuan alkali menunjukkan hasil yang optimal pada konsentrasi yang rendah. Serat murni menghasilkan kuat tarik 153 MPa. Pengujian serat pelepah salak pada penelitian sebelumnya hanya mencapai 85 MPa (Darmanto dkk., 2015). Perlakuan alkali dengan konsentrasi 1% mampu meningkatkan kekuatan serat tunggal pelepah salak mencapai 353 MPa. Hasil uji tarik serat tunggal dengan perlakuan alkali terutama konsentrasi di atas 1% cenderung menghasilkan kuat tarik yang cenderung menurun yakni 307 MPa, 317 Mpa, 145 MPa dan 144 MPa masing-masing untuk konsentrasi 2%, 3%, 4% dan 5%. Ada indikasi serat mengalami kerusakan setelah diberi perlakuan alkali konsentrasi tinggi sehingga berdampak pada penurunan kuat tarik serat tunggal. Hubungan kuat tarik serat tunggal dengan perlakuan alkali ditunjukkan di gambar 1.



Gambar 1. Hubungan kuat tarik serat tunggal dengan perlakuan alkali.

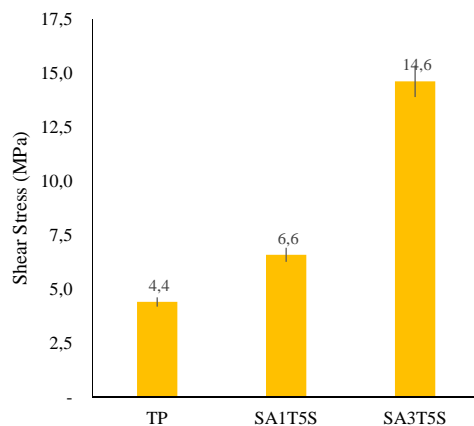
Pola yang sama meskipun ada peningkatan regangan dan modulus Young (Arrakhiz et. al., 2012), perlakuan alkali terhadap serat tunggal kelapa dan curaua (dengan komposisi 2%, 10% dan 15% selama 1 jam dan 2 jam) menghasilkan penurunan kekuatan tarik ((Arrakhiz et. al., 2012; Gomes et. al, 2004). Pengaruh perlakuan alkali pada serat alam di beberapa literatur lain menunjukkan hasil yang sebaliknya di

mana penelitian serat rami dengan perlakuan alkali komposisi 5% pada variasi waktu perendaman 0, 2, 4, 6 jam menunjukkan bahwa kekuatan dan regangan tarik komposit memiliki harga optimum untuk perlakuan serat selama 2 jam sebesar 190.27 MPa dan 0.44%. (Diharjo, 2006). Perlakuan alkali pada serat serabut kelapa menunjukkan hasil terbaik pada komposisi 5% dan perendaman selama 4 jam (Hemsri et. al, 2012) dan lama waktu perendaman yang menurun untuk komposisi yang tinggi (Jayabal et al., 2013; Jayabal et. al., 2012).



Gambar 2. Pengaruh variasi perlakuan fisik dan kimia terhadap kuat tarik serat tunggal pelepah salak

Kombinasi perlakuan yakni alkali dan pengukusan mempengaruhi sifat mekanik serat. Seperti ditunjukkan di gambar 2, kuat tarik serat pelepah salak yang diberi perlakuan kombinasi (3) yakni alkali 5% dan pengukusan pada tekanan 5 bar mampu mencapai 167 MPa relatif tinggi dibandingkan dengan kekuatan tarik serat tunggal pelepah salak yang mencapai 153 MPa dan 144 MPa masing-masing untuk serat tunggal murni (perlakuan 1) dan serat tunggal dengan perlakuan 2 (alkali 5%).



Gambar 3. Pengaruh perlakuan terhadap tegangan interfacial (*shear stress*) serat tunggal pelepah salak

Kemudian, pull-out test dengan perekat polyester resin menunjukkan tegangan interfacial mencapai 14,6 MPa bagi kombinasi perlakuan yakni 3% alkali dan dilanjutkan dengan pengukusan pada tekanan 2 bar selama 1 jam (SA3T5S) dibandingkan dengan 4,4 MPa untuk serat tanpa perlakuan (TP). Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan yakni alkali dan pengukusan pada serat pelepah salak berpengaruh pada kuat tarik dan tegangan interfacial.

## KESIMPULAN

Pengolahan pelepah salak sebagai serat tunggal untuk penguat biokomposit melalui proses fibrilasi dan pemisahan terhadap pengikat dan pengotor lain. Perlakuan alkali dengan konsentrasi 1% mampu meningkatkan kuat tarik serat tunggal pelepah salak mencapai 353 MPa. Hasil uji tarik serat tunggal dengan perlakuan alkali terutama konsentrasi di atas 1% cenderung menghasilkan kuat tarik yang cenderung menurun yakni 307 MPa, 317 MPa, 145 MPa dan 144 MPa masing-masing untuk konsentrasi 2%, 3%, 4% dan 5%. Perlakuan kombinasi yakni alkali 5% dan pengukusan pada tekanan 5 bar mampu mencapai 167 MPa relatif tinggi dibandingkan dengan kuat tarik serat tunggal pelepah salak yang mencapai 153 MPa dan 144 MPa masing-masing untuk serat tunggal murni dan serat tunggal dengan perlakuan alkali 5%. Tegangan interfacial mencapai 14,6 MPa bagi perlakuan kombinasi 3% alkali dan pengukusan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penelitian ini terutama mahasiswa, teknisi dan Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Sipil dan Perkapalan Fakultas Teknik Undip. Dan terima kasih kepada DRPM Dikti melalui LPPM Undip yang telah mendanai penelitian ini, melalui Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian Nomor: 022/SP2H/LT/ DRPM/II/2016, tanggal 17 Pebruari 2016.

## DAFTAR PUSTAKA

Arrakhiz, F.Z, Achaby, M.E., Kakou, A.C., Vaudreuil, S., Benmoussa, K., Bouhfid, R., Fehri, O.F, Qaiss, A., 2012. *Mechanical properties of high density polyethylene reinforced with chemically modified coir fibers: Impact of chemical treatments*, Material and Desain 37, 379 – 383, <http://www.elsevier.com/locate/matdes>, E-mail address: a.qaiss@mascir.com (A. Qaiss).

- Abraham, E., Deepa, B., Pothan, L.A., Jacob, M., Thomas, S., Cvelbar, U., Anandjiwala, R., 2011, "Extraction of nanocellulose fibrils from lignocellulosic fibres: A novel approach", *Carbohydr. Polym.* 86, 1468–1475.
- Darmanto, S., Sarwoko, Eko Julianto Sasono, Yusuf Umardani dan Sriyana, 2015, "Peningkatan Kekuatan Serat Pelepah Salak dengan Perlakuan Alkali Dan Pengukusan", Science And Engineering National Seminar 1 (SENS 1)-Semarang, 8 Agustus 2015
- Diarjo, K., 2006. *Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Polyester*. Abstrak, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Sebelas Maret E-mail: [kuncorodiharjo@uns.ac.id](mailto:kuncorodiharjo@uns.ac.id).
- Gomes, A, Goda, K. dan Ohgi J, 2004. *Effect of Alkali Treatment to Reinforcement on Tensile Properties of Curaua Fiber Green Composites*, JSME International Journal, Series A, Vol 47, No. 4. Hal 541 -546.
- George, J., Weyenberg, I.V.D. Ivens, J dan Verpoest, I, 1999, *Mechanical Properties o Flax Fibre Reinforced Epoxy Composites*, Department MTM, Katholieke Universiteit Leuven Belgium.
- Hemsri, S., Grieco, K, Asandei, A.D., dan Parnas, R.S, 2012. *Wheat gluten composites reinforced with coconut fiber*. *Composites: Part A*, journal homepage: [www.elsevier.com/locate/compositesa](http://www.elsevier.com/locate/compositesa), E-mail address: [rparnas@ims.uconn.edu](mailto:rparnas@ims.uconn.edu) (R.S. Parnas)
- Jayabal, S., Velumani, S., Navaneethakrishnan, P. dan Palanikumar, K., 2013. *Mechanical and Machinability Behaviors of Woven Coir Fiber-Reinforced Polyester Composite*, *Fibers and Polymers*, Vol.14, No.9, 1505-1514, [jayabalsubbaian@rediffmail.com](mailto:jayabalsubbaian@rediffmail.com).
- Jayabal, S., Sathiyamurthy, S., Loganathan, K.T. dan Kalyanasundaram, S., 2012, *Effect of soaking time and concentration of NaOH solution on mechanical properties of coir-polyester composites*, *Bull. Mater. Sci.*, Vol. 35, No. 4, pp. 567–574, [jayabalsubbaian@rediffmail.com](mailto:jayabalsubbaian@rediffmail.com).
- John, M.J., dan Rajesh D. Anandjiwala, 2008, *Recent Developments in Chemical Modification and Characterization of Natural Fiber-Reinforced Composites*, CSIR Materials Science and Manufacturing, Fibers and Textiles Competence Area, Port Elizabeth 6000, 2Department of Textile Science, Faculty of Science, Published online in Wiley InterScience ([www.interscience.wiley.com](http://www.interscience.wiley.com)).
- Khan, M.A., Mina F. dan Drzal, L.T., 2003, *Influence of Silane Coupling Agent of Different Functionalities on the Performance of Jute-Polycarbonate Composite*, Radiation and Polymer Chemistry Laboratory, Institut of Nuclear Science and Technology, Bangladesh.
- Long, C.G., He, L.P., Zhong, Z.H. dan Chen, S.G, 2007, *Studies on the Polypropylene Composite Reinforced by Ramier Fiber and K2Ti6O13 Whisker*, Research Letter, Institute of Material
- Thongsang, S., dan Sombatsompop, N., 2005, *Effect of Filler Surface Treatment on Properties of Fly Ash/NR Blend*, Polymer Processing and Flow Group, School of Energy & Material King Mongkut's University of Technology Thonburi (KMUTT) Bangkok Thailand
- Wang, B., 2004. *Pre-Treatment of Flax Fibers for Use in Rotationally Molded Biocomposites*, Thesis for degree of Master of Science, Department of agricultural and Bioresource Engineering, University of Saskatchewan.
- Wang, B, Panigrahi, S, Tabil, L., Crerar, W dan Sokansanj, S., 2003. *Modification Flax Fiber by Chemical Treatment*, Presentasi di CSAE/SCGR 2003 Meeting Montreal Quebec