

PENGARUH *TREATMENT* ALKALI TERHADAP KARAKTERISTIK FIBER SABUT KELAPA SAWIT DAN PELEPAH PISANG SEBAGAI BAHAN KOMPOSIT POLIMER

Adhi Setiawan^{1*}, Vivin Setiani¹, Fitri Hardiyanti², dan Devina Puspitasari²
Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya¹
Program Studi Manajemen Bisnis Terapan, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya²
*e-mail: adhistw23@gmail.com

Abstract

The use of synthetic fibers in the fabrication of polymer composite materials has a negative impact on the environment. Natural fibers such as palm oil waste and banana pseudostem can be an alternative material for synthetic fibers because they are more economical, high specific strength, and environmentally friendly. The alkali treatment needs to be carried out on fibers for removal of lignin, hemicellulose, and impurity so that they can improve interfacial bonding between the fiber and the polymer matrix. The alkali treatment was carried out through fiber immersion in conditions without NaOH, 5% wt NaOH solution, and 10% wt for 24 hours. Fiber before and after alkalization were analyzed using Scanning Electron Microscope (SEM), X-Ray Diffraction (XRD), Fourier Transform Infrared (FTIR), and Thermogravimetric Analysis (TGA) methods. The results showed that alkali treatment was effective in removing the components of lignin, hemicellulose, and impurities in fiber. The result of the SEM showed that the treated fiber surface had a cleaner surface than treatment without fiber. The alkali treatment process can improve the crystallinity and crystallinity index of the fiber due to amorphous component removal of lignin and hemicellulose. The TGA result of palm oil fiber with alkali treatment and without alkali treatment produced weight loss of 88,2% and 98,4% respectively. This showed that the alkali treatment can increase the thermal resistance of the palm oil fiber.

Keywords: Alkali Treatment, Palm Oil Fiber, Banana Pseudostem Fiber, Composites.

Abstrak

Penggunaan serat sintetis pada fabrikasi material komposit polimer membawa dampak negatif bagi lingkungan. Serat alami seperti halnya limbah sabut kelapa sawit serta pelepah pisang dapat menjadi material alternatif pengganti serat sintetis karena lebih ekonomis, kekuatan spesifik yang tinggi, dan ramah lingkungan. Proses alkali treatment perlu dilakukan pada fiber untuk menghilangkan kandungan lignin, hemiselulosa, dan pengotor sehingga dapat memperbaiki interfacial bonding antara fiber dengan matriks polimer. Proses alkali treatment dilakukan melalui perendaman fiber pada kondisi tanpa NaOH, larutan NaOH 5% wt, dan 10% wt selama 24 jam. Fiber sebelum dan setelah alkalisasi dianalisis menggunakan Metode Scanning Electron Microscope (SEM), X-Ray Diffraction (XRD), Fourier Transform Infrared (FTIR), dan Thermogravimetric Analysis (TGA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa treatment alkali efektif dalam meremoval komponen lignin, hemiselulosa, dan pengotor di dalam

fiber. Hasil SEM menunjukkan bahwa permukaan fiber yang ditreatment memiliki permukaan yang lebih bersih dibandingkan fiber tanpa treatment. Proses alkali treatment dapat meningkatkan kristalinitas dan indeks kristalinitas fiber karena dapat meremoval komponen amorf berupa lignin dan hemiselulosa. Hasil TGA dari sabut kelapa sawit dengan alkali treatment dan tanpa alkali treatment menghasilkan massa yang hilang masing-masing sebesar 88,2% dan 98,4%. Hal ini menunjukkan bahwa alkali treatment dapat meningkatkan ketahanan termal pada fiber kelapa sawit.

Kata kunci: *Treatment Alkali, Fiber Kelapa Sawit, Fiber Pelepah Pisang, Komposit.*

1. PENDAHULUAN

Kombinasi serat alami di dalam matriks polimer telah menjadi topik penelitian yang menarik bagi peneliti selama beberapa dekade terakhir. Penggunaan serat selulosa dapat menjadi alternatif pengganti serat sintetis misalnya serat kaca sebagai penguat material komposit dengan matriks polimer (Sood dkk., 2018). Serat alami bersifat lebih ramah lingkungan serta bersifat spesifik sehingga menarik minat bagi peneliti terhadap penggunaan pengembangan komposit berbasis serat alami. Selain itu, beberapa alasan penggunaan serat alami sebagai bahan komposit antara lain biaya produksi dan konsumsi energi yang rendah, jumlah serat melimpah, *biodegradable*, kepadatan rendah, serta kekuatan spesifik yang tinggi (Suppakarn dan Jarukumjorn, 2009). Beberapa jenis serat alami antara lain serat bambu, kayu, sisal, rami, dan okra dapat digunakan sebagai penguat pada komposit dengan matriks polimer (Scalici dkk., 2016). Penggunaan serat alam seringkali digunakan di bidang industri otomotif sebagai bahan pengganti serat karbon dan gelas yang dapat memperkuat struktur komposit polimer (Yan dkk., 2014).

