

## SINTESIS DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT FIBER SABUT KELAPA SAWIT DENGAN RESIN EPOKSI

Adhi Setiawan<sup>1</sup>, Tarikh Aziz Ramadani<sup>2</sup>, M. Luqman Ashari<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

<sup>3</sup> Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya  
Email: <sup>1</sup>adhistw23@gmail.com

### Abstrak

Penggunaan fiber alami sebagai penguat komposit polimer epoksi saat ini menjadi perhatian bagi peneliti karena bersifat ramah lingkungan sehingga dapat menggantikan fiber gelas atau karbon dalam aplikasi teknik. Sabut kelapa sawit merupakan salah satu jenis fiber alami yang banyak dihasilkan oleh industri minyak goreng sebagai komponen limbah. Modifikasi permukaan fiber dengan larutan NaOH menjadi salah satu faktor yang menentukan tingkat adhesi pada matriks polimer epoksi. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh perlakuan alkali terhadap morfologi dan karakteristik fiber. Selain itu, pengaruh komposisi sabut kelapa sawit terhadap sifat mekanik komposit telah dipelajari. Perlakuan alkali pada fiber dilakukan menggunakan larutan natrium hidroksida 10% wt. Morfologi dan karakteristik sabut kelapa sawit sebelum dan setelah perlakuan alkali dianalisis menggunakan SEM-EDX, XRD, dan FTIR. Uji tarik dilakukan pada komposit dengan fiber dengan dan tanpa perlakuan alkali larutan NaOH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan alkali menyebabkan morfologi permukaan fiber lebih halus akibat hilangnya komponen lignin dan hemiselulosa. Perlakuan alkali fiber dapat meningkatkan nilai kekuatan tarik komposit. Komposit dengan komposisi fiber dan resin sebesar 4%:96% berat yang telah mengalami perlakuan alkali memiliki kekuatan tarik maksimum yakni sebesar 21,60 MPa.

**Kata Kunci:** *perlakuan alkali, epoksi, komposit fiber.*

### Abstract

*The use of natural fiber as reinforcement for epoxy polymer composites is currently a concern for researchers because it is environmentally friendly so it can replace glass fiber or carbon in engineering applications. Palm fiber is a type of natural fiber that is produced by the cooking oil industry as a component of waste. The surface modification of fiber with NaOH solution is one of the factors that determines level of adhesion to the epoxy polymer matrix. This study to analyze the effect of alkali treatment on the morphology and characteristics of fiber. In addition, the effect of palm fiber composition on the mechanical properties of composites were studied. Alkali treatment on fiber was carried out using 10% wt sodium hydroxide solution. The morphology and characteristics palm fiber before and after alkali treatment were analyzed using SEM-EDX, XRD, and FTIR. Tensile tests were carried out on composites with treated fibers and without treatment with sodium hydroxide solution. The results showed that alkali treatment caused the surface morphology of the fiber to be finer due to the loss of lignin and hemicellulose components. Alkali treatment fiber can increase the tensile strength. Composites with fiber and resin composition of 4%: 96% wt that have undergone alkali treatment have a maximum tensile strength of 21.60 MPa.*

**Keywords:** *alkali treatment, epoxy, fiber composite.*

## I. PENDAHULUAN

Komposit merupakan perpaduan dari dua material atau lebih dengan perbedaan sifat fisika dan kimia tetapi masing-masing komponen pembentuknya masih dapat dibedakan secara jelas di dalam produk akhirnya. Penggunaan material komposit saat ini berkembang cukup pesat dalam menggantikan produk logam dan paduan dalam struktur maupun konstruksi karena sifatnya yang ringan, ketahanan kimia dan korosi yang baik, serta memiliki kekuatan dan kekakuan yang tinggi (Kumar dkk., 2016). Perkembangan kemajuan material komposit saat ini mulai beralih pada penggunaan fiber alami sebagai bahan penguatnya karena sifatnya yang ramah lingkungan, harganya relatif murah, serta mudah terurai oleh lingkungan (Ramachandran dkk., 2016). Fiber alami pada umumnya mengandung lignin, hemiselulosa, dan selulosa dengan komposisi cukup bervariasi antara spesies tanaman satu dengan yang lainnya. Bahkan, fiber alami sudah diaplikasikan sebagai pengganti fiber kaca dan karbon pada aplikasi teknik seperti halnya pembuatan komponen pada industri otomotif dan perkapalan sehingga menghasilkan kombinasi sifat mekanik yang baik dengan berat material yang ringan (Sood dkk., 2018).

Pada umumnya fiber tanaman dapat dimanfaatkan sebagai penguat matriks polimer. Fiber tanaman bersifat dapat diperbaharui serta memiliki ketersediaan yang cukup melimpah. Beberapa jenis polimer yang seringkali digunakan digunakan sebagai matriks antara lain vinil ester, polietilen, epoksi, dan resin polisester (Benin dkk., 2015). Penggunaan fiber alami sebagai pengganti fiber sintetis pada fabrikasi komposit mengalami peningkatan yang cukup signifikan dalam beberapa tahun terakhir karena permasalahan lingkungan serta peningkatan harga material sintetis (Agarwal dkk., 2015). Bahkan, penggunaan fiber sintetis seperti halnya fiber karbon dan gelas bersifat sulit terdegradasi sehingga menimbulkan masalah pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, pengembangan komposit ramah lingkungan telah menarik banyak perhatian bagi peneliti di bidang komposit. Pada Tahun 2010 diperkirakan sebanyak 315 ribu ton fiber alam telah dibuat menjadi komposit. Jumlah tersebut menyumbang hampir 13% dari total bahan penguat yang telah digunakan termasuk diantaranya yakni fiber karbon, fiber gelas, dan fiber alami. Pada Tahun 2020 penggunaan fiber alami sebagai komposit diperkirakan meningkat sampai dengan 830 ribu ton

(Yan dkk., 2014). Beberapa jenis fiber alami yang berpotensi digunakan sebagai komposit antara lain fiber rami, pisang, bambu, kelapa, sisal, kelapa sawit, dan kapas (Huang dan Young, 2019). Penggunaan fiber tanaman tersebut cukup menguntungkan karena densitasnya rendah, murah, dapat diperbaharui, dan mudah diuraikan oleh lingkungan. Penggunaan fiber alami sebagai pengganti fiber sintetis dapat mereduksi berat komposit sampai dengan 40% serta mampu meningkatkan kekuatan lentur, kekakuan, serta duktilitas material (Fragassa, 2017)

Berdasarkan pertimbangan tersebut maka fiber kelapa sawit dapat menjadi alternatif sebagai penguat pada matriks polimer. Tanaman kelapa sawit telah dibudidayakan hampir di 42 negara dengan luas lahan mencapai hampir 11 juta hektar yang meliputi negara Amerika Latin, Afrika Barat, dan Asia Tenggara. Indonesia dan Malaysia adalah produsen kelapa sawit terbesar di dunia. Hal ini menunjukkan bahwa kelapa sawit merupakan tanaman penghasil minyak nabati tertinggi di dunia. Namun, peningkatan produksi minyak nabati diperkirakan menghasilkan 1,1 ton limbah sabut kelapa sawit untuk setiap ton minyak yang diproduksi (Kakou dkk., 2014). Selama ini limbah sabut kelapa sawit di industri minyak nabati terbatas pemanfaatannya hanya sebagai bahan bakar boiler. Namun pembakaran sabut kelapa sawit menghasilkan emisi gas yang berpotensi mencemari udara.

Sifat mekanik dari komposit polimer yang diperkuat dari fiber alami dipengaruhi oleh sifat fiber serta ikatan antarmuka antara matriks dengan fiber. Penggunaan fiber alami termasuk sabut kelapa sawit secara langsung pada pembuatan komposit dapat menurunkan sifat mekanik komposit. Hal tersebut disebabkan karena permukaan fiber alami bersifat hidrofilik sedangkan hampir semua polimer sintetis bersifat hidrofobik (Sood dkk., 2018). Pada umumnya kegagalan mekanis dari komposit fiber diakibatkan oleh pelepasan fiber (*debonding*) dan kerusakan fiber. Peran matriks di dalam komposit yang diperkuat fiber untuk mentransfer beban ke fiber melalui tegangan geser pada antarmuka antara matriks dengan fiber. Proses ini membutuhkan ikatan yang baik antara matriks polimer dan fiber. Oleh karena itu, untuk memperbaiki sifat mekanik dan ikatan antarmuka dari fiber alam diperlukan perlakuan awal secara kimia (Thakur dkk., 2012).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa modifikasi secara kimia dapat meningkatkan sifat mekanik pada komposit yang diperkuat fiber alami.

Wong dkk. (2010) melaporkan bahwa perlakuan alkali meningkatkan nilai strain dan *ductility* komposit fiber bambu di dalam matriks poliester dibandingkan dengan fiber bambu tanpa perlakuan kimia. Namun, peningkatan konsentrasi alkali dapat menurunkan sifat mekanik komposit. Jordan dan Chester (2017) menggunakan senyawa peroksida dan kalium permanganat sebagai perlakuan fiber pisang pada komposit dengan matriks LDPE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dengan larutan peroksida meningkatkan kekuatan tarik fiber sedangkan perlakuan permanganat memiliki pengaruh yang tidak dapat diperkirakan secara pasti pada sifat tarik fiber individu. Reddy dkk. (2015) menggunakan senyawa silane pada modifikasi permukaan sabut buah siwalan sebagai komposit dengan matriks epoksi. Penggunaan silane sebagai reagen pada perlakuan kimia dapat meningkatkan kekuatan tarik serta modulus pada komposit. Bodur dkk. (2016) menggunakan senyawa *maleic anhidride* sebagai perlakuan kain katun sebagai komposit di dalam matriks LDPE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan masing-masing sebesar 65% dan 55% pada kekuatan tarik dan modulus Young komposit dengan perlakuan 5% anhidrida maleat dibandingkan dengan komposit tanpa perlakuan.

