



PENGARUH DAYA PEMANASAN MICROWAVE OVEN TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT SERAT DAUN NANAS BERMATRIK EPOXY

THE EFFECT OF MICROWAVE OVEN HEATING POWER ON TENSILE STRENGTH OF PINEAPPLE LEAF FIBER COMPOSITES

Redi Bintarto¹⁾, Moch. Syamsul Ma'arif²⁾, Fransisca Gayuh Utami Dewi³⁾, Sugiarto⁴⁾, Nurkholis Hamidi⁵⁾, Pudya Heryana⁶⁾

^{1,2,3,4,5,6} Program Studi Teknik Mesin, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia
email: redibintarto@ub.ac.id¹⁾*

Received:
12 Desember
2021

Accepted:
30 Desember
2021

Published:
31 Desember
2021

© 2021 SJME
Kinematika All
Rights Reserved.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh daya pemanasan microwave oven pada serat daun nanas terhadap kekuatan tarik komposit bermatrik epoxy. Pada penelitian ini penguat komposit yang digunakan ialah serat daun nanas tanpa perlakuan dan serat daun nanas yang dipanaskan menggunakan microwave oven dengan daya 250W, 440W, dan 715W selama 15 menit setelah diberi perendaman NaOH 6% selama 2 jam. Metode pembuatan komposit yang digunakan adalah metode vacuum assisted resin infusion. Pengujian tarik dilakukan pada spesimen komposit berpenguat serat daun nanas sesuai standar ASTM D638-01. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi daya pemanasan microwave oven menghasilkan nilai kekuatan tarik komposit yang semakin tinggi dikarenakan adhesi antara serat dengan matriks epoxy yang semakin baik. Kekuatan tarik tertinggi didapat pada komposit berpenguat serat daun nanas dengan daya pemanasan 715W sebesar 147,9 MPa, selanjutnya pemanasan dengan daya 440W sebesar 136,6 MPa, pemanasan dengan daya 250W sebesar 125,5 MPa, dan terendah pada spesimen komposit serat daun nanas tanpa perlakuan sebesar 107,1 MPa. Selain itu hasil SEM juga menunjukkan semakin kasarnya permukaan serat seiring ditambahnya daya pemanasan dan hasil wettability juga menunjukkan bahwa kemampu basahan antara serat dengan matriks epoxy semakin baik seiring meningkatnya daya pemanasan microwave oven.

Kata Kunci: serat daun nanas, daya pemanasan, komposit, kekuatan tarik

Abstract

This study aims to determine the effect of microwave oven heating power on pineapple leaf fiber on the tensile strength of epoxy matrix composites. In this study, the composite reinforcement used was pineapple leaf fiber without treatment and pineapple leaf fiber heated using a microwave oven with 250W, 440W, and 715W power for 15 minutes after being given 6% NaOH immersion for 2 hours. The composite manufacturing method used is the vacuum assisted resin infusion method. Tensile testing was carried out on pineapple leaf fiber reinforced composite specimens according to ASTM D638-01 standard. The

results showed that the higher the heating power of the microwave oven, the higher the tensile strength of the composite due to the better adhesion between the fiber and the epoxy matrix. The highest tensile strength was obtained in the pineapple leaf fiber-reinforced composite with a heating power of 715W of 147.9 MPa, then heating with a power of 440W of 136.6 MPa, heating with a power of 250W of 125.5 MPa, and the lowest on specimens of pineapple leaf fiber composite without treatment of 107.1 MPa. In addition, the SEM results also show that the surface roughness of the fiber increases with the addition of heating power and the wettability results also show that the wettability between the fiber and the epoxy matrix is getting better as the heating power of the microwave oven increases.

Keywords: *pineapple leaf fiber, heating power, composite, tensile strength*

DOI: 10.20527/sjmekinematika.v6i2.207

Bintarto, R., Ma'arif M.S., Dewi, F.G.U., Sugiarto., Hamidi N., & Heryana P., "Pengaruh Daya Pemanasan Microwave Oven Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Daun Nanas Bermatrik Epoxy". *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 6(2), 182-193, 2021.

PENDAHULUAN

Teknologi material yang berkembang saat ini, terutama dalam bidang manufaktur yang menggunakan komposit telah menjadi bahasan baru dalam teknologi bahan saat ini. Kekuatan dan kekakuan dari suatu serat alam tergantung pada kandungan selulosanya. Perlakuan NaOH meningkatkan kandungan selulosa melalui penghilangan hemiselulosa dan lignin pada serat, yang secara tidak langsung memberikan pengaruh terhadap kekuatan tarik dan kekuatan bending pada komposit serat alam [1]. Salah satu serat alam yang dapat digunakan sebagai penguat komposit adalah serat daun nanas. Serat daun nanas saat ini banyak digunakan dalam industri – industri mebel dan kerajinan rumah tangga (UKM) karena selain mudah didapat, murah, tidak membahayakan kesehatan, dapat mengurangi polusi lingkungan sehingga nantinya dengan pemanfaatan sebagai serat penguat komposit mampu mengatasi permasalahan lingkungan [2].

Penelitian sebelumnya melakukan penelitian tentang "Pengaruh Sifat Mekanik pada Rami, serat daun nanas dan serat Kaca yang Diperkuat dengan Matriks Resin Polyester dan Epoksi". Penelitian sebelumnya menjelaskan Kesadaran lingkungan dan meningkatnya kepedulian terhadap efek rumah kaca yang telah merangsang industri konstruksi, otomotif, dan pengemasan untuk mencari bahan yang berkelanjutan yang dapat menggantikan serat polimer sintesis konvensional. Serat alami tampaknya menjadi alternatif yang baik karena sudah tersedia dalam bentuk berserat dan dapat diekstraksi dari daun tanaman dengan biaya yang sangat rendah[3]. Perlakuan perendaman NaOH 5% - 15% selama 2 jam mensolubilisasi hemiselulosa dan lignin dari serat abaka, serta mengubah struktur internal dan morfologi permukaan serat [4]. Komposit terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang dicampur atau digabungkan secara makroskopis. Per-lakuan perendaman alkali NaOH (4%, 5%, dan 6%) selama 60 menit pada serat berpengaruh terhadap sifat mekanik komposit yang dihasilkan [5]. Peneliti sebelumnya telah meneliti "Karakterisasi sifat mekanik bahan komposit ramah lingkungan hasil sintesis dari serat lidah mertua (*Sansevieria Trifasciata*) dan selulosa bakteri".

Berdasarkan hasil penelitian, kekuatan tarik dan modulus elastisitas maksimum diperoleh pada bahan komposit hasil sintesis dengan arah penguat longitudinal yakni $7,91 \pm 1,46$ N/mm² dan $4,00 \pm 1,32$ N/mm² sedangkan kekuatan tarik dan modulus elastisitas bahan komposit dengan arah penguat acak yakni $2,64 \pm 0,26$ N/mm² dan $1,19 \pm 0,24$ N/mm²[6]. Gelombang mikro sebagai pretreatment untuk peningkatan hidrolisis enzimatis dari limbah industri nanas untuk produksi bioetanol "Pretreatment gelombang mikro (MW)

dilakukan di oven microwave dilengkapi dengan piring turntable (LGMH63340F / MH6340FS) dengan frekuensi 2,45 GHz. Sampel diperkenalkan dalam wadah plastik yang dimaksudkan microwave. Sampel diperlakukan pada kekuatan nominal berikut: 170, 340, 510, 680 dan 850W, yang menghasilkan penerapan kekuatan nominal: 2.125, 4.25, 6.375, 8.5 dan 10.625W / g; dan waktu paparan dari 1 hingga 6, 8, 10, 14 dan 20 menit [7].

Oven microwave adalah sebuah peralatan yang menggunakan radiasi gelombang mikro untuk memasak atau memanaskan makanan. Hal ini dilakukan dengan menggunakan radiasi gelombang mikro untuk memanaskan molekul polarisasi dalam makanan. Oven microwave dapat mempercepat laju penguapan, sehingga dapat mengurangi waktu pengeringan secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa menggoreng menggunakan microwave, kehilangan kelembaban akan lebih tinggi dan mengakibatkan penyerapan minyak akan lebih tinggi dibandingkan cara konvensional [8]. Hasil dari iradiasi gelombang mikro mampu menyebabkan vibrasi antara molekul polar dan menciptakan titik panas yang dapat merusak dari lignin dan menyebabkan hemiselulosa hilang. Sehingga perlakuan panas menggunakan gelombang mikro (microwave) merupakan salah satu perlakuan pada serat untuk memperoleh karakteristik yang mampu meningkatkan kualitas dari penggunaan serat alam [9].

Untuk mendapatkan komposit yang memiliki sifat baik diperlukan perlakuan pada serat daun nanas yang berperan sebagai penguat. Serat alam memiliki kelemahan dalam wettability atau kemampuan matriks untuk membasahi serat. Hal tersebut berpengaruh pada adhesi antara serat dengan matriks epoxy yang berdampak pada kekuatan komposit [10][11]. Terdapat beberapa jenis perlakuan yaitu secara kimia dan secara fisika yang bertujuan untuk memodifikasi serat [12]. Perlakuan secara kimia dengan perendaman alkali mampu memodifikasi dan mengikis matriks alami serat. Perlakuan secara fisika dengan pemanasan mampu memodifikasi lebih lanjut dan menurunkan kelembaban serat [13][14].

Dua metode pemanasan ialah menggunakan heat convection atau menggunakan gelombang mikro. Proses pemanasan menggunakan gelombang mikro dinilai lebih efektif karena memberikan pemanasan yang lebih seragam. Tetapi peningkatan daya pemanasan yang lebih lanjut akan menyebabkan serat rusak dan terdegradasi [9]. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh daya pemanasan microwave oven pada serat daun nanas (*Agave Cantala*) terhadap kekuatan tarik komposit bermatriks epoxy.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan metode berupa eksperimen nyata. Kajian literatur dilakukan untuk menunjang penelitian ini yang berasal dari buku maupun jurnal. Penelitian ini akan menghasilkan informasi mengenai kekuatan tarik serat tunggal daun nanas, kekuatan tarik komposit berpenguat serat daun nanas, hasil uji FTIR serat daun nanas, analisis foto makroskopik serat daun nanas dan hasil uji wettability serat daun nanas.

Persiapan Material dan Alat

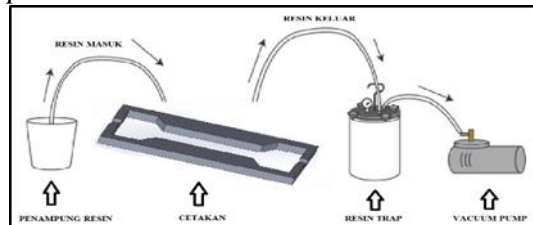
Persiapan material dan alat ditunjukkan pada tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Persiapan serat daun nanas dan matriks

Parameter	Keterangan
Usia Daun Nanas	2 tahun
Massa serat total	3,2 gram
Fraksi massa serat	20%
Perlakuan	Tanpa Perlakuan, Daya Pemanasan <i>Microwave Oven</i> 250W, 440W, dan

Parameter	Keterangan
Waktu Pemanasan	715W pasca dilakukan perendaman NaOH 6% selama 2 jam
Susunan serat	15 Menit
Rasio resin <i>epoxy</i> A dan <i>hardener</i>	<i>Continuos</i> 2 : 1

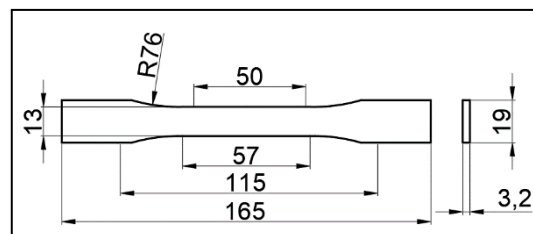
Pada penelitian ini metode *vacuum assisted resin infusion* digunakan dalam manufaktur komposit seperti pada gambar 1. Resin *epoxy* dialirkan menuju cetakan komposit dengan memanfaatkan beda tekanan yang konstan akibat udara dalam cetakan yang dihisap oleh pompa vakum. Kelebihan jumlah resin *epoxy* yang mengalir akan ditampung oleh *resin trap*



Gambar 1. Skema Manufaktur Komposit

Pengujian Tarik

Spesimen komposit yang digunakan sesuai dengan standar ASTM D638-01 untuk pengujian tarik [15]. Dimensi dari spesimen ditunjukkan pada gambar 2 dengan satuan milimeter (mm).



Gambar 2. Bentuk Spesimen D638-01

Uji tarik akan dilakukan pada tiga spesimen komposit dan akan didapat nilai tegangan dan regangan dari spesimen komposit. Tegangan dirumuskan seperti persamaan di bawah:

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad (1)$$

Keterangan :

σ = Tegangan normal akibat beban tarik statik (N/mm^2)

F = Beban tarik (N)

A_0 = Luas penampang spesimen awal (mm^2)

Regangan dirumuskan seperti persamaan di bawah ini :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (2)$$

Keterangan :

ε = Regangan akibat beban tarik statik

L = Perubahan panjang spesimen akibat beban tarik (mm)

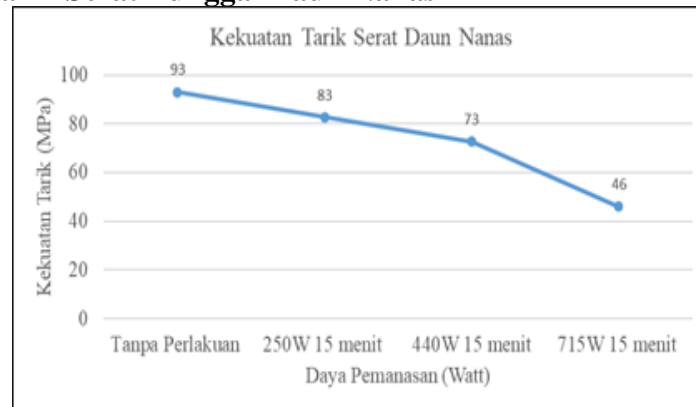
L_0 = Panjang spesimen awal (mm)

$\Delta L = L - L_0$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil penelitian. Hasil penelitian dapat dilengkapi dengan tabel, grafik (gambar), dan/atau bagan. Bagian pembahasan memaparkan hasil pengolahan data, menginterpretasikan penemuan secara logis, mengaitkan dengan sumber rujukan yang relevan.

Data Hasil Uji Tarik Serat Tunggal Daun Nanas

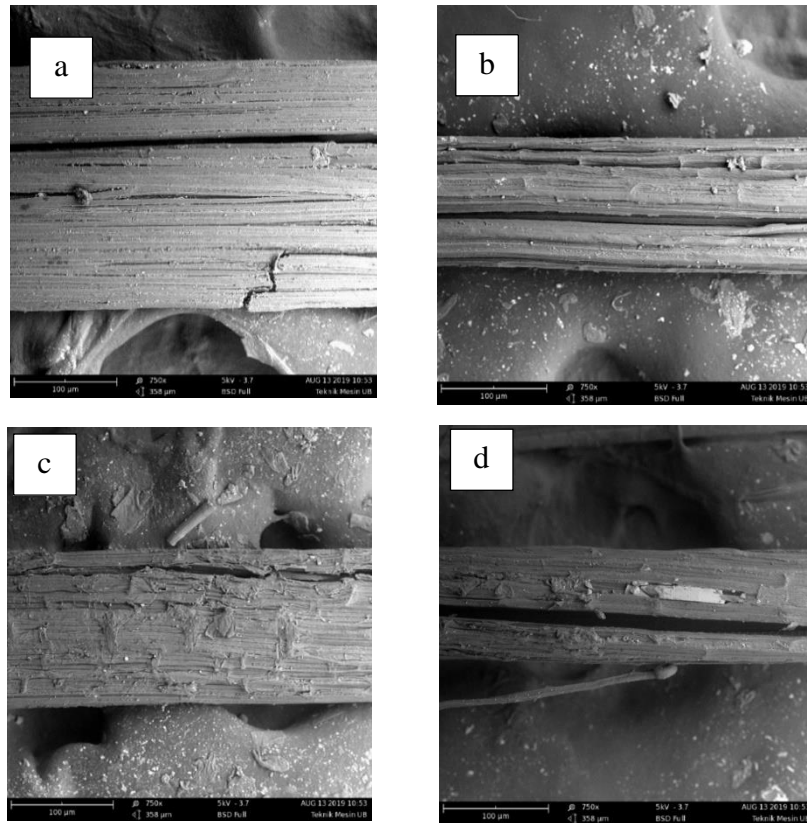


Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Serat Tunggal Daun Nanas

Gambar 3 merupakan grafik hasil uji serat tunggal daun nanas tiap perlakuan pemanasan setelah perendaman NaOH. Dari gambar dapat dilihat bahwa rata-rata nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada serat daun nanas tanpa perlakuan dengan nilai sebesar 93 MPa, selanjutnya nilai kekuatan tarik daun nanas dengan daya pemanasan 250W sebesar 83 MPa, nilai kekuatan tarik serat daun nanas dengan daya pemanasan 440W sebesar 73 MPa, dan nilai kekuatan tarik terendah yaitu serat daun nanas dengan daya pemanasan 715W sebesar 46 MPa. Dari grafik dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi daya pemanasan *microwave oven*, maka kekuatan tarik dari serat daun nanas akan semakin menurun. Perendaman NaOH menghilangkan matriks alami dari serat alam sehingga membersihkan permukaan serat daun nanas. Pemanasan menggunakan *microwave oven* memberikan modifikasi pada morfologi serat daun nanas dan menurunkan kelembabannya [9].

Morfologi Permukaan Serat Tunggal Daun Nanas

Dari hasil pengujian SEM (*scanning electron microscope*) dengan perbesaran 750x dapat diamati morfologi permukaan serat daun nanas tanpa perlakuan dan serat daun nanas yang diberi perlakuan daya pemanasan *microwave oven* dengan daya 250W, 440W, 715 selama 15 pasca perendaman NaOH. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kondisi jaringan penyusun serat daun nanas yang ditunjukkan pada gambar 4.



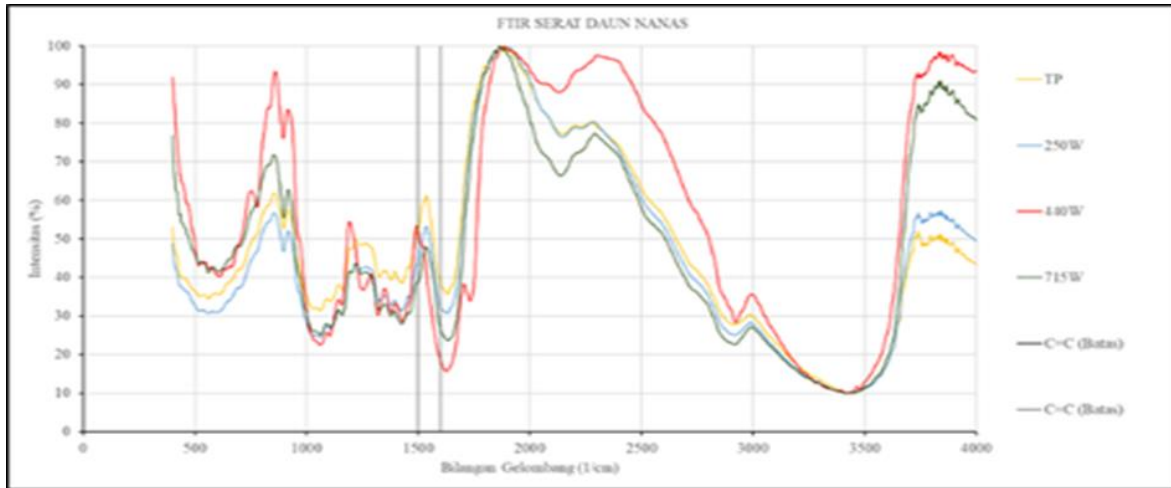
Gambar 4. Hasil SEM Serat Daun Nanas: (a) Tanpa Perlakuan (b) 250W (c) 440W (d) 715W

Pada Gambar 4a ditunjukkan bahwa pada serat daun nanas tanpa perlakuan masih terlihat adanya lignin yang masih melekat pada permukaan serat yang merupakan susunan alami dari serat. Hal ini membuat ikatan antara matriks resin dan serat tidak bisa terdegradasi secara maksimal. Dapat dilihat pada Gambar 4b bahwa, mulai mengikisnya lapisan lignin pada permukaan serat dan semakin terlihat.

Pada Gambar 4c terlihat bahwa, lapisan lignin semakin berkurang, dan selulosa pun mulai terlihat. Pada Gambar 4d dapat dilihat bahwa, lignin pun semakin terkikis, dan selulosa semakin terlihat. Pada gambar diatas menunjukkan semakin berkurangnya lapisan lignin pada serat, dikarenakan pada pemanasan menggunakan *microwave oven* mengakibatkan permukaan serat menjadi kasar dan ikatan antar serat dan matriks akan semakin baik, dibuktikan dengan nilai kekuatan tarik komposit yang semakin tinggi.

Data Pengujian FTIR Serat Daun Nanas

Kandungan lignin pada serat daun nanas berkurang dibuktikan dengan hasil uji FTIR. Gambar 5 menunjukkan grafik hasil uji FTIR. Puncak dari serapan *IR* untuk gugus fungsi C = C yaitu pada bilangan gelombang dengan rentang 1500 cm^{-1} hingga 1600 cm^{-1} [16]



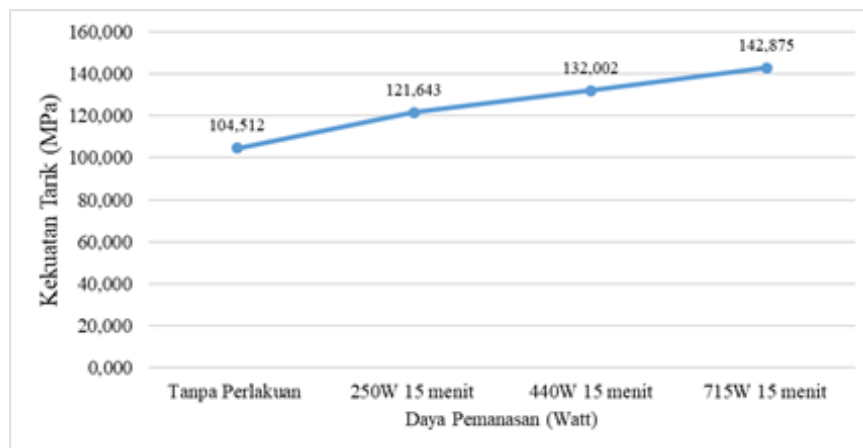
Gambar 5. Grafik Pengujian FTIR Serat Daun Nanas

Tabel 2. Hasil Kandungan Cincin C = C

Perlakuan	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Intensitas (%T)
TP	1546,80	54,770
250W	1531,37	52,853
440W	1523,65	49,212
715W	1517,87	44,141

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa hasil pengujian FTIR pada serat daun nanas terlihat kandungan lignin masih terdapat pada serat daun nanas. Hal tersebut terlihat dari adanya bilangan gelombang cincin gugus C = C yang terdapat pada rentang 1500 cm⁻¹ hingga 1600 cm⁻¹. Tetapi semakin tinggi daya pemanasan menggunakan *microwave oven* terlihat intensitasnya semakin menurun.

Data Hasil Pengujian Tarik Komposit Berpenguat Seat Daun Nanas



Gambar 6. Grafik Hasil Pengujian Tarik Komposit Berpenguat Serat Tunggal Daun Nanas

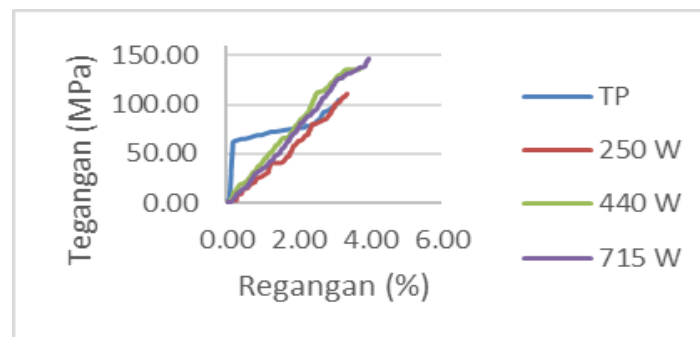
Pada Gambar 6 menunjukkan grafik kekuatan tarik komposit. Dapat dilihat bahwa serat daun nanas berperan sebagai penguat komposit. Hal ini karena komposit serat daun nanas pada semua variasi memiliki nilai kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan spesimen epoksi dengan nilai sebesar 49.55 MPa.

Dari Gambar 5 terlihat bahwa nilai kekuatan tarik komposit berpenguat serat daun nanas memiliki kecenderungan yang meningkat hingga mencapai nilai rata-rata pada perlakuan pemanasan daya 715W. Kekuatan tarik tertinggi dari sampel komposit berpenguat serat daun nanas tanpa perlakuan sebesar 104,5 MPa. Kemudian nilai rata-rata kekuatan tarik komposit berpenguat serat daun nanas dengan daya pemanasan *microwave oven* 250W, 440W, dan 715W berturut – turut adalah 121,6 MPa, 132 MPa, dan 142,8 MPa.

Kecenderungan tersebut disebabkan oleh penguat dari komposit tersebut. Komposit berpenguat serat daun nanas tanpa perlakuan memiliki nilai terendah diantara dari komposit dengan penguat serat yang telah diberi perlakuan. Hal ini disebabkan karena pada serat tanpa perlakuan masih memiliki kandungan zat penyusun (matriks alami) yang masih utuh yaitu lignin, lilin yang menghalangi permukaan serat [17]. Hal tersebut menyebabkan serat kurang mampu berikatan dengan baik dengan resin karena masih terhalang oleh matriks alaminya.

Komposit yang diperkuat dengan serat daun nanas yang telah diberi perlakuan daya pemanasan menggunakan *microwave oven* mampu mengikis dan membersihkan permukaan serat serta menurunkan kelembabannya sehingga meningkatkan kekasaran permukaannya [8]. Semakin meningkatnya kekasaran pada permukaan serat maka adhesi antara serat daun nanas dan resin *epoxy* semakin baik.

