Kekuatan Tarik Komposit Serat Daun Nanas (*Agave Cantala*) Bermatrik *Epoxy* dengan Pengaruh Variasi Waktu Pemanasan *Microwave Oven*

REDI BINTARTO, MOCH. SYAMSUL MA'ARIF, FRANCISCA GAYUH UTAMI DEWI, NURKHOLIS HAMIDI, SUGIARTO, RUDIANTO RAHARJO, TEGUH DWI WIDODO

ABSTRACT

Kemampuan komposit dalam beberapa aplikasi membutuhkan kekuatan mekanik yang tinggi, dimana salah satu parameter yang dijadikan dasar penentuan sifat tersebut adalah kekuatan Tarik. Serat daun nanas menjadi salah satu material yang banyak dipakai dalam industry manufaktur, dimana kemampuan komposit serat ini masih banyak membutuhkan pembuktian sifat mekanik sebagai dasar pengaplikasiannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik komposit pada serat daun nanas berpenguat resin epoxy ketika telah melalui proses vacuum infusion dengan perbedaan pada lama waktu pemanasan dengan microwave oven. Serat daun nanas tanpa perlakuan dan serat daun nanas yang dipanaskan dengan microwave oven menggunakan daya 440W dengan waktu 5 menit, 10 menit, dan 15 menit pasca diberi perendaman NaOH 6% selama 2 jam. Metode pemadatan material komposit ini adalah vacuum assisted resin infusion. Pengujian tarik dilakukan pada spesimen komposit berpenguat serat daun nanas menggunakan standar ASTM D638-01. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu pemanasan dengan microwave oven berpengaruh terhadap kekuatan Tarik komposit, dimana semakin lama waktu pemanasan microwave oven menghasilkan nilai kekuatan tarik komposit yang semakin tinggi dikarenakan ikatan antara serat dengan matrik epoxy yang semakin baik. Namun peningkatan waktu lebih lanjut menyebabkan serat menjadi kering dan mengalami kerusakan. Hasil pengujian SEM (scanning electron microscope) pada pemanasan menggunakan microwave oven mengakibatkan permukaan serat menjadi kasar dan ikatan antar serat dan matriks akan semakan baik, dibuktikan dengan nilai kekuatan tarik komposit yang semakin tinggi. Berdasarkan analisis tersebut melalui hasil pengujian foto makro menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan dapat mengurangi cacat pullout dan debonding pada patahan komposit karena semakin meningkatnya adhesi antara serat dengan matriks epoxy. Selain itu hasil wettability juga menunjukkan bahwa kemampubasahan antara serat dengan matriks epoxy semakin baik seiring meningkatnya waktu pemanasan dengan menggunakan microwave oven.

Kata kunci: Serat Daun Nanas, Waktu Pemanasan, *Microwave Oven*, Komposit, