

**STUDI SIFAT FISIS DAN MEKANIS SERAT SERABUT
KELAPA TUNGGAL DENGAN PERLAKUAN ALKALI NaOH
SELAM 2 JAM**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh:

NUR CHOLIS

D 200 140 217

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

**STUDI SIFAT FISIS DAN MEKANIS SERAT SERABUT KELAPA
TUNGGAL DENGAN PERLAKUAN ALKALI NaOH SELAM 2 JAM**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

NUR CHOLIS

D 200 140 217

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen
Pembimbing



Joko Sedyono, ST, M.Eng. Ph.D.

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI SIFAT FISIS DAN MEKANIS SERAT SERABUT KELAPA TUNGGAL DENGAN PERLAKUAN ALKALI NaOH SELAM 2 JAM OLEH

NUR CHOLIS

D 200 140 217

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Sabtu, 6 April 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. **Joko Sedyono, ST, M.Eng. Ph.D.**

(Ketua Dewan Penguji)

2. **Patna Partono, S.T , M.T.**

(Anggota I Dewan Penguji)

3. **Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M.T.**

(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

(.....)

(.....)

Dekan



Dr. Sri Sanjono, M.T., Ph.D.

NIK.682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 3 Mei 2019

Penulis



Nur Cholis

D 200 140 217

STUDI SIFAT FISIS DAN MEKANIS SERAT SERABUT KELAPA TUNGGAL DENGAN PERLAKUAN ALKALI NaOH SELAMA 2 JAM

Abstrak

Penggunaan bahan material ramah lingkungan semakin serius mendapatkan perhatian dari negara-negara di dunia saat ini. Salah satunya adalah penggunaan serat alam yaitu serat serabut kelapa. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sifat fisis dan mekanis serat serabut kelapa tunggal dengan perlakuan alkali NaOH pada waktu perendaman serat selama 2 jam dan dengan konsentrasi larutan NaOH 2,5%, 5% dan 7,5%. Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk proses pengujian serat adalah uji kekuatan tarik serat tunggal dan SEM untuk mengetahui bentuk morfologi permukaan serat tanpa perlakuan dan dengan perlakuan alkali NaOH. Serat serabut kelapa yang telah dipilih direndam dalam larutan alkali selama 2 jam dengan konsentrasi larutan 2,5%, 5% dan 7,5% NaOH. Proses pengeringan serat dengan cara dijemur pada ruang terbuka selama 7 hari. Serat dengan perlakuan alkali 5% memiliki tegangan tarik paling optimal yaitu 136,091 Mpa. Jadi perlakuan NaOH meningkatkan tegangan tarik pada serat. Pada pengujian Scanning Electron Microscope (SEM) didapatkan hasil serat dengan perlakuan konsentrasi NaOH 7,5% secara optimal dapat membersihkan lignin dan hemiselulosa yang menempel pada permukaan serat.

Kata kunci : Alkalisasi, Serat Serabut Kelapa, Uji Tarik Serat Tunggal.

Abstract

The use of environmentally friendly materials is getting serious attention from countries in the world today. One of them is the use of natural fibers, namely coconut fiber. This study was conducted to determine the physical and mechanical properties of single coconut fiber with alkaline NaOH treatment at the time of fiber immersion for 2 hours and with a concentration of 2.5%, 5% and 7.5% NaOH solution. In this study the method used for the process fiber testing was the tensile strength test of a single fiber and SEM to determine the shape of the surface morphology of the fiber without treatment and with the alkali treatment of NaOH. The selected coconut fiber is immersed in an alkaline solution for 2 hours with a solution concentration of 2.5%, 5% and 7.5% NaOH. Fiber drying process by drying in open space for 7 days. Fiber with 5% alkali treatment has the most tensile stress optimalis 136.091 Mpa. So the treatment of NaOH increases the tensile stress on the fiber. In the test Scanning Electron Microscope (SEM) results of fibers with the treatment of 7.5% NaOH concentration optimally can clean lignin and hemicellulose attached to the fiber surface.

Keywords : Alkalization, Coconut Fiber, Single Fiber Pull Test.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan penghasil buah kelapa yang cukup melimpah dan banyak di temukan di pesisir-pesisir pantai dan perkebunan-perkebunan. Namun, sampai saat ini pemanfaatan limbah berupa serabut kelapa belum mendapatkan perhatian yang serius. Limbah serat serabut kelapa sangat berpotensi digunakan sebagai bahan baru yang ramah lingkungan dan mendukung gagasan pemanfaatan serat serabut kelapa menjadi produk yang memiliki nilai ekonomi dan teknologi tinggi. Selama ini pemanfaatan serat serabut kelapa digunakan untuk industri rumah tangga dalam skala kecil.

Kurangnya pemahaman masyarakat terhadap limbah serabut kelapa yang banyak ditemukan disekitar lingkungan, hanya dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak dan digunakan sebagai kerajinan, seperti pembuatan sapu, keset kaki dan tali. Seiring dengan perkembangan zaman serat alami (*natural fiber*) seperti serat serabut kelapa mulai banyak dikembangkan dan diteliti sebagai pengganti serat sintetis (*fiber glass*). Kekuatan serat alami dan sintetis memang berbeda, jika serat alami diberi perlakuan atau *treatment* dengan benar maka kekuatannya akan bisa optimal. Dalam dunia industri serat serabut kelapa memang sudah mulai banyak di kembangkan untuk dijadikan sebagai bagian dari interior mobil seperti pembungkus kursi atau isian dari jok sebagai pengganti spon, bahan penguat panel pintu mobil, plafon dan bahkan hingga untuk pembuatan bahan baku dashboard.

Beberapa tahun terakhir ini perkembangan teknologi semakin pesat penggunaan serat alam mulai banyak digunakan sebagai pengganti serat sintetis, mulai dari kebutuhan rumah tangga, industri otomotif dan alat-alat olahraga. Sifat suatu serat dapat dipengaruhi oleh beberapa kondisi seperti bagaimana serat tersebut diperoleh, ukuran dan bentuk serat. Ukuran dan bentuk serat sangat diperlukan untuk tujuan tertentu seperti pembuatan dan perekatan dengan matriks. Selain itu serat merupakan unsur yang terpenting, karena seratlh nantinya yang akan menentukan sifat mekanik, seperti kekakuan, keuletan dan kekuatan. Fungsi utama serat dalam komposit yaitu sebagai pembawa beban memberikan sifat kekakuan, kekuatan, stabilitas panas dan

sifat sifat lain dalam komposit serta memberikan konduktivitas pada komposit (Arsyad dan Salam, 2017).

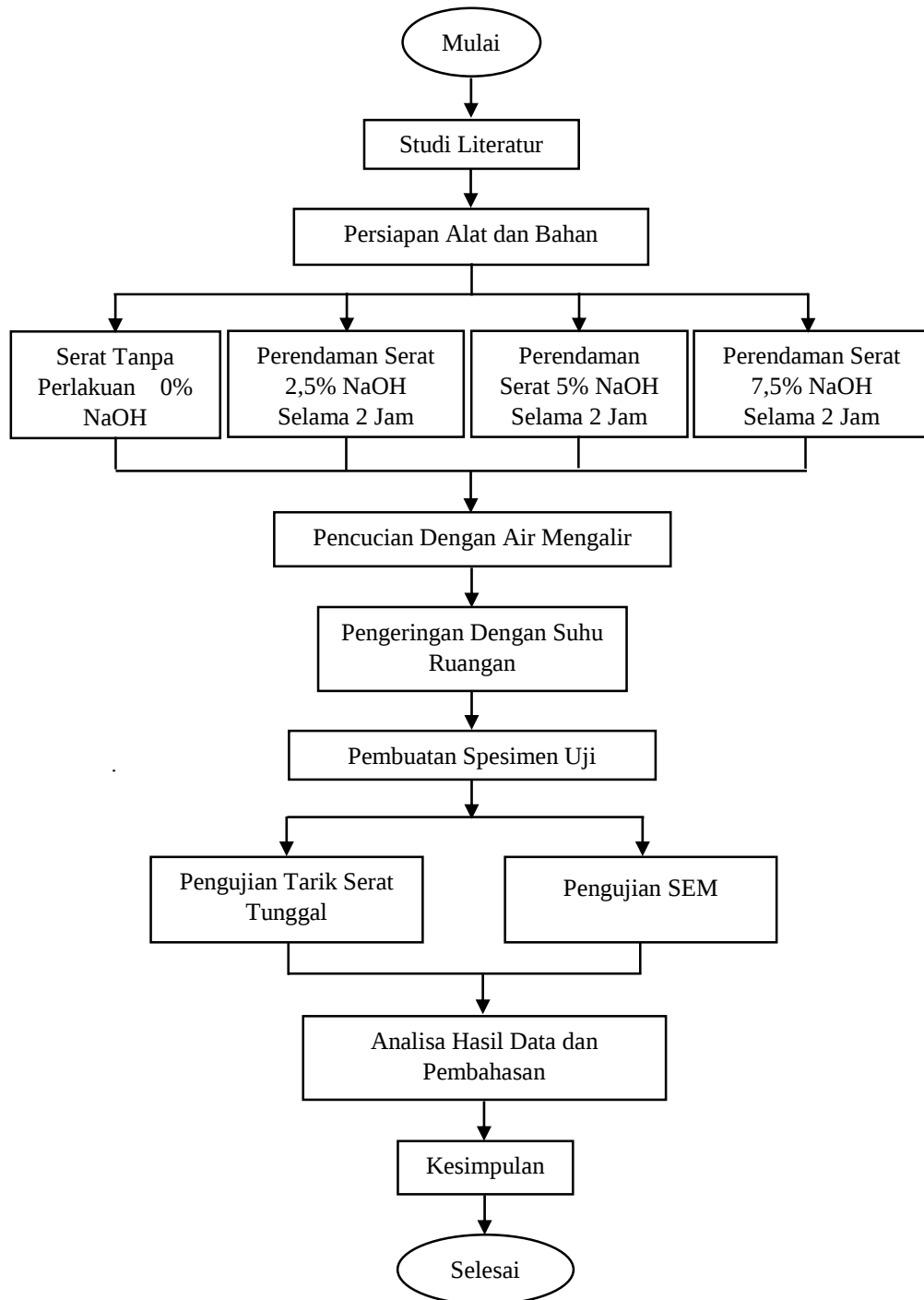
Untuk mendapatkan sifat permukaan serat yang baik dapat dilakukan dengan perlakuan penggunaan alkali. Salah satunya serat serabut kelapa diperlakukan dengan larutan alkali yaitu larutan Natrium Hidroksida (NaOH). Perlakuan alkali NaOH dari serat alam adalah salah satu perlakuan kimia untuk meningkatkan kandungan selulosa melalui penghilang hemiselulosa dan lignin. Cara ini yang banyak digunakan untuk menghilangkan kotoran-kotoran pada permukaan serat dan memodifikasi permukaan serat untuk menurunkan tegangan permukaan.

Begitu pentingnya perlakuan pada permukaan serat terhadap proses selanjutnya, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui sifat fisis dan mekanis serat serabut kelapa tunggal serta mengetahui bentuk morfologi permukaan serat yang direndam dalam larutan senyawa kimia NaOH dengan variasi 2,5%, 5% dan 7,5% selama 2 jam.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Departemen Teknik Mesin dan Industri Universitas Gadjah Mada dan di Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro. Pengujian tarik serat tunggal bertujuan untuk mengetahui tegangan regangan dan modulus elastisitas serat. Pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM) berfungsi untuk mengetahui bentuk morfologi dari permukaan serat serabut kelapa. Dengan melakukan pengujian tarik dapat dilihat, bagaimana spesimen tersebut bereaksi terhadap gaya tarik yang diberikan pada spesimen tersebut dan dapat menentukan sejauh mana material tersebut memanjang dan kemudian putus. Selama proses pengujian tarik, spesimen mengalami deformasi elastis dan plastis. Dimana deformasi elastis terjadi ketika bahan atau spesimen diberi beban dan beban tersebut dihilangkan maka akan kembali ke bentuk awal. Sementara deformasi plastis terjadi ketika bahan atau spesimen jika diberi beban dan kemudian beban tersebut dihilangkan maka spesimen tidak akan kembali ke bentuk awal.

2.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

2.2.1 Persiapan Serat Serabut Kelapa

Tahapan-tahapan dalam pengambilan serat adalah sebagai berikut :

- 1) Memilih buah kelapa yang sudah tua biasanya berwarna coklat.
- 2) Pisahkan sabut kelapa dengan batok kelapa dan ambil sabutnya saja.
- 3) Pisahkan sabut dan serat secara manual dengan menggunakan tangan, ambil satu persatu serat secara perlahan supaya tidak putus.
- 4) Bersihkan gabus yang masih menempel pada serat supaya serat benar-benar bersih.

2.2.2 Perendaman Serat Serabut Kelapa

Langkah-langkah perendaman serat dalam larutan alkali NaOH adalah

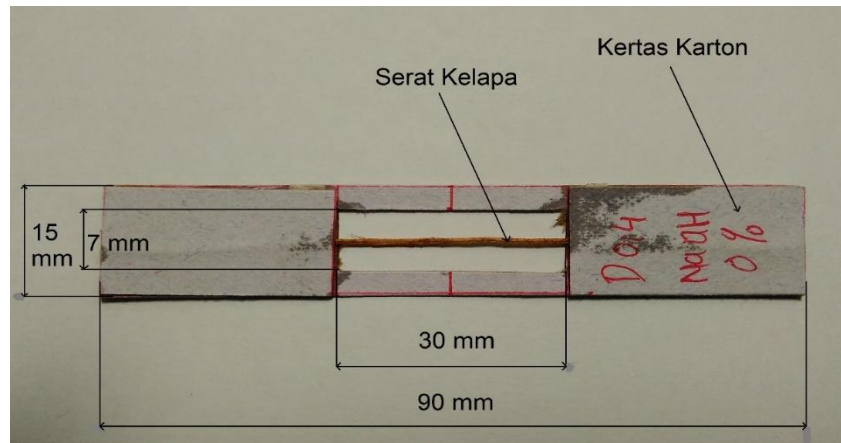
- 1) Menyiapkan larutan alkali 2,5%, 5% dan 7,5% NaOH.
- 2) Menyiapkan serat yang sudah dibersihkan.
- 3) Merendam serat di dalam larutan alkali 2,5%, 5% dan 7,5% NaOH masing-masing selama 2 jam dalam wadah toples.
- 4) Mengangkat serat dari dalam larutan NaOH setelah 2 jam, setelah itu bilas atau cuci dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran.
- 5) Tiriskan dan kemudian keringkan dengan dijemur pada ruang yang terbuka.
- 6) Lama proses penjemuran selama 7 hari.
- 7) Pisahkan serat yang sudah dikeringkan untuk kebutuhan pengujian.