Informasi tentang pengaruh perlakuan alkali menggunakan larutan NaOH pada karakteristik sabut kelapa sawit serta sifat mekanik komposit polimer epoksi belum dijelaskan lebih detail pada penelitian sebelumnya. Penggunaan larutan NaOH memiliki kelebihan antara lain harganya yang relatif murah serta cukup efektif dalam memodifikasi permukaan fiber. Resin epoksi merupakan polimer dengan tingkat adhesi serta memiliki karakteristik pembasahan yang relatif baik pada sebagian besar permukaan. Resin epoksi bersifat keras, kaku, dan tidak menjadi cacat atau melunak ketika dipanaskan. Resin epoksi dapat membentuk ikatan kovalen dengan fiber lignoselulosa yang menghasilkan antarmuka yang kuat saat diaplikasikan sebagai material komposit.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh perlakuan alkali NaOH terhadap morfologi permukaan sabut kelapa sawit serta pengaruh komposisi sabut kelapa sawit terhadap sifat kekuatan tarik dan daya absorptivitas komposit sabut kelapa sawit pada matriks epoksi.

## II. METODE

### Bahan

Bahan baku utama yang digunakan pada pembuatan komposit antara lain sabut buah kelapa sawit yang merupakan limbah dari industri minyak

goreng, komersial grade resin epoksi dan hardener (Avian Brand), NaOH (Merck).

### Preparasi dan Pembuatan Komposit

Sebanyak 200 g sabut kelapa sawit dibersihkan menggunakan aquadest untuk menghilangkan kotoran seperti pasir, debu, dan endapan lainnya yang menempel pada permukaan fiber. Sabut kelapa sawit selanjutnya dikeringkan di dalam oven pada suhu 60 °C selama 24 jam. Sabut yang telah dikeringkan selanjutnya direndam menggunakan 2 liter larutan NaOH 10%. Perendaman sabut kelapa pada larutan NaOH dilakukan selama 24 jam pada suhu normal. Sabut kelapa sawit yang telah direndam selanjutnya dicuci dengan aquadest untuk menghilangkan sisa basa dan dikeringkan di dalam oven pada suhu 60 °C selama 24 jam. Gambar 1 menunjukkan sabut kelapa sawit yang telah dibersihkan dan dikeringkan.



Gambar 1. Sabut kelapa sawit yang telah dibersihkan

Sabut kelapa sawit yang telah dikeringkan dipotong dengan panjang rata-rata 20 mm. Sabut kelapa sawit selanjutnya dicampur dengan campuran resin epoksi-hardener (1:1). Resin dan sabut selanjutnya diaduk sehingga diperoleh distribusi campuran yang merata. Variasi komposisi sabut kelapa dengan resin yaitu 2% : 98%, 4% : 96%, 6% : 94%, dan 8% : 92% berat. Campuran komposit tersebut selanjutnya dituangkan pada cetakan yang terbuat dari plat baja dengan dimensi 45 cm x 4 cm x 1 cm dan ditekan secara mekanis agar diperoleh permukaan yang rata. Gambar 2 menunjukkan bentuk cetakan komposit. Komposit yang dicetak selanjutnya dibiarkan mengering dan mengeras selama 24 jam pada suhu normal.

### Karakterisasi Fiber dan Komposit

Morfologi sabut kelapa sawit dan komposit dianalisis menggunakan metode Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX) yang dioperasikan pada 20 KV. Analisis Morfologi sabut kelapa sawit dan komposit dilakukan pada kondisi fiber tanpa perlakuan serta dengan perlakuan alkali larutan NaOH. Hasil SEM fiber dapat diolah lebih lanjut menggunakan software

Image J untuk menentukan diameter rata-rata dari fiber sebelum dan setelah perlakuan basa.

Analisis kristalinitas sabut kelapa sawit menggunakan X-Ray Diffraction (XRD). Analisis XRD dilakukan pada interval sudut  $15^{\circ}$ - $50^{\circ}$ .

Analisis struktur kimia yang menunjukkan gugus fungsi pada sabut kelapa sawit dan komposit dilakukan menggunakan metode Fourier Transform Infrared (FT-IR) ada panjang gelombang  $4000-400\text{ cm}^{-1}$ .



Gambar 2 .Cetakan komposit resin epoksi dan sabut kelapa sawit

### Uji Penyerapan Air

Pengujian kemampuan komposit dalam menyerap air dilakukan dengan metode immersi berdasarkan ASTM D 570-98. Spesimen dipotong dengan ukuran panjang 76,2 mm serta lebar 25,4 mm dengan bagian tepi potongan dihaluskan dengan cara diampelas. Spesimen selanjutnya dikeringkan di dalam oven pada suhu  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam. Spesimen yang telah dikeringkan selanjutnya ditimbang dan direndam seluruhnya ke dalam 1000 mL aquadest selama 24 jam. Spesimen selanjutnya dibersihkan dengan kain kering dan ditimbang. Persentase jumlah air yang diserap dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1) berikut:

$$\text{jumlah air yang diserap (\%)} = \frac{W_t - W_i}{W_i} \times 100\% \quad (1)$$

Dengan  $W_t$  dan  $W_i$  masing-masing merupakan massa (g) komposit sebelum dan setelah direndam di dalam air.

### Uji Kekuatan Tarik Komposit

Pengujian kekuatan tarik dilakukan menggunakan Universal Testing Machine (UTM) Shimadzu UH-600 KNI pada sampel komposit dengan fiber tanpa dan dengan perlakuan NaOH. Spesifikasi peralatan UTM disajikan pada Tabel 1. Standar pengujian berdasarkan standar ASTM D-3039. Gambar 3. menunjukkan sampel yang akan di uji sifat tariknya.

Tabel 1. Spesifikasi alat uji tarik

Spesifikasi	Keterangan
Kapasitas beban (KN)	600
Maks. <i>Grip span</i> (mm)	900
Ram <i>speed range</i> (mm/menit)	0,1-80

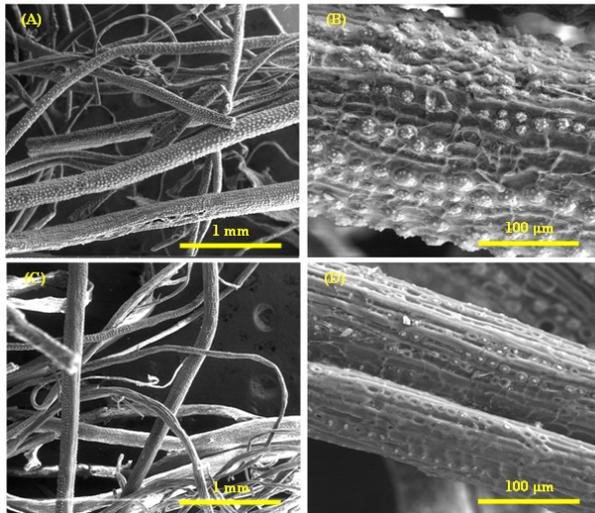


Gambar 3. Sampel komposit pada uji kekuatan tarik

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Larutan NaOH 5% berpengaruh terhadap morfologi permukaan dari sabut kelapa sawit sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4. Hasil SEM menunjukkan bahwa sabut kelapa sawit berbentuk silinder panjang dengan lapisan luar yang tersusun dari komponen lignin. Proses removal komponen tersebut dapat mengarah pada meningkatnya ikatan antar muka antara fiber dengan komponen matriks. Proses perlakuan permukaan memiliki peranan yang cukup penting dalam membersihkan permukaan fiber terhadap komponen pengotor (Sood dkk., 2018). Hasil SEM menunjukkan bahwa fiber kelapa sawit tanpa proses perlakuan alkali memiliki permukaan yang relatif kasar akibat adanya lapisan lignin, hemiselulosa, serta pengotor lainnya dalam bentuk minyak atau *waxes*.

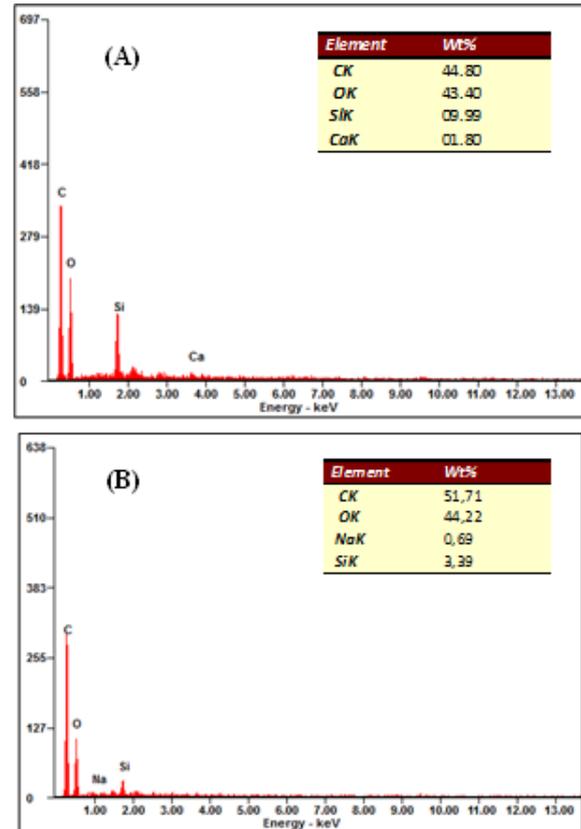
Proses perlakuan alkali menyebabkan lapisan lignin, hemiselulosa, serta pengotor lainnya menjadi hilang sehingga permukaan fiber terlihat lebih halus dan rata. Selain itu, proses perlakuan alkali menyebabkan diameter fiber tereduksi 37,6% dibandingkan dengan ukuran fiber tanpa perlakuan alkali. Hasil analisis menunjukkan bahwa diameter rata-rata fiber tanpa perlakuan dan dengan perlakuan masing-masing sekitar  $170\text{ }\mu\text{m}$  dan  $106\text{ }\mu\text{m}$ . Perlakuan alkali fiber menyebabkan sebagian kandungan fiber terekstraksi keluar sehingga mengakibatkan fiber menyusut. Oushabi dkk. (2017) dalam penelitiannya melaporkan hal yang serupa bahwa alkalisasi fiber kurma dapat memodifikasi topografi permukaan sehingga menyebabkan permukaan fiber terlihat lebih halus daripada permukaan fiber yang tanpa melalui perlakuan alkali. Selain itu, alkalisasi menyebabkan penurunan diameter fiber akibat hilangnya sebagian komponen yang terkandung di dalam fiber.



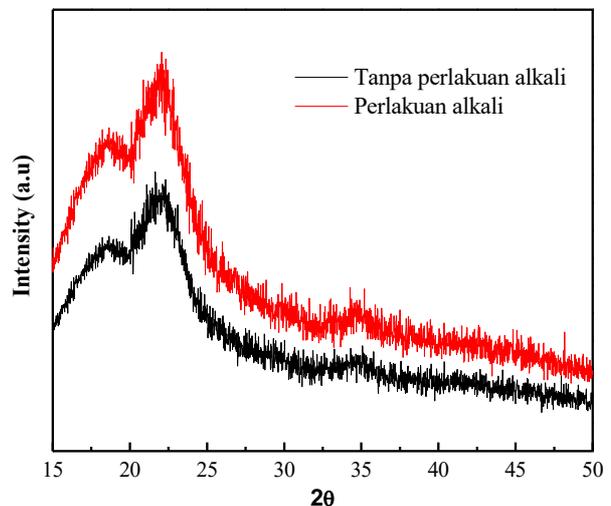
Gambar 4. SEM sabut kelapa sawit sebelum perlakuan alkali (A dan B) dan setelah perlakuan alkali (C dan D)

Gambar 5 menunjukkan EDX sabut kelapa sawit sebelum dan setelah perlakuan alkali. Hasil analisis menunjukkan fiber alami merupakan material yang sebagian besar tersusun dari unsur karbon dan oksigen. Komponen mineral penyusun seperti halnya Silikon dan kalsium terdeteksi namun dalam jumlah yang relatif kecil dibandingkan dengan karbon dan oksigen. Selain itu, proses perlakuan alkali menyebabkan peningkatan komposisi karbon pada fiber. Bahkan perbandingan unsur O/C pada fiber setelah perlakuan alkali lebih kecil dibandingkan sebelum mengalami perlakuan alkali. Besarnya nilai O/C pada fiber tanpa dan dengan perlakuan basa masing-masing sebesar 0,97 dan 0,85. Perlakuan basa pada fiber menurunkan nilai O/C sebesar 0,12. Penurunan nilai O/C cenderung menghasilkan sifat fiber yang hidrofobik dan sifat absorpsi air yang rendah (Sgriccia dkk., 2008).

Hasil XRD pada Gambar 6 menunjukkan bahwa proses perlakuan alkali menyebabkan peningkatan kristalinitas fiber terutama pada sudut puncak  $2\theta$  sekitar  $16,64^\circ$  dan  $22,31^\circ$ . Peningkatan kristalinitas disebabkan hilangnya lapisan hemiselulosa dan lignin yang bersifat amorf. Proses perlakuan alkali menggunakan larutan NaOH pemutusan ikatan antar hidrogen molekul selulosa dengan daerah kristal di sekitarnya. Fraksi amorf seperti hemiselulosa memiliki berat molekul lebih rendah daripada selulosa serta bersifat amorf sehingga tidak memiliki hambatan aksesibilitas seperti halnya kristal selulosa. Hal ini menyebabkan fraksi amorf lebih mudah terhidrolisis sehingga menyebabkan derajat kristalinitas fiber meningkat (Suryanto dkk., 2014).



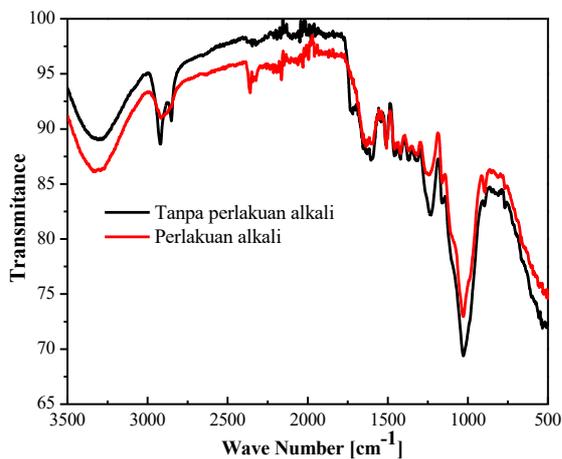
Gambar 5. EDX sabut kelapa sawit (A) sebelum perlakuan (B) setelah perlakuan alkali



Gambar 6. XRD sabut kelapa sawit sebelum dan setelah perlakuan alkali

Gambar 7 menunjukkan spektra FTIR yang menunjukkan struktur kimia sabut kelapa sawit sebelum dan setelah dilakukan alkali treatment. Pada area  $3338\text{ cm}^{-1}$  terdeteksi puncak yang menunjukkan gugus hidroksil -OH dari ikatan selulosa serta ikatan intra-hidrogen dari air yang terserap. Pada fiber sebelum mengalami perlakuan alkali terdeteksi puncak pada area  $2851\text{ cm}^{-1}$  dan  $2920\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan gugus C-H dari

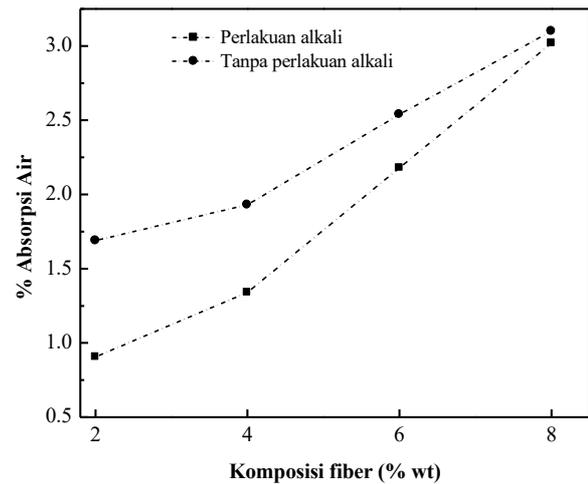
kelompok metil dan metilen di dalam struktur mekululosa serta hemiselulosa. Proses perlakuan alkali menyebabkan puncak pada area 2920  $\text{cm}^{-1}$  menghilang akibat hilangnya komponen hemiselulosa pada permukaan fiber. Pada area 1730  $\text{cm}^{-1}$  terdeteksi puncak yang menunjukkan adanya gugus karbonil C=O dari komponen hemiselulosa dan lignin pada fiber (Das, 2017). Kedua gugus tersebut menghilang setelah dilakukan proses perlakuan alkali pada fiber. Pada fiber yang telah mengalami perlakuan alkali terdapat penurunan intensitas puncak pada area 1231, 1243, dan 1508  $\text{cm}^{-1}$ . Penurunan intensitas peak tersebut disebabkan proses removal hemiselulosa oleh larutan alkali. Hasil analisis FTIR tersebut menunjukkan bahwa proses perlakuan alkali memiliki pengaruh yang cukup signifikan dalam memodifikasi struktur kimia dari sabut kelapa sawit melalui proses penghilangan komponen hemiselulosa dan lignin pada permukaan fiber.



Gambar 7. FTIR sabut kelapa sawit sebelum dan setelah perlakuan alkali

Gambar 8 menunjukkan hasil pengujian kemampuan absorpsi terhadap air. Persentase jumlah air yang terabsorpsi tergantung pada komposisi matriks dan fiber di dalam komposit. Kemampuan dalam penyerapan air disebabkan adanya gugus hidroksil pada material fiber melalui pembentukan ikatan hidrogen (Abdul Khalil dkk., 2011). Penyerapan air tersebut terjadi melalui pori-pori antarmuka fiber-matriks. Pada umumnya fiber alami tanaman mengandung gugus hidroksil selulosa bebas yang dapat menyerap air. Selain itu, rendahnya persentase penyerapan air disebabkan sifat hidrofobik matriks epoksi dan perlakuan alkali terhadap fiber. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fiber dengan perlakuan alkali memiliki daya serap air yang lebih rendah dibandingkan dengan komposit fiber tanpa proses perlakuan alkali. Kandungan air maksimum terjadi pada komposit dengan komposisi

fiber sebesar 8% wt dengan persentase air yang terserap sebesar 3,1% pada komposit fiber yang mengalami perlakuan alkali dan sebesar 3% pada komposit fiber tanpa perlakuan basa. Proses alkalisasi fiber kelapa sawit dengan larutan NaOH menyebabkan penurunan sifat hidrofilik fiber akibat berkurangnya jumlah gugus hidroksil. Penurunan gugus hidroksil disebabkan terjadinya reaksi antara gugus hidroksil dan NaOH sehingga menghasilkan komposit dengan daya serap yang relatif lebih rendah terhadap air (Reddy dkk., 2018).



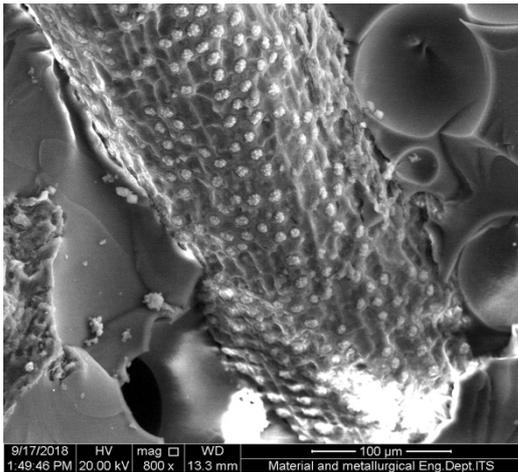
Gambar 8. Daya Absorpsi komposit terhadap air menggunakan fiber sebelum dan setelah perlakuan alkali

Tabel 2. Nilai kekuatan tarik komposit

Komposisi	Kekuatan tarik (MPa)		Peningkatan kekuatan tarik (%)
	Tanpa perlakuan alkali	Dengan perlakuan alkali	
2% Sabut kelapa sawit : 98 % Epoksi	3,50	19,84	466,85
4% Sabut kelapa sawit : 96 % Epoksi	4,34	21,6	397,69
6% Sabut kelapa sawit : 94 % Epoksi	6,79	7,10	4,56
8% Sabut kelapa sawit : 92 % Epoksi	3,30	4,40	33,30

Tabel 2 menunjukkan hasil uji kekuatan tarik komposit sabut kelapa sawit pada kondisi tanpa dan dengan proses alkalisasi. Peningkatan kekuatan tarik tersebut dapat mengindikasikan bahwa fiber dapat berperan sebagai *transfer stress* untuk matriks epoksi. Sedangkan penurunan nilai kekuatan tarik tersebut disebabkan karena jumlah resin epoksi tidak cukup untuk mendispersikan dengan baik ke fiber

sabut kelapa sawit sehingga mengakibatkan penurunan sifat tarik komposit (Reddy dkk., 2015). Hal ini didukung oleh penelitian sebelumnya bahwa sintesis komposit dari kombinasi fiber sisal dan polimer HDPE. Penurunan sifat tarik komposit terjadi ketika komposisi fiber sisal ditingkatkan dari 7,5% berat sampai dengan 15% berat. Pada komposisi 7,5% berat diperoleh nilai tarik sebesar 19,27 MPa dan menurun menjadi 17,96 Mpa pada komposisi 15% berat (Sood dkk., 2018).



Gambar 9. SEM komposit dengan perlakuan alkali

Morfologi area patahan hasil uji tarik komposit *fiber* dengan perlakuan alkali pada komposisi *fiber* 2% wt ditunjukkan pada Gambar 9. Hasil analisis SEM menunjukkan bahwa ikatan antar muka *fiber* dengan matriks epoksi dapat terikat secara baik sehingga dapat mengarah pada perbaikan sifat mekanik dari komposit. Hal tersebut telah dibuktikan dari uji tarik yang menunjukkan bahwa sifat tarik komposit *fiber* dengan alkalisasi lebih baik dibandingkan dengan komposit *fiber* tanpa alkalisasi. Perbaikan ikatan antar muka matriks dan *fiber* pada komposit disebabkan adanya penggunaan larutan NaOH 10% sehingga menyebabkan hilangnya sebagian komponen hemiselulosa sehingga menciptakan topografi permukaan yang dapat memfasilitasi terbentuknya *mechanical interlocking* sehingga dapat memperbaiki sifat mekanik komposit.

#### IV. PENUTUP

##### Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sabut kelapa sawit dapat digunakan sebagai komposit yang ramah lingkungan dengan kombinasi polimer epoksi. Proses perlakuan alkali pada sabut kelapa sawit menggunakan larutan NaOH 10% dapat

menghilangkan komponen lignin, hemiselulosa, serta pengotor lainnya dalam bentuk minyak atau *waxes* sehingga mengarah pada peningkatan ikatan antar muka antara fiber dengan polimer epoksi. Hasil pengujian kekuatan tarik menunjukkan bahwa komposit dengan fiber yang mengalami perlakuan alkali memiliki kekuatan tarik lebih tinggi dibandingkan dengan komposit dengan fiber tanpa perlakuan alkali. Kekuatan tarik maksimum komposit diperoleh pada komposisi fiber 4% berat dengan perlakuan alkali yakni sebesar 21,60 Mpa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit dengan fiber yang mengalami perlakuan alkali memiliki daya serap air yang lebih rendah dibandingkan komposit dengan fiber tanpa perlakuan alkali. Kandungan air maksimum terjadi pada komposit dengan komposisi fiber sebesar 8% wt pada kedua jenis perlakuan.

##### Saran

Hasil penelitian komposit dapat dilanjutkan dengan menggunakan jenis resin polivinil alkohol (PVA) serta dikombinasi dengan fiber alam lainnya untuk menghasilkan peningkatan kekuatan mekanik.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal, R., Ramachandran, M., and Ratnam, S.J., 2015. "Tensile Properties of Reinforced Plastic Material Composites With Natural Fiber and Filler Material." *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, Vol. 10, No. 5, pp. 2217–2220.
- Benin, M.A., Ratnam, S.J., and Ramachandran, M., 2015. "Comparative Study of Tensile Properties on Thermoplastic & Thermosetting polymer composites." *International Journal of Applied Engineering*, Vol. 10, No. 11, pp. 10109–10113.
- Bodur, M.S., Bakkal, M., and Sonmez, H.E., 2016. "The Effects of Different Chemical Treatment Methods on The Mechanical and Thermal Properties of Textile Fiber Reinforced Polymer Composites." *Journal of Composite Materials*, Vol. 50, No. 27, pp. 3817–3830.
- Das, S., 2017. "Mechanical Properties of Waste Paper/Jute Fabric Reinforced Polyester Resin Matrix Hybrid Composites." *Carbohydrate Polymers*, Vol. 172, pp. 60–67
- Fragassa, C., 2017. *Marine Applications of Natural Fibre-Reinforced Composites: A Manufacturing Case Study*. in *Advances in Applications of Industrial Biomaterials* (pp.

- 21–47). 1<sup>st</sup> edition. Switzerland: Springer International Publishing
- H. P. S, Abdul Khalil, Jawaid, M., and Abu Bakar, A., 2011. “Woven Hybrid Composites: Water Absorption and Thickness Swelling Behaviours.” *Bioresources*, Vol. 6, No. 2, pp. 1043–1052.
- Huang, J.K., and Young, W.B., (2019). “The Mechanical, Hygral, and Interfacial Strength of Continuous Bamboo Fiber Reinforced Epoxy Composites.” *Composites Part B: Engineering*, Vol. 166, pp. 272–283.
- Jordan, W., and Chester, P., 2017. “Improving the Properties of Banana Fiber Reinforced Polymeric Composites by Treating the Fibers.” *Procedia Engineering*, Vol. 200, pp. 283–289
- Kakou, C.A., Arrakhiz, F.Z., Trokourey, A., Bouhfid, R., Qaiss, A., and Rodrigue, D., 2014. “Influence of Coupling Agent Content on The Properties of High Density Polyethylene Composites Reinforced With Oil Palm Fibers”. *Material & Design*, Vol. 63, pp. 641–649.
- Kumar, S., Deka, K., and Suresh P., 2016. “Mechanical Properties of Coconut Fiber Reinforced Epoxy Polymer Composites.” *International Research Journal of Engineering and Technology*, Vol. 3, No. 7, pp. 1334–1336.
- Oushabi, A., Sair, S., Hassani, F.O., Abboud, Y., Tanane, O., and 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*, Vol. 23, pp. 116–123.
- Ramachandran, M., Bansal, S., and Raichurkar P., 2016. “Experimental Study of Bamboo Using Banana and Linen Fibre Reinforced Polymeric Composites.” *Perspectives in Science*, Vol. 8, pp. 313–316.
- Reddy, B.M., Reddy, Y.V.M., and Reddy, B.C.M., 2018. “Effect of Alkali Treatment on Mechanical, Water Absorption and Chemical Resistance Properties of Cordia-Dichotoma Fiber Reinforced Epoxy Composites.” *International Journal of Applied Engineering Research*, Vol. 13, No. 6, pp. 3709–3715.
- Reddy, K.O., Maheswari, C.U., Reddy, K.R., Shukla, M., Muzenda, E., and Rajulu, A.V., 2015. “Effect of Chemical Treatment and Fiber Loading on Mechanical Properties of Borassus (Toddy Palm) Fiber/Epoxy Composites.” *International Journal of Polymer Analysis and Characterization*, Vol. 20, No. 7, pp. 612–626.
- Sgriccia, N., Hawley, M. C., and Misra, M., 2008. “Characterization of Natural Fiber Surfaces and Natural Fiber Composites.” *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, Vol. 39, No. 10, pp. 1632–1637.
- Suryanto, H., Marsyahyo, E., Irawan, Y.S., and Soenoko, R., 2014. “Effect of Alkali Treatment on Crystalline Structure of Cellulose Fiber From Mendong (*Fimbristylis globulosa*) Straw.” *Key Engineering Materials*, Vol. 594, No. 720–724.
- Sood, M., Deepak, D., and Gupta, V.K., 2018. “Tensile Properties of Sisal Fiber/Recycled Polyethylene (High Density) Composite: Effect of Fiber Chemical Treatment.” *Materials Today*, Vol. 5, No. 2, pp. 5673–5678.
- Thakur, V.K, Singha, A.S, and Thakur, M.K., 2012. “Green Composites from Natural Fibers: Mechanical and Chemical Aging Properties.” *International Journal of Polymer Analysis and Characterization*, Vol. 17, No. 6, pp. 401–407.
- Wong, K.J., Yousif, B.F., and Low, K.O., 2010. “Effects of Alkali Treatment on The Interfacial Adhesion of Bamboo Fibres.” *Journal of Materials: Design and Applications*, Vol. 224, No. 3, pp. 139–148.
- Yan, L., Chouw, N., and Jayaraman, K., 2014. “Flax Fibre and Its Composites—A Review.” *Composites Part B: Engineering*, Vol. 56, pp. 296–317.