Tegangan dan Regangan Hasil Uji Tarik Komposit



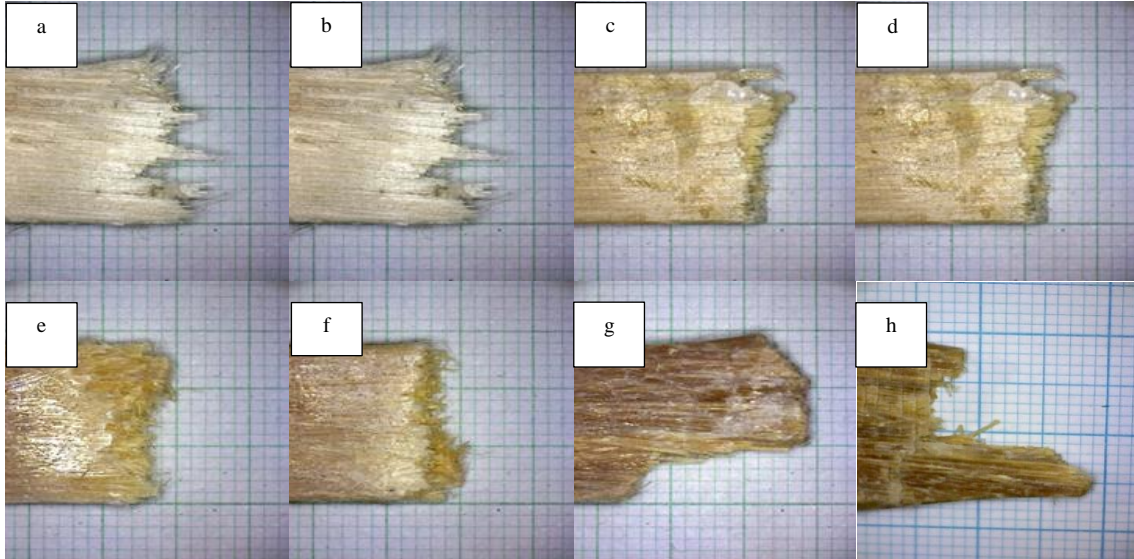
Gambar 7. Tegangan Dan Regangan Uji Tarik Komposit

Dapat dilihat pada Gambar 7 menunjukkan nilai dari tegangan dan regangan yang membentuk garis lurus hingga mencapai titik tegangan tertinggi. Nilai modulus elastisitas yang didapat dari hasil pengujian tarik spesimen komposit berpenguat serat daun nanas tanpa perlakuan dan dengan perlakuan daya pemanasan menggunakan *microwave oven* pasca perendaman NaOH dengan daya pemanasan 250W, 440W dan 715W sebesar 3,38 GPa ; 3,42 GPa ; 3,66 GPa ; 3,71 GPa.

Analisis Patahan Komposit Dengan Foto Makroskopik

Foto makroskopik pada patahan komposit digunakan untuk mengamati cacat yang terjadi akibat beban tarik pada komposit. Cacat yang sering terjadi pada komposit berpenguat serat alam adalah *fiber pull out* dan *debonding*. *Fiber pull out* merupakan tercabutnya serat alam dari matriksnya akibat dari rendahnya kemampuan serat untuk berikatan dengan

matriksnya. Sedangkan, *debonding* merupakan mekanisme terlepasnya ikatan antar material penyusun saat spesimen komposit menerima beban sehingga matriks dan serat terkelupas. *Debonding* menyebabkan matriks tidak dapat mendistribusikan beban pada serat daun nanas saat menerima beban tarik. *Debonding* disebabkan karena rendahnya adhesi antara penyusun komposit.



Gambar 8. Foto Makroskopik Patahan Komposit Berpenguat Serat Daun Nanas : (a,b) Tanpa Perlakuan ; (c,d) Daya 250W ; (e,f) Daya 440W ; (g,h) Daya 715W

Pada Gambar 8a dan Gambar 8b terlihat bahwa banyak sekali terjadi cacat *pull out* hal tersebut disebabkan pada serat tanpa perlakuan masih memiliki matriks alami yang mempengaruhi adhesi antara serat dengan matriks *epoxy*. Pada spesimen ini memiliki *pull out* terpanjang *section* 8a : 5mm dan *section* 8b : 8mm. Pada spesimen ini juga terlihat cacat *Debonding*. *Debonding* disebabkan karena rendahnya adhesi antar penyusun komposit. Cacat *pull out* dan *debonding* menyebabkan kekuatan tarik spesimen komposit ini sebesar 107,1 MPa.

Pada Gambar 8c dan 8d menunjukkan patahan komposit berpenguat serat daun nanas dengan perlakuan daya pemanasan *microwave oven* 250W. Perlakuan yang diberikan mampu memodifikasi permukaan serat sehingga adhesi antar serat dengan matriks *epoxy* semakin baik. Hal ini ditunjukkan dengan berkurangnya panjang *pull out* pada spesimen *section* 8c : 4mm dan *section* 8d : 3mm. *Debonding* juga terjadi akibat masih lemahnya adhesi antara serat daun nanas dengan matriks *epoxy*. Kekuatan tarik maksimum pada spesimen ini sebesar 125,5 MPa.

Pada Gambar 8e dan 8f menunjukkan patahan komposit berpenguat serat daun nanas dengan perlakuan daya pemanasan *microwave oven* 440W. Tetapi Cacat *pull out* dan *debonding* semakin menjadi lebih sedikit dan lebih pendek dibanding perlakuan daya pemanasan *microwave oven* 250W. Kekuatan tarik maksimal dari komposit ini adalah 136,1 MPa.

Gambar 8g dan 8h menunjukkan patahan komposit dengan daya pemanasan *microwave oven* 715W. Tetapi cacat *pull out* yang dihasilkan semakin sedikit dikarenakan pada daya pemanasan *microwave oven* 715W serat dan resin semakin mengikat. Kekuatan tarik maksimal dari komposit ini adalah 147,3 MPa.

Spesimen komposit pada pengujian tarik di penelitian ini mengalami patahan di daerah *gauge length*. Hal ini ditunjukkan oleh Gambar 8a Tanpa perlakuan, 8b 250W, 8c 440W dan gambar 8d 715W.



Gambar 9. Patahan Komposit Serat Daun Nanas: (a) TP, (b) 250W, (c) 440W, (d) 715W

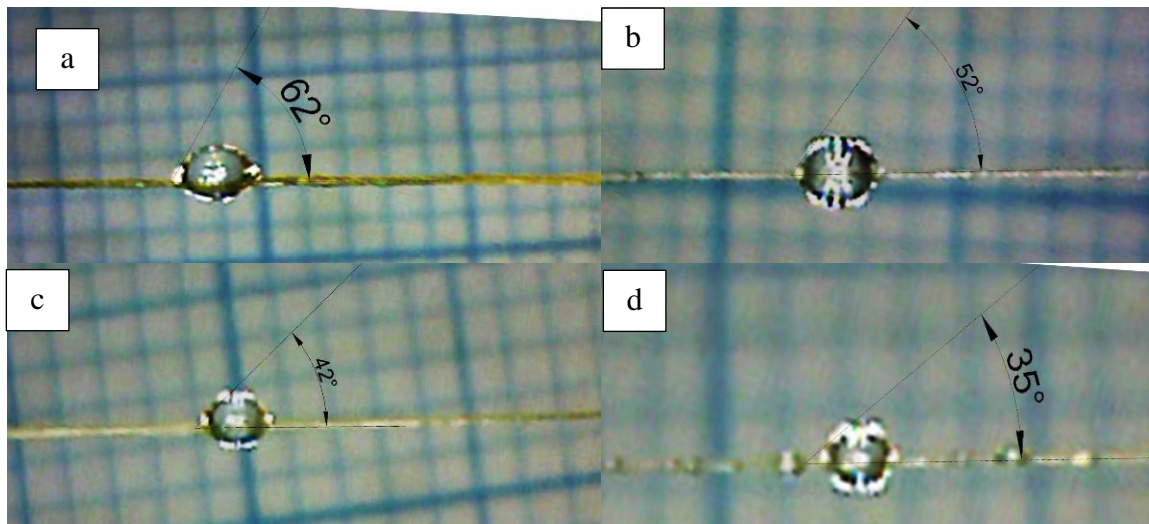
Hasil Pengujian *Wettability*

Sifat alami serat alam yang *hydrophilic* berlawanan secara kompatibilitas dengan polimer (matriks) yang bersifat *hydrophobic* menjadi salah satu faktor penyebab kemampuan matriks untuk membasahi serat rendah. Oleh karena itu, dilakukan pengujian *wettability* untuk melihat kemampubasahan dari resin *epoxy* untuk membasahi serat daun nanas tanpa perlakuan maupun serat daun nanas dengan daya pemanasan *microwave oven* 250W, 440W, dan 715W

Pada Gambar 10 terlihat bahwa tetesan droplet resin *epoxy* pada permukaan serat menghasilkan nilai sudut kontak (θ). Nilai terbesar hingga terkecil ialah 62° pada serat tanpa perlakuan pada (Gambar 10a), 52° pada serat dengan daya pemanasan *microwave oven* 250W (Gambar 10b), 42° pada daya pemanasan 440W (Gambar 10c), 35° pada daya pemanasan 715W (Gambar 10d). Berdasarkan nilai sudut kontak yang dihasilkan maka keseluruhan memiliki nilai kemampubasahan yang baik karena berada pada $range 0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ [18].

Didapatkan bahwa pada daun nanas tanpa perlakuan memiliki kemampubasahan yang baik tetapi dengan nilai sudut kontak yang paling besar. Hal ini karena serat daun nanas tanpa perlakuan memiliki kandungan matriks alami (lignin, hemiselulosa, lilin) dan kelembaban yang tinggi sehingga menutupi rongga pada permukaan serat. Pada serat yang diberi perlakuan memiliki kemampubasahan yang baik dibuktikan dengan semakin menurunnya nilai sudut kontak seiring bertambahnya daya pemanasan *microwave oven* dibandingkan serat tanpa perlakuan.

Daya Pemanasan *microwave oven* mampu menurunkan kelembaban serat serta mampu membersihkan serat sehingga serat semakin kehilangan kelembaban dan kekasarannya meningkat [8]. Kekasaran permukaan yang meningkat akan meningkatkan kemampubasahan resin *epoxy* terhadap serat daun nanas sehingga adhesi antara serat daun nanas dengan matriks *epoxy* menjadi lebih baik.



Gambar 10. Sudut Kontak Droplet Resin Epoxy Terhadap Serat Daun Nanas (a) Tanpa Perlakuan, (b) 250W, (c) 440W, dan (d) 715W

KESIMPULAN

Pada penelitian ini didapatkan kesimpulan bahwa nilai kekuatan tarik rata-rata pada komposit berpenguat serat daun nanas dari yang terendah hingga yang tertinggi sebagai berikut : Komposit berpenguat serat daun nanas tanpa perlakuan 104,5 MPa; Komposit berpenguat serat daun nanas dengan daya pemanasan *microwave oven* 250W dengan hasil rata-rata 121,6 MPa ; Komposit berpenguat serat daun nanas dengan daya pemanasan *microwave oven* 440W dengan hasil rata-rata sebesar 132 MPa ; Komposit berpenguat serat daun nanas dengan daya pemanasan *microwave oven* pada daya 715W dengan hasil rata-rata sebesar 142,8 MPa.

Pemanasan menggunakan *microwave oven* setelah diberikan perlakuan perendaman NaOH mampu merubah morfologi dari permukaan serat daun nanas dengan mengurangi kadar air serat daun nanas serta mampu mengikis lignin lebih lanjut. Semakin kasarnya permukaan serat mampu meningkatkan kemampubasahan serat daun nanas. Selain itu hasil SEM juga menunjukkan semakin tinggi daya pemanasan *microwave oven* juga mempengaruhi kasarnya permukaan serat daun nanas yang mampu meningkatkan adhesi antara serat daun nanas dengan matriks *epoxy* dan mencapai nilai kekuatan tarik yang optimum pada daya pemanasan menggunakan *microwave oven* 715W.

REFERENSI

- [1] Witono, K., Irawan, Y. S., Soenoko, R., & Suryanto, H. (2013). Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) Terhadap Morfologi dan Kekuatan Tarik Serat Mendong. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 4(3), 227–234.
- [2] Hadi, T. S., Jokosisworo, S., & Manik, P. (2016). Analisa Teknis Penggunaan Serat Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Komposit Pembuatan Kulit Kapal Ditinjau Dari Kekuatan Tarik, Bending Dan Impact. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 4(1), 323–331.
- [3] Indra Reddy, M., Prasad Varma, U. R., Ajit Kumar, I., Manikanth, V., & Kumar Raju, P. V. (2018). Comparative Evaluation on Mechanical Properties of Jute, Pineapple leaf fiber and Glass fiber Reinforced Composites with Polyester and Epoxy Resin Matrices. *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 5649–5654.

- [4] Cai, M., Takagi, H., Nakagaito, A. N., Li, Y., & Waterhouse, G. I. N. (2016). Effect of alkali treatment on interfacial bonding in abaca fiber-reinforced composites. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 90, 589–597.
- [5] Betan, A. D., Soenoko, R., & Sonief, A. A. (2014). Pengaruh persentase alkali pada serat pangkal pelepah daun pinang (*Areca Catechu*) terhadap sifat mekanis komposit polimer. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 5(2), 119–126.
- [6] Trifasciata, S., & Selulosa, D. A. N. (2010). Lingkungan Hasil Sintetis dari Serat Lidah Mertua Abstrak. 364–370.
- [7] Conesa, C., Seguí, L., Laguarda-Miró, N., & Fito, P. (2016). Microwaves as a pretreatment for enhancing enzymatic hydrolysis of pineapple industrial waste for bioethanol production. *Food and Bioproducts Processing*, 100, 203–213.
- [8] Mahmudan, A., & Nisa, F. C. (2014). Efek Penggorengan Kentang Dengan Oven Microwave Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Minyak Kelapa (*Elaeis guineensis*) *Jurnal Pangan dan Agroindustri* Vol. 2 No 3 p.151-160, Malang: Universitas Brawijaya
- [9] Patra, A., Bisoyi, D. K., Manda, P. K., & Singh, A. K. (2013). Effect of microwave radiation on the macromolecular, morphological and crystallographic structures of sisal fiber. *Applied Physics A: Materials Science and Processing*, 112(4), 1063–1071.
- [10] Yudhanto, F., Wisnujati, A. & Kusmono. (2016). *Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Tarik dan Wettability Serat Alam Agave Sisalana Perrine. Prosiding Seminar Nasional XI “Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi: 318-323.*
- [11] Fuentes, C. A., et al. (2011). *Wetting Behaviour and Surface Properties of Technical Bamboo Fibres*. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. 380 (1–3): 89–99
- [12] Venkatachalam, N., Navaneethakrishnan, P., Rajsekar, R. & Shankar, S. (2016). *Effect of Pretreatment Methods on Properties of Natural Fiber Composites: A Review*. *Polymers & Polymer Composites*. 24 (7): 555 – 566
- [13] Mohammed, A. A., Bachtiar, D., Rejab, M. R. M. & Siregar, J. P. (2018). *Effect of microwave treatment on tensile properties of sugar palm fibre reinforced thermoplastic polyurethane composites*. Elsevier Defence Technology. 14: 287 – 290.
- [14] Fathoni, A., Raharjo, W. W. & Triyono, T. (2017). *Pengaruh Perlakuan Panas Serat Terhadap Sifat Tarik Serat Tunggal Dan Komposit Cantula-Rhdpe*. *Jurnal SIMETRIS*. 8 (1): 67–74.
- [15] ASTM International. (2003). *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*. Pennsylvania, West Conshohocken.
- [16] Setiati, R., Wahyuningrum, D. & Kasmungin, S. (2016). *Analisa Spektrum Infra Red Pada Proses Sintesa Lignin Ampas Tebu Menjadi Surfaktan Lignosulfonat*. *Seminar Nasional Cendekiawan: 20.1 – 20.9*
- [17] Muhajir, M., Mizar, M. A., & Sudjimat, D. A. (2016). *Analisis Kekuatan Tarik Bahan Komposit Matriks Resin Berpenguat Serat Alam Dengan Berbagai Varian Tata Letak*. *Jurnal Teknik Mesin*. 24 (2) : 1-8
- [18] Rupp, Frank., et al. (2014). *A Review on the Wettability of Dental Implant Surfaces I: Theoretical and Experimental Aspects*. *Acta Biomaterialia*. 10 (7) : 2894–2906