2.2.3 Pembuatan Spesimen Uji

Langkah pertama dalam pembuatan spesimen uji tarik adalah sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan serat yang sudah diperlakukan dalam NaOH.
- 2) Menyiapkan kertas, penggaris, lem, gunting dan cutter.
- 3) Membuat spesimen pada kertas sesuai dengan standard.
- 4) Memotong kertas sesuai standard ASTM D3379-75, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.

- 5) Potong serat dengan panjang 90 mm.
- 6) Tempelkan serat pada kertas dengan menggunakan lem G atau alteco, pastikan serat benar-benar menempel kuat pada kertas.
- 7) Tutup permukaan serat yang terkena lem G atau alteco dengan kertas agar memudahkan dalam pengepakan saat poses uji tarik.



Gambar 2. Spesimen Uji Tarik (menurut ASTM D3379-75)

2.2.4 Pengujian Spesimen

Pengujian tarik pada serat tunggal bertujuan untuk mengetahui tegangan, regangan dan modulus elastis. Langkah-langkah pengujian tarik adalah sebagai berikut :

- 1) Menyiapkan spesimen uji tarik serat serabut kelapa tunggal yang telah dibuat seperti pada gambar 2.
- 2) Cekam spesimen pada penjepit dengan kencang seperti yang terlihat pada Gambar 3.
- 3) Potong kertas spesimen pada posisi samping tengah sesuai tanda.
- 4) Menyetel alat uji tarik (mengenolkan alat uji tarik dan setel satuan gaya yang diinginkan yaitu N/Newton).
- 5) Menjalankan alat uji tarik, tunggu sampai serat kelapa tersebut putus.
- 6) Menulis data hasil pembacaan alat uji yang terkoneksi pada alat uji tarik.



Gambar 3. Proses Pengujian Tarik Serat Tunggal

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Tarik Serat Tunggal

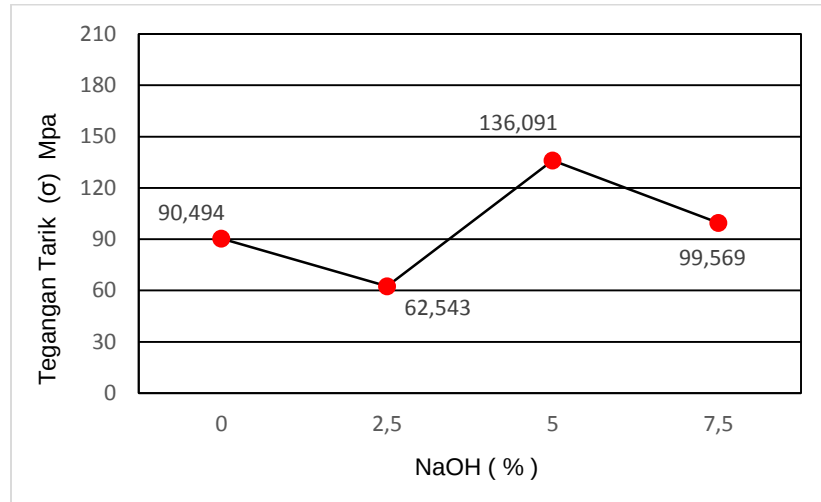
Setelah serat selesai diperlakukan dengan NaOH, selanjutnya serat dibuat sesuai ukuran standard spesimen ASTM D3379-75 untuk dilakukan uji tarik. Pengujian tarik serat tunggal dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Departemen Teknik Mesin dan Industri Universitas Gadjah Mada. Didapatkan hasil pengujian seperti pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Tegangan Regangan dan Modulus Elastisitas Serat Tunggal

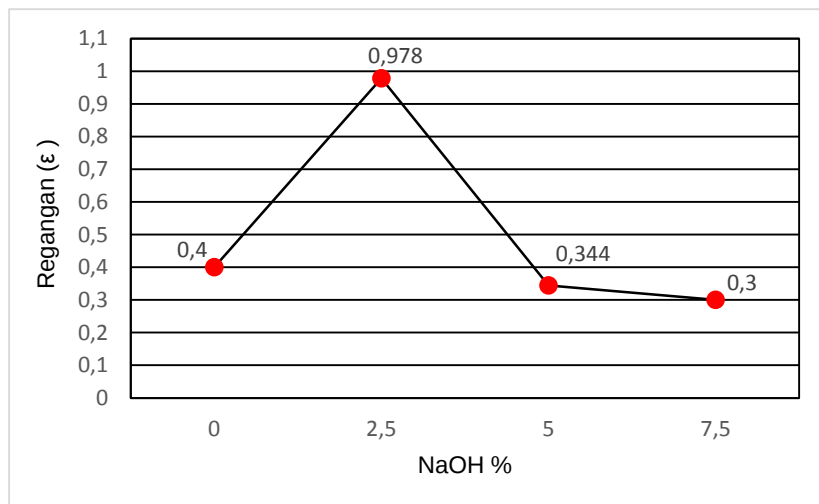
NaOH %	F (N)	A (mm ²)	σ (Mpa)	ϵ	E (Mpa)
0	21.1	0.233	90.494	0.4	226.235
2.5	14	0.224	62.543	0.978	63.964
5	21.63	0.159	136.091	0.344	395.102
7.5	18.77	0.188	99.569	0.3	331.898

Untuk melihat perbedaan tegangan serat terhadap variasi NaOH dapat dibuat sebuah grafik. Pada Gambar 4 merupakan grafik pengaruh perbedaan variasi NaOH terhadap tegangan tarik serat tunggal. Tidak hanya tegangan, regangan serat terhadap perbedaan variasi NaOH juga dapat dibuat sebuah grafik. Garfik dibuat dari tabel perhitungan, hasil sebuah grafik regangan dapat dilihat seperti pada Gambar 5. Modulus elastisitas merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan. Dari hasil Tabel 1 dapat dibuat grafik modulus

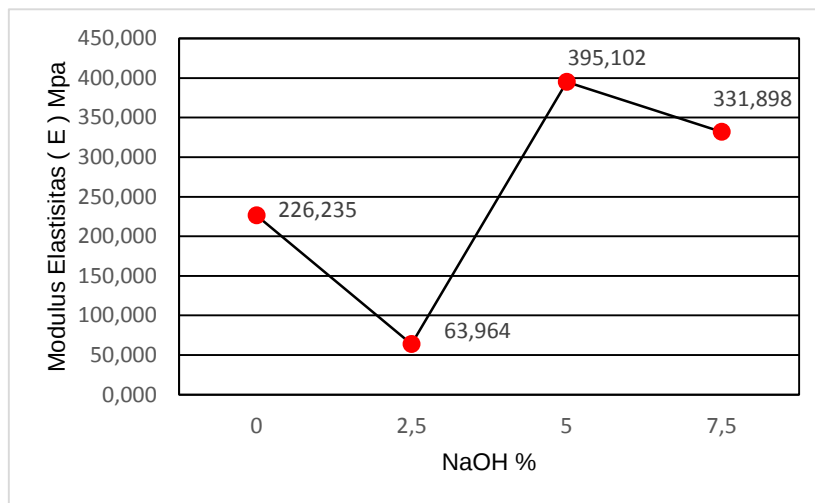
elastisitas serat yaitu hubungan antara tegangan dan regangan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 4. Grafik Pengaruh Alkalisasi Terhadap Tegangan Tarik



Gambar 5. Grafik Pengaruh Alkalisasi Terhadap Regangan



Gambar 6. Grafik Pengaruh Alkalisasi Terhadap Modulus Elastisitas

Dari hasil pengujian tarik serat serabut kelapa tunggal dapat diketahui nilai tegangan regangan dan modulus elastisitas. Nilai tegangan tarik serat serabut kelapa tunggal tanpa perlakuan NaOH sebesar 90.494 Mpa regangan 0,4 dan modulus elastisitas 226,235 Mpa. Kemudian setelah dilakukan perendaman dalam larutan 2,5% NaOH tegangan tarik menurun menjadi 62,543 Mpa regangan 0,978 dan modulus elastisitasnya 63,964 Mpa. Tegangan tariknya meningkat kembali pada konsentarsi larutan 5% NaOH yaitu sebesar 136,091 Mpa regangan 0,344 dan modulus elastisitasnya 395,102 Mpa. Pada konsentrasi larutan 7,5% NaOH tegangan tariknya menurun. Tegangan tariknya sebesar 99,569 Mpa regangan 0,3 dan modulus elastisitasnya 331,898 Mpa.

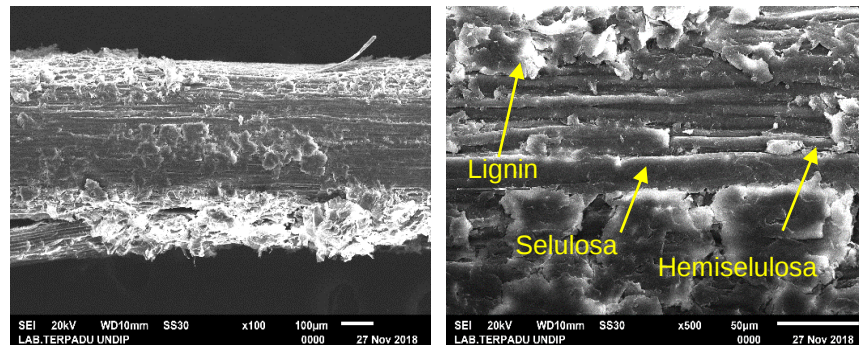
3.2 Hasil Uji *Scaning Electron Microscope* (SEM)

Efek perlakuan kimia Natrium Hidroksida (NaOH) terhadap serat akan mempengaruhi bentuk morfologi permukaan serat serabut kelapa. Analisa *Scaning Electron Microscope* (SEM) digunakan untuk melihat bentuk morfologi permukaan spesimen dengan menggunakan metode *Secondary Electron Image* (SEI). Pengujian *Scaning Electron Microscope* (SEM) yang dilakukan di UPT Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro menghasilkan beberapa

perbedaan antara serat tanpa perlakuan NaOH dan yang diperlakukan dengan NaOH. Berikut adalah hasil uji SEM yang telah dilakukan.

1) Serat Tanpa Perlakuan Alkali NaOH

Dibawah ini merupakan hasil pengujian SEM serat serabut kelapa tanpa perlakuan NaOH. Bentuk morfologi serat kelapa tunggal dapat dilihat pada Gambar 7 dengan adanya perbedaan perbesaran pada waktu pengujian.



(a)

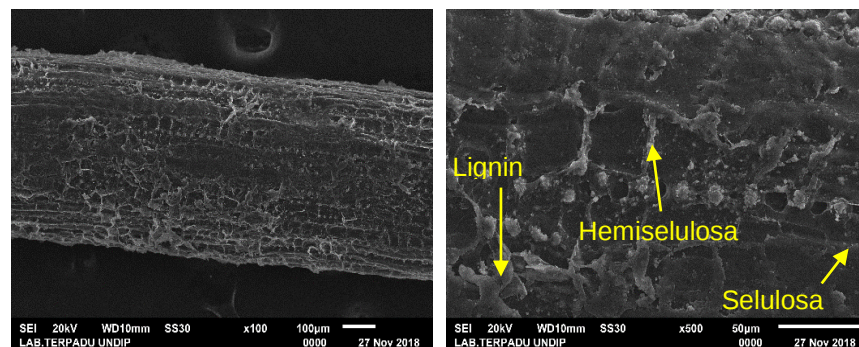
(b)

Gambar 7. Hasil SEM Serat Kelapa Tanpa Perlakuan NaOH

(a) Perbesaran 100x, (b) Perbesaran 500x

2) Serat Dengan Perlakuan Alkali NaOH 2,5%

Dibawah ini merupakan hasil pengujian SEM serat serabut kelapa dengan perlakuan 2,5% NaOH. Bentuk morfologi serat kelapa tunggal dapat dilihat pada Gambar 8 dengan adanya perbedaan perbesaran pada waktu pengujian.



(a)

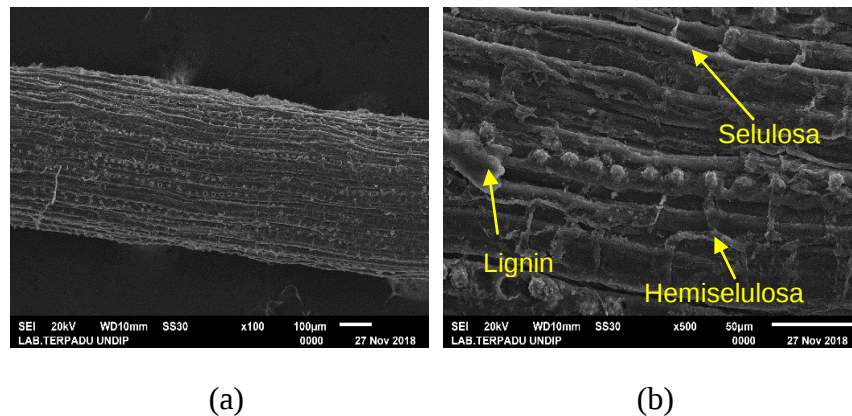
(b)

Gambar 8. Hasil SEM Serat Kelapa Dengan Perlakuan NaOH 2,5 %

(a) Perbesaran 100x, (b) Perbesaran 500x

3) Serat Dengan Perlakuan Alkali NaOH 5%

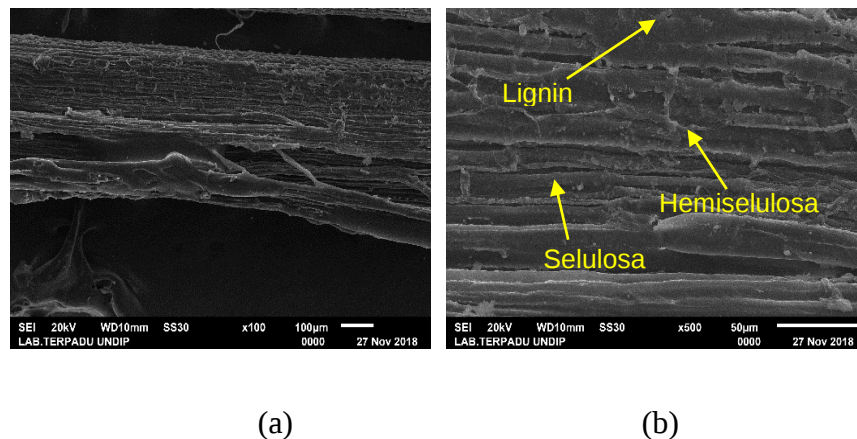
Dibawah Ini Merupakan Hasil pengujian SEM serat serabut kelapa dengan perlakuan 5% NaOH. Bentuk morfologi serat kelapa tunggal dapat dilihat pada Gambar 9 dengan adanya perbedaan perbesaran pada waktu pengujian.



Gambar 9. Hasil SEM Serat Kelapa Dengan Perlakuan NaOH 5 %
(a) Perbesaran 100x, (b) Perbesaran 500x

4) Serat Dengan Perlakuan Alkali NaOH 7,5%

Dibawah ini merupakan hasil pengujian SEM serat serabut kelapa dengan perlakuan 7,5% NaOH. Bentuk morfologi serat kelapa tunggal dapat dilihat pada Gambar 10 dengan adanya perbedaan perbesaran pada waktu pengujian.



Gambar 10. Hasil SEM Serat Kelapa Dengan Perlakuan NaOH 7,5 %
(a) Perbesaran 100x, (b) Perbesaran 500x

Hasil uji *Scanning Electron Microscope* (SEM) serat serabut kelapa tunggal tanpa perlakuan NaOH dengan perlakuan NaOH 2,5%, 5% dan 7,5% pada waktu perendaman selama 2 jam terlihat jelas dengan perbedaan perbesaran yang dilakukan waktu pengujian. Gambar diatas merupakan hasil SEM dengan perbedaan berbagai kandungan larutan NaOH. Terlihat perbedaan bentuk permukaan serat serabut kelapa tanpa adanya perlakuan alkali NaOH tampak pada serat masih banyak kotoran yang menempel pada permukaan serat seperti lignin dan hemiselulosa yang melapisi selulosa. Pada perlakuan NaOH dengan kandungan 2,5% permukaan serat sedikit lebih bersih dibandingkan serat tanpa perlakuan NaOH. Pada konsentrasi NaOH 5% lapisan permukaan serat yang menyelubungi atau membungkus serat juga mulai terkelupas karena proses alkalisasi. Larutan alkali NaOH pada konsentrasi 7,5% menunjukkan semakin terlihat jelas bentuk dari permukaan serat karena sudah mulai terkelupas lapisan lignin dan hemiselulosa yang menempel pada permukaan serat.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dengan mengacu pada perumusan masalah tentang perlakuan alkalisasi NaOH terhadap serat serabut kelapa tunggal dapat disimpulkan :

- a. Dari data hasil pengujian yang telah dilakukan bahwa serat dengan perlakuan alkali NaOH terjadi peningkatan tegangan tarik. Nilai kadar 5% NaOH menghasilkan tegangan tarik paling optimal yaitu 136,091 Mpa regangan 0,344 dan modulus elastisitas 395,102 Mpa.
- b. Dari hasil uji *Scanning Electron Microscope* (SEM) pada serat dapat diamati bahwa serat tanpa perlakuan NaOH permukaan serat masih banyak dilapisi oleh lignin dan hemiselulosa. Serat dengan perlakuan konsentrasi NaOH 7,5% secara optimal dapat membersihkan lignin dan hemiselulosa yang menempel pada permukaan serat.

4.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan masih terdapat beberapa kesalahan yang masih mungkin untuk diminimalisirkan, untuk itu penulis menyarankan :

- a. Pemilihan diameter serat harus diperhatikan pada saat proses pengujian tarik.
- b. Perhatikan pada saat proses pengeliman, pastikan serat benar-benar menempel pada kertas. Sehingga pada waktu pengujian tarik serat tidak lepas.
- c. Gunakan serat alam untuk pembuatan bahan komposit dengan perlakuan alkali NaOH, perlakuan ini akan meningkatkan ikatan antara serat dan matrik.
- d. Gunakan serat alam sebagai pengganti serat sintetis yang lebih ramah lingkungan.
- e. Gunakan panjang serat alam dalam pembuatan komposit sesuai panjang kritis pada masing masing serat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrido, Harry S, Leonard, Johannes S, dan Maulida. 2012. *Pengaruh Penggunaan Larutan Alkali Dalam Kekuatan Bentur dan Uji Degradasi Pada Komposit Termoplastik Berpengisi Serbuk Serabut Kelapa*. Jurnal Teknik Kimia USU.1 (2).
- Arsyad, Muhammad. 2016. *Efek Perendaman Serat Sabut Kelapa Dalam Larutan Alkali Terhadap Daya Serap Serat Sabut Kelapa Pada Matriks Poliester*. Journal INTEK.3 (1).
- Arsyad, Muhammad. 2017. *Effect of Alkali Treatment on The Coconut Fiber Surface*. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 12 (6).
- Arsyad, Muhammad dan Abdul Salam. 2017. *Analisis Pengaruh Konsentrasi Larutan Alkali Terhadap Perubahan Diameter Serat Sabut Kelapa*. Journal INTEK. 4 (1):1-4.
- Carvalho, kelly C.C,dkk.2010. *Chemical Modification Effect On The Mechanical Properties Of Hips/Coconut Fiber Composites*. 5 (2).

- Hussain, Syed Altaf. 2011. *Mechanical properties of green coconut fiber reinforced HDPE polymer composite*. International journal of engineering science and technology (IJEST). 3.
- Ibrahim, Mohamad Ikhwan, dkk. 2017. *Chemical Treatment Evaluation Of Tensile Properties for Single Kenaf Fiber*. Journal of Advanced Research in Applied Mechanics. 32 (1).
- Khoiruddin, Muhammd, dkk. 2015. *Studi Perbandingan Panjang Kritis Pada Beberapa Macam Serat Alam Dengan Metode Pull Out Fiber Test*.
- Musanif, Imran S dan Thomas Adelbert. 2015. *Effect of Alkali Treatments of Physical and Mechanical Properties of Coir Fiber*. Chemical and Material Engineering. 3 (2).
- Naharuddin, Bakri B, dkk. 2018. *Characterization of Coir Fibers After Alkali and Microwave Treatments*. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 13 (4).
- Nazeer, Abdul. 2014. *To Study the mechanical properties of coconut coir fiber reinforced with epoxy resin AW 106 & HV 953 IN*. International Journal Of Modern Engineering Research (IJMER). 4.
- Onuegbu T,U, Umoh Et, dan Okoroh N.C. 2013. *Tensile Behaviour and Hardness of Coconut Fibre-Ortho Unsaturated Polyester Composites*. Global Journal of Science Frontier Research Chemistry. 13 (1).
- Prasojo, Sugeng dkk. 2017. *Pengaruh Alkalisasi Terhadap Kompatibilitas Serat Sabut Kelapa (Cocos Nucifera) Dengan Matriks Polyester*. Jurnal Ilmiah Cendekia Eksakta.
- Pratama, Yudha Yoga, Setyanto, Hari R, dan Priadythama, Ilham. 2014. *Pengaruh Perlakuan Alkali, Fraksi Volume Serat, dan Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Sabut Kelapa – Polyester*. Jurnal Ilmiah Teknik Industri. 13 (1).
- Pertus, Luis Miguel Perez. 2014. *Standard Test Method for Tensile Strenght And Young's Modulus for High-Modulussingle Filament Materials*. <https://www.scribd.com/document/228556186/ASTM-3379-75> (di akses 18 Oktober 2018).
- Priya, Anupama Sai N, Raju, Veera P, Naveen P.N.E. 2014. *Experimental Testing of Polymer Reinforced with Coconut Coir Fiber Composites*. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering. 4.
- Udin, Yuniati. 2015. *Biosorpsi Kadmium (Cd) Pada Serat Sabut Kelapa Hijau (Cocos Nucifera) Teraktivasi Natrium Hidroksida (NaOH)*. Skripsi. UIN Alauddin Makassar.

Yudi. 2011. *Scanning Electron Microscope (SEM) dan Optical Emission Spectroscopy (OES)*.di<https://yudiprasetyo53.wordpress.com/2011/11/07/scanning-electron-microscope-sem-dan-optical-emission-spectroscopy-oes/> (diakses 18 Oktober 2018).

<https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjXo4fjwLLfAhWabisKHQhvCCYQjRx6BAGBEAQ&url=%2Furl%3Fsa%3Di%26source%3Dimages%26cd%3D%26ved%3D%26url%3Dhttp%253A%252F%252Frepository.poliupg.ac.id%252F219%252F3%252FBab%2525202.%252520Kajian%252520Pustaka.pdf%26psig%3DAOvVaw1fZl1RgVTcmabOfbDG0da%26ust%3D1545535903821094&psig=AOvVaw1fZl1RgVTcmabOfbDG0da-&ust=1545535903821094> (diakses 22 Desember 2018 jam10:35)