Sifat fisik dan mekanik dari komposit polimer yang diperkuat serat alam tergantung dari jenis matriks polimer, kandungan, sifat filler, serta interaksi

antara filler dan matriks. Pada umumnya material serat alam bersifat hidrofilik, sedangkan matriks bersifat hidrofobik sehingga menyebabkan *incompability* yang mengarah pada daya adhesi yang lemah antara filler dan matriks sehingga menyebabkan penurunan sifat mekanik komposit (Siddika dkk., 2014). Serat alam dalam penggunaannya sebagai komposit seringkali bersifat tidak stabil terhadap kenaikan suhu. Kemampuan serat alam dalam menyerap air menyebabkan keterbatasan penggunaan serat alam di dalam aplikasi lingkungan yang lembap. Hal tersebut menyebabkan munculnya ketidakstabilan pada dimensi komposit fiber. Kandungan gugus hidroksi yang relatif tinggi di dalam struktur molekul serat alam menyebabkan sifat afinitas yang tinggi terhadap kelembapan sehingga mengarah pada pembentukan sifat hidrofilik (Faruk dkk., 2012)

Pada umumnya semua serat alam bersifat hidrofilik dengan kandungan air mencapai 8–13% karena mengandung selulosa di dalam struktur selnya. Selain itu, serat alam memiliki kandungan zat alami lain yang dinamakan dengan lignin. Kandungan lignin di dalam serat tanaman dapat mempengaruhi struktur, sifat, dan morfologi. Karakteristik lain dari serat tumbuhan yaitu berupa derajat polimerisasi. Beberapa jenis serat kulit batang seperti rami dan kenaf memiliki

derajat polimerisasi tertinggi yakni sebesar 1000 (Narayanan dan Elayaperumal, 2010).

Beberapa metode modifikasi permukaan serat alam diantaranya metode fisika, kimia, dan biologi telah dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi sifat penyerapan air serta meningkatkan adhesi serat terhadap matriks polimer (Cruz dan Fanguerio, 2016). Metode *treatment* secara fisika menggunakan plasma telah berhasil digunakan untuk memodifikasi permukaan berbagai serat alam. Bahkan hasil penelitian menunjukkan bahwa metode plasma dapat meningkatkan kekuatan mekanik serat alam secara signifikan (Oliveira dkk., 2012). Namun, penggunaan metode plasma memiliki kelemahan yaitu biaya proses yang mahal serta membutuhkan energi yang tinggi. Proses modifikasi permukaan fiber dapat dilakukan secara biologi menggunakan fermentasi bakteri selulosa untuk menguraikan deposit selulosa nanofibril pada permukaan serat alam. Deposisi 5–6% bakteri selulosa pada permukaan fiber alam menghasilkan peningkatan ikatan antarmuka dengan matriks polimer. Namun, pada proses biologi memerlukan waktu yang relatif lama serta pertumbuhan mikroba dipengaruhi oleh kondisi lingkungan (Pommet dkk., 2008).

Penggunaan bahan kimia seperti alkali, peroxide, dan permanganat memiliki kelebihan yaitu harganya relatif murah, meningkatkan sifat mekanik serat alam secara signifikan dengan memodifikasi struktur kristal serat, meningkatkan kekasaran permukaan, serta dapat menghilangkan komponen lemah seperti hemiselulosa dan lignin di dalam serat. Hal memungkinkan terbentuknya ikatan yang lebih kuat antara komponen

serat dengan matriks polimer (Sood dkk., 2018). Oleh karena itu, untuk memperoleh kekuatan fleksural yang tinggi diperlukan ikatan antarmuka antara bagian serat dan matriks. Berbagai perlakuan kimia telah digunakan beberapa dekade terakhir dan pengaruhnya terhadap sifat komposit telah dipelajari dapat meningkatkan komposit polimer yang diperkuat dengan matriks serat alam. Caldas dkk., (2016) mempelajari pengaruh perlakuan kimia menggunakan natrium karbonat 10% wt terhadap sifat mekanik dari serat batang semu pisang. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa penggunaan natrium karbonat dapat *removal* lapisan lignin, hemiselulosa, serta meningkatkan kekuatan tarik komposit. Wang dkk. (2019) mempelajari pengaruh perlakuan larutan NaOH panas terhadap struktur dan komposisi dari serat jute. *Treatment* alkali menyebabkan peningkatan indeks kristalinitas dan ukuran kristal dari serat jute. Bahkan, Perlakuan alkali menyebabkan peningkatan kekuatan tarik komposit. Jordan dan Chester (2017) pada penelitiannya menggunakan senyawa peroksida dan permanganat dalam *treatment* serat pisang sebagai bahan pengisi komposit LDPE. Penelitian ini mempelajari tentang pengaruh *treatment* larutan NaOH terhadap karakteristik fiber sabut kelapa sawit dan sabut pelepah pisang sebagai bahan baku penguat komposit polimer. Hasil fiber sebelum dan setelah *treatment* alkali selanjutnya dianalisis menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk menganalisis morfologi permukaan, sedangkan struktur kimia fiber dianalisis menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). Kristalinitas dan karakteristik

termal fiber masing-masing dianalisis menggunakan *X-Ray Diffraction XRD* (XRD) dan *Thermogravimetry and Differential Thermal Analysis* (TG-DTA).

2. METODE PENELITIAN

2.1 Preparasi Fiber

Bahan fiber yang digunakan pada penelitian ini berasal dari limbah sabut kelapa sawit dari industri minyak goreng dan pelepah pisang batu (klutuk) sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Sabut Kelapa Sawit (A) dan Pelepah Pisang (B)

Fiber kelapa sawit dan pelepah pisang selanjutnya dicuci dan dibilas menggunakan aquadest untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada permukaan sabut. Kedua jenis fiber tersebut selanjutnya dikeringkan pada suhu 60°C selama 24 jam.

Sabut kelapa sawit dan pisang yang telah kering masing-masing selanjutnya direndam di dalam larutan NaOH (Merck) pada konsentrasi variasi tanpa NaOH, larutan NaOH 5% wt, dan NaOH 10% wt. Proses perendaman dilakukan selama 24 jam dengan massa sabut 100 g/L larutan NaOH dengan tujuan menghilangkan komponen lignin dan hemiselulosa di dalam kedua jenis fiber tersebut. Sabut selanjutnya dipisahkan dari larutan dan dibilas menggunakan aquadest untuk

menghilangkan sisa basa. Sabut tersebut selanjutnya dikeringkan di dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam.

2.2 Karakterisasi Fiber

2.2.1 Morfologi Permukaan Fiber

Morfologi permukaan sabut kelapa sawit dan pelepah pisang sebelum dan setelah *ditreatment* menggunakan larutan NaOH, selanjutnya dianalisis menggunakan SEM Inspect S50 yang dioperasikan pada 20 KV.

2.2.2 Analisis Kristalinitas Fiber

Derajat kristalinitas fiber dianalisis menggunakan XRD X'Pert RINT 2200V Philiph. Analisis kristalinitas fiber menggunakan XRD yang dilakukan pada sudut 15°-50°. Indeks kristalinitas CI dan persentase kristalinitas (%CR) dihitung berdasarkan persamaan (1) dan persamaan (2) berikut:

$$IC = \frac{I_{002} - I_{am}}{I_{002}} \quad (1)$$

$$CR(\%) = \frac{I_{002}}{I_{002} + I_{am}} \times 100 \quad (2)$$

Dimana I_{002} merupakan intensitas maksimum pada refleksi kisi 002 dari kristalografi selulosa pada $2\theta = 22,5^\circ$ dan I_{am} merupakan intensitas pada bagian amorf pada $2\theta = 15,2^\circ$.

2.2.3 Struktur Kimia Fiber

Struktur kimia sabut kelapa sawit dan pelepah pisang menggunakan Metode FTIR *Thermo Scientific Nicolet iS10* pada panjang gelombang 4000–400 cm^{-1} .

2.2.4 Analisis Sifat Termal Fiber

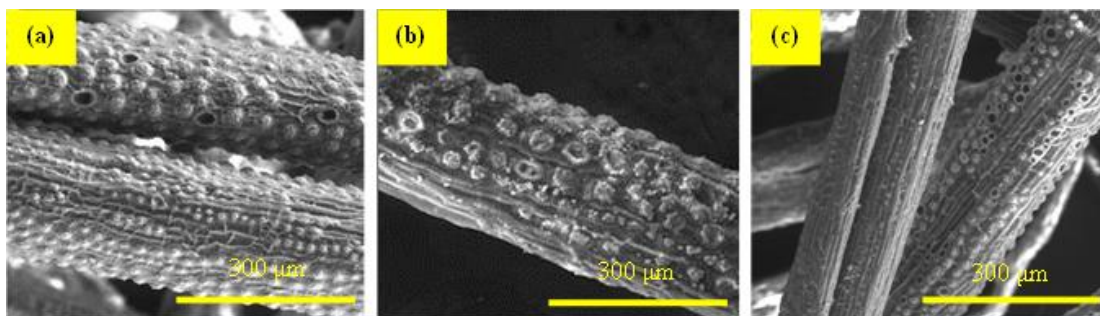
Karakteristik termal dari fiber sebelum dan setelah mengalami proses

alkalisasi dengan larutan NaOH dianalisis menggunakan Metode TG-DTA (Linseis STA PT-1000).

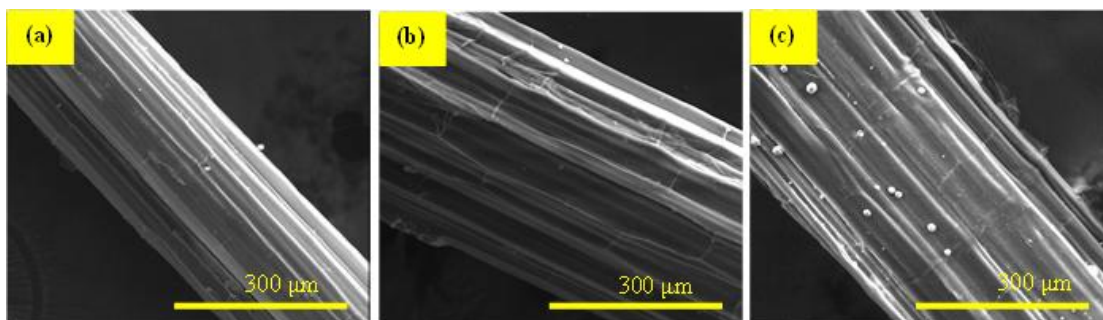
Laju pemanasan pada analisis TG-DTA sebesar 10°C/menit dengan massa fiber sebanyak 9 mg. Temperatur analisis dilakukan pada interval 25-600°C dengan atmosfer udara pada laju alir 50 mL/min serta menggunakan pan platina sebagai tempat sampelnya.

3. HASIL DAN DISKUSI

Gambar 2 dan 3 menunjukkan morfologi dari permukaan fiber sebelum dan setelah proses *treatment* dengan larutan NaOH. Hasil SEM secara umum menunjukkan bahwa morfologi sabut kelapa sawit berbentuk silinder yang memiliki pori-pori pada bagian permukaannya.



Gambar 2. SEM Sabut Kelapa Sawit (a) Tanpa *Treatment* (b) *Treatment* NaOH 5% (c) *Treatment* NaOH 10%



Gambar 3. SEM Fiber Pelelah Pisang (a) Tanpa *Treatment* (b) *Treatment* NaOH 5% (c) *Treatment* NaOH 10%

Fiber tanpa proses *treatment* dengan larutan NaOH memiliki permukaan yang lebih kasar dibandingkan dengan fiber yang ditreatment dengan larutan NaOH. Selain itu, sabut kelapa sawit tanpa *treatment* alkali memiliki lapisan permukaan yang mengandung lignin serta pengotor lain seperti lilin dan minyak (Oushabi dkk, 2017). Proses *removal* lapisan tersebut mengarah pada meningkatnya kestabilan ikatan antara matriks polimer dengan fiber. Modifikasi

permukaan secara kimia memiliki peranan yang penting dalam membersihkan permukaan dari kotoran dan serat yang tumbuh secara tidak sempurna. Beberapa penelitian sebelumnya telah melaporkan bahwa *treatment* fiber secara kimia dapat memperbaiki tingkat kekasaran permukaan serta menurunkan polaritas permukaan (Bassadok dkk, 2008; Singh dan Mohanty, 2007). Bahkan, penghilangan sebagian lapisan lignin menyebabkan pemutusan ikatan pada

fibril yang mengarah pada penonjolan atau pemaparan beberapa diantaranya. Penonjolan tersebut akan menghasilkan ikatan mekanis serat sehingga dapat meningkatkan interaksi serat dengan matriks (Herrera-Estarada dkk, 2008).

Proses *treatment* alkali menyebabkan hilangnya sebagian lapisan lignin, hemiselulosa, dan komponen lain yang larut di dalam alkali dari permukaan fiber meningkat. Hal tersebut menyebabkan peningkatan sejumlah gugus hidroksil pada permukaan fiber untuk pembentukan ikatan kimia yang selanjutnya dapat meningkatkan ikatan antarmuka dan adhesi (Siddika dkk, 2014).

Hasil SEM menunjukkan bahwa konsentrasi NaOH berpengaruh terhadap tingkat kekasaran permukaan fiber kelapa sawit yang dihasilkan. Peningkatan konsentrasi NaOH menyebabkan hilangnya lapisan lignin serta hemiselulosa semakin besar sehingga tingkat kekasaran permukaan fiber semakin rendah. Hal tersebut dapat mengarah pada peningkatan ikatan antarmuka antara fiber dan matriks sehingga dapat memperbaiki sifat mekanik komposit. Alawar, dkk (2009) melaporkan bahwa semakin tinggi konsentrasi NaOH yang digunakan pada proses *treatment* fiber, maka jumlah lignin, hemiselulosa, serta pengotor lainnya yang dilarutkan akan semakin tinggi. Wong, dkk (2010) melaporkan bahwa alkalisasi memodifikasi topografi permukaan dan membuat permukaan serat terlihat lebih halus daripada permukaan yang tanpa proses *treatment* NaOH. Bahkan, diameter serat yang *ditreatment* mengalami penurunan karena hilangnya komponen lignin pada permukaan fiber.

Fiber kelapa sawit yang *ditreatment* menggunakan larutan NaOH 5% masih terlihat kasar, sedangkan pada fiber yang *ditreatment* dengan larutan NaOH 10% memiliki permukaan yang bersih dan relatif halus. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada konsentrasi NaOH 10% sebagian besar komponen pengotor seperti lignin, hemiselulosa, dan lapisan lilin (*wax*) telah pada permukaan sabut kelapa sawit telah dihilangkan secara sempurna tanpa merusak permukaan fiber. Namun, pada fiber pelepah pisang peningkatan konsentrasi NaOH menyebabkan proses fibrilasi akibat hilangnya sebagian binder lignin dan hemiselulosa sehingga mengarah pembentukan permukaan yang lebih kasar (Mittal dan Chaudhary, 2018).

Pengaruh modifikasi permukaan pada fiber lignoselulosa menggunakan larutan NaOH dipelajari lebih lanjut dengan analisis FTIR. Data identifikasi spektra FTIR yang menunjukkan struktur kimia fiber disajikan pada Tabel 1. Gambar 4 dan 5 menunjukkan hasil FTIR dari sabut kelapa sawit dan pelepah pisang. Secara umum bentuk spektra dari kedua jenis fiber hampir mirip. Kedua jenis fiber tersebut terdeteksi *peak* pada area panjang gelombang $\sim 3340\text{ cm}^{-1}$ yang diidentifikasi sebagai gugus O–H. Besarnya lebar dan intensitas pita serapan dari fiber sabut kelapa sawit dan pelepah pisang dipengaruhi oleh konsentrasi larutan NaOH yang digunakan pada proses modifikasi permukaan.

Tabel 1. Identifikasi Gugus Fungsi Hasil FTIR

Panjang Gelombang (cm^{-1})	Gugus Fungsi
1250	–O–CH ₃

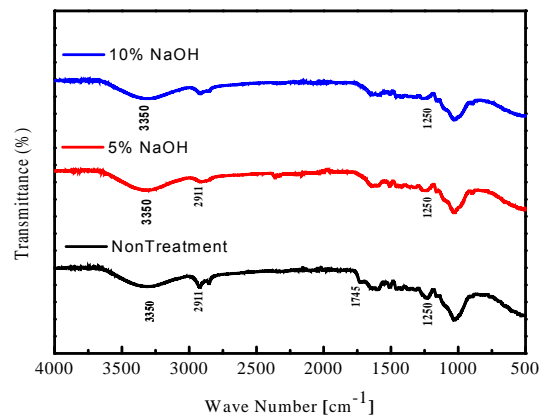
Panjang Gelombang (cm ⁻¹)	Gugus Fungsi
1750	C=O
2894, 2911	C-H alifatik
3340	O-H

Peningkatan konsentrasi NaOH cenderung menyebabkan lebar dan intensitas pita serapan O-H menjadi lebih sempit dan lebih tajam. Hal tersebut dapat disebabkan semakin tinggi konsentrasi NaOH, maka jumlah komponen lignin dan wax yang dihilangkan pada permukaan fiber semakin besar (Oushabi dkk, 2017).

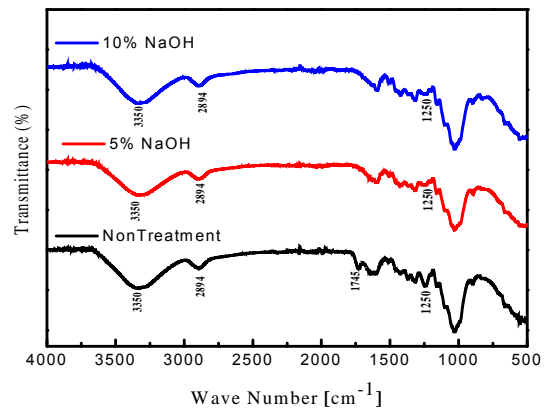
Gambar 4 dan 5 menunjukkan FTIR fiber tanpa proses *treatment* dengan NaOH terdeteksi *peak* pada area ~2911 cm⁻¹ dan ~2894 cm⁻¹. Kedua *peak* tersebut diidentifikasi sebagai pita serapan dari gugus C-H alifatik yang pada umumnya terdeteksi pada semua jenis serat alami. Besarnya *peak* tersebut semakin rendah akibat peningkatan konsentrasi NaOH yang mengindikasikan bahwa terjadi proses *removal* lapisan hemiselosa yang tinggi ketika konsentrasi NaOH pada proses *treatment* fiber ditingkatkan (Abdal-hay dkk, 2012). *Peak* yang terdeteksi pada area ~1750 cm⁻¹ menunjukkan gugus karbonil C=O dari kedua jenis fiber tanpa proses *treatment* NaOH. Proses modifikasi permukaan fiber menggunakan larutan NaOH menyebabkan hilangnya sebagian besar gugus C=O pada komponen fiber. Hilangnya gugus tersebut disebabkan hidrolisis hemiselulosa di dalam media alkali yang ditandai dengan pemutusan ikatan C-O-C diantara dua monomer (Alawar dkk, 2009). Hal tersebut mengindikasikan bahwa hemiselulosa

mudah dihilangkan dengan alkali dibandingkan dengan lignin.

Pada area 1250 cm⁻¹ terdeteksi *peak* yang menunjukkan gugus -O-CH₃ dari komponen lignin. Puncak tersebut terdeteksi cukup jelas pada fiber tanpa *treatment*. Proses *treatment* alkali menyebabkan lignin menjadi hilang sehingga *peak* pada area tersebut menjadi lebih rendah.



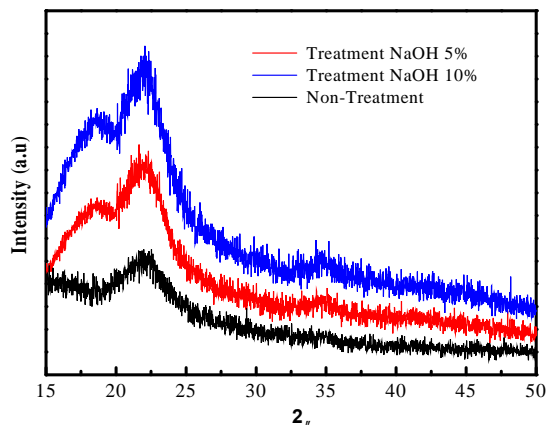
Gambar 4. Spektra FTIR Sabut Kelapa Sawit Sebelum dan Setelah Alkalisasi



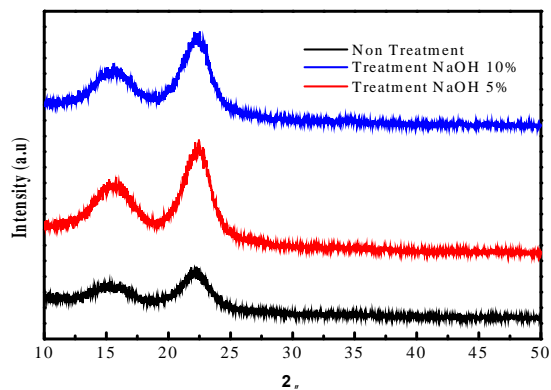
Gambar 5. Spektra FTIR Sabut Pelelepah Pisang Sebelum dan Setelah Alkalisasi

Gambar 6 dan 7 menunjukkan hasil XRD sabut kelapa sawit dan pelepah pisang sebelum dan setelah *treatment* menggunakan larutan NaOH. Hasil XRD dari kedua jenis fiber tersebut menunjukkan bahwa puncak difraksi yakni pada sudut 15,2° dan 22,5°. %CR

dan CI hasil XRD kedua jenis fiber disajikan pada Tabel 2. Hasil SEM dan FTIR menunjukkan bahwa modifikasi permukaan fiber menyebabkan hilangnya komponen hemiselulosa yang bersifat amorf sehingga menyebabkan tingkat CR dan CI dari kedua jenis fiber yang *ditreatment* menggunakan NaOH lebih tinggi dibandingkan dengan kristalinitas fiber tanpa proses *treatment*.



Gambar 6. XRD Sabut Kelapa Sawit Sebelum dan Setelah Alkalisasi



Gambar 7. XRD Fiber Pelelah Pisang Sebelum dan Setelah Alkalisasi

Persentase dan indeks kristalinitas kedua jenis fiber yang *ditreatment* mencapai maksimum pada konsentrasi NaOH 5%. Wang dkk. (2019) dalam penelitiannya melaporkan bahwa hemiselulosa, lignin, selulosa tersusun secara acak di dalam daerah yang amorf serta lapisan lilin dan pengotor mudah

dihilangkan pada konsentrasi alkali yang rendah. Pada konsentrasi alkali yang tinggi menyebabkan bagian lignin dan hemiselulosa di daerah kristal mulai terdegradasi, membentuk celah, dan kemudian menyebabkan bundel fiber tersebar sehingga mengarah pada penurunan kristalinitas fiber.

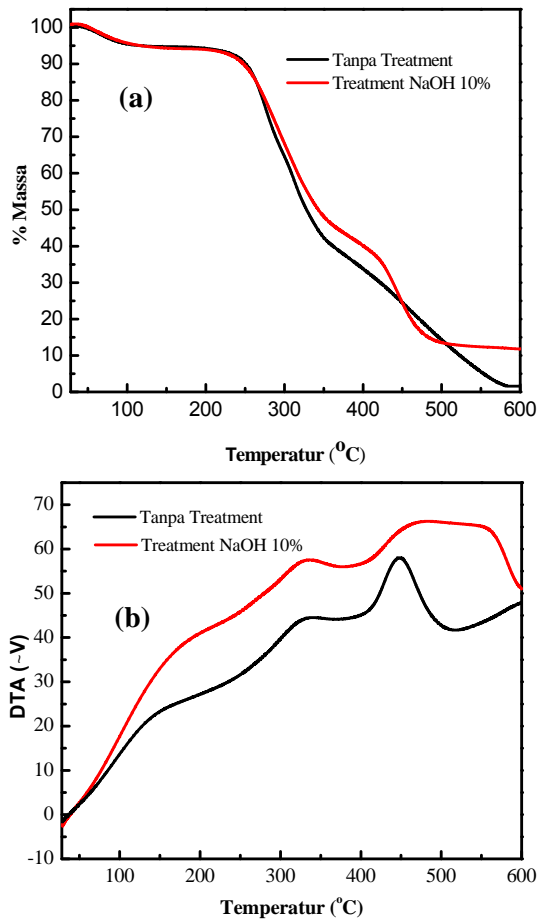
Proses *treatment* dengan menggunakan larutan alkali tidak hanya mengubah komposisi kimia dari fiber namun juga menyebabkan perubahan struktur kristal selulosa I ke selulosa II (Zafeiropoulos dkk., 2003). Abdal-hay dkk. (2012) dalam penelitiannya melaporkan analisis XRD dari fiber pohon kurma yang telah *ditreatment* menggunakan larutan NaOH 6% menunjukkan terjadinya peningkatan kristalinitas fiber sebesar 18,6% dibandingkan sebelum proses *treatment*. Hasil penelitian tersebut melaporkan bahwa indeks kristalinitas yang tinggi cenderung menghasilkan sifat fiber yang kaku dan peningkatan kekuatan tarik fiber.

Tabel 2. Persentase Kristalinitas dan Indeks Kristalinitas Fiber Sebelum dan Setelah Alkalisasi

Jenis Fiber	CR (%)	CI
Kelapa Sawit (KS)	55,28	0,19
KS + NaOH 5%	58,97	0,30
KS + NaOH 10%	56,54	0,23
Pelelah Pisang (PP)	58,08	0,28
PP + NaOH 5%	61,75	0,38
PP + NaOH 10%	59,35	0,32

Gambar 8a menunjukkan hasil analisis Termogravimetri dari sabut kelapa sawit tanpa alkali *treatment* dan dengan alkalisasi *treatment*. Pada suhu

50°C-100°C menunjukkan penurunan massa sebesar 5,5% pada kedua kondisi fiber tersebut disebabkan oleh hilangnya kandungan air dan komponen yang bersifat volatil (Oushabi dkk., 2017).



Gambar 8. TG (a) dan DTA (b) Fiber Kelapa Sawit Sebelum dan Setelah Alkalisasi dengan 5% NaOH.

Hasil TG-DTA pada Gambar 8 menunjukkan bahwa pada temperatur 125-225°C terjadi penurunan massa sebesar 18,87% pada fiber tanpa proses alkalisasi dan sebesar 17,44% pada fiber dengan alkalisasi yang disebabkan dekomposisi hemiselulosa. Dekomposisi hemiselulosa tersebut dapat dideteksi dari *Differential Thermal Analysis* (DTA) yang menunjukkan munculnya puncak yang rendah pada suhu sekitar 170°C.

Pada temperatur 250-350°C terjadi penurunan massa fiber kelapa sawit tanpa alkalisasi dan dengan alkalisasi NaOH 10% masing-masing sebesar 47,81% dan 44,87%. Hal tersebut disebabkan adanya proses dekomposisi selulosa yang terkandung di dalam sabut kelapa sawit. Puncak dekomposisi selulosa tersebut terdeteksi pada grafik DTA pada suhu sekitar 332°C (Monteiro dkk., 2012).

Pada suhu 425-475°C menunjukkan karakteristik dari dekomposisi lignin. Pada fiber yang tanpa proses alkalisasi menunjukkan puncak dekomposisi dengan intensitas tinggi pada suhu 450°C dibandingkan fiber dengan alkalisasi. Hal ini menunjukkan bahwa proses alkalisasi dengan NaOH menyebabkan hilangnya komponen lignin dari fiber. Persentase massa akhir yang tersisa pada fiber setelah pemanasan sampai dengan suhu 600°C yakni sebesar 1,6% pada fiber tanpa *treatment* dan sebesar 11,80% untuk fiber dengan *treatment*. Hasil TG-DTA menunjukkan bahwa fiber sabut kelapa sawit dengan proses alkalisasi NaOH menunjukkan ketahanan terhadap panas yang relatif tinggi dibandingkan fiber tanpa alkalisasi.

4. KESIMPULAN

Proses alkali *treatment* menggunakan larutan NaOH terhadap fiber sabut kelapa sawit dan pelepah pisang menyebabkan hilangnya komponen lignin dan hemiselulosa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *treatment* fiber dengan larutan NaOH 10% menghasilkan morfologi permukaan fiber yang lebih halus dan lebih bersih dibandingkan dengan fiber tanpa *treatment*. Proses *removal* lignin dan hemiselulosa melalui proses alkalisasi kedua jenis fiber

terdeteksi melalui pengujian FTIR. Hasil XRD menunjukkan bahwa persen kristalinitas (CR) dan indeks kristalinitas (CI) kedua jenis fiber mencapai nilai maksimum pada konsentrasi larutan 5% NaOH. Pada kondisi tersebut nilai CR dan CI fiber kelapa sawit masing-masing sebesar 58,97% dan 0,30. Pada sabut pisang diperoleh nilai CR dan CI masing-masing sebesar 61,75% dan 0,38. Hasil TGA menunjukkan bahwa sabut kelapa sawit dengan *treatment* 5% NaOH dan tanpa *treatment* menghasilkan massa hilang masing-masing sebesar 88,2% dan 98,4%. Proses *treatment* alkali menyebabkan peningkatan ketahanan panas pada fiber kelapa sawit.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdal-hay, A., Suardana, N.P.G., Jung, D.Y., Choi, K.S., dan Lim, J.K. 2012. Effect of Diameters and Alkali Treatment on the Tensile Properties of Date Palm Fiber Reinforced Epoxy Composites. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, 13(7): 1199–1206.
- Alawar, A., Hamed, A.M., dan Al-Kaabi, K. 2009. Characterization of Treated Date Palm Tree Fiber as Composite Reinforcement. *Composites Part B: Engineering*, 40(7): 601–606.
- Bessadok, A., Marais, S., Roudesli, S., Lixon, C., dan Metayer, M. 2008. Influence of Chemical Modifications on Water Sorption and Mechanical Properties of Agave Fibers. *Composites Part A*, 39: 29–45.
- Caldas, A., dos Santos, J.C., Panzera, T. H., dan Strecker, K. 2016. Mechanical Properties of Epoxy Banana Fibre Composite Treated with Sodium Carbonate. *Brazilian Conference on Composite Materials*, Gramado-Brazil.
- Cruz, J., dan Fangueiro, R. 2016. Surface Modification of Natural Fibers: A Review. *Procedia Engineering*, 155(2016): 285–288.
- Faruk, O., Bledzki, A.K., Fink, H.P., dan Sain, M. 2012. Biocomposites Reinforced with Natural Fibers: 2000-2010. *Progress in Polymer Science*, 37: 1552–1596.
- Herrera-Estrada, L., Pillay, S., dan Vaidya, U. 2008. Banana Fibre Composites for Automotive and Transportation Applications. *8th Annual Automotive Composites Conference and Exhibition (ACCE)*, Michigan-USA.
- Jordan, W., dan Chester, P. 2017. Improving the Properties of Banana Fiber Reinforced Polymeric Composites by Treating the Fibers. *Procedia Engineering*, 200: 283–289.
- Mittal, M., dan Chaudhary, R. 2018. Effect of Alkali Treatment on the Water Absorption of Pineapple Leaf Fiber. *International Journal of Technical Innovation in Modern Engineering & Science*, 4(12): 300–305.
- Narayanan, V. dan Elayaperumal, A. 2010. Banana Fiber Reinforced Polymer Composites-A Review. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 29: 2987–2396.
- Oliveira, F., Erkens, L., Fangueiro, R., dan Souto, A. 2012. Surface Modification of Banana Fibers by DBD Plasma Treatment. *Plasma*

- Chemistry and Plasma Processing*, 32(2): 259–273.
- Oushabi, A., Sair, S., Hassani, F.O., Abboud, Y., Tanane, O., dan El Bouari, A. 2017. The Effect of Alkali Treatment on Mechanical, Morphological, and Thermal Properties of Date Palm Fibers (DPFs): Study of the Interface of DPF-Polyurethane Composite. *South African Journal of Chemical Engineering*, 23: 116–123.
- Pommet, M., Juntaro, J., Heng, J.Y., Mantalaris, A., Lee, A.F., Wilson, K., Kalinka, G., dan Shaffer, M.S. 2008. Surface Modification of Natural Fibers Using Bacteria: Depositing Bacterial Cellulose onto Natural Fibers to Create Hierarchical Fiber Reinforced Nanocomposites. *Biomacromolecules*, 9(6): 1643–1651.
- Scalici, T., Fiore, V., dan Valenza, A. 2016. Effect of Plasma Treatment on the Properties of Arundo Donax L. Leaf Fibres and Its Bio-Based Epoxy Composites: A Preliminary Study. *Composites Part B: Engineering*, 94: 167–175.
- Siddika, S., Mansura, F., Hasan, M., dan Hassan, A. 2014. Effect of Reinforcement and Chemical Treatment of Fiber on the Properties of Jute-Coir Fiber Reinforced Hybrid Polypropylene Composites. *Fibers and Polymers*, 15(5): 1023–1028.
- Singh, S. dan Mohanty, A.K. 2007. Wood Fiber Reinforced Bacterial Bioplastic Composites: Fabrication and Performance Evaluation. *Composites Science and Technology*, 67: 1753–1763.
- Sood, M., Deepak, D., dan Gupta, V.K. 2018. Tensile Properties of Sisal Fiber/Recycled Polyethylene (High Density) Composite: Effect of Fiber Chemical Treatment. *Materials Today*, 5(2): 5673–5678.
- Suppakarn, N., dan Jarukumjorn, K. 2009. Mechanical Properties and Flammability of Sisal/PP Composites: Effect of Flame Retardant Type and Content. *Composites Part B: Engineering*, 40(7): 613–618.
- Wang, X., Chang, L., Shi, X., dan Wang, L. 2019. Effect of Hot-Alkali Treatment on the Structure Composition of Jute Fabrics and Mechanical Properties of Laminated Composites. *Materials*, 12(9): 1386–1398.
- Wong, K.J., Yousif, B.F., dan Low, K.O. 2010. Effects of Alkali Treatment on the Interfacial Adhesion of Bamboo Fibres. *Journal of Materials: Design and Applications*, 224(3): 139–148.
- Yan, L., Chouw, N., dan Jayaraman, K. 2014. Flax Fibre and Its Composites-A review. *Composites Part B: Engineering*, 56: 296–317.
- Zafeiropoulos, N.E., Vickers, P.E., Baillie, C.A., dan Watts, J.F. 2003. An Experimental Investigation of Modified and Unmodified Flax Fibres with XPS, ToF-SIMS and ATR-FTIR. *Journal of Materials Science*, 38(19): 3903–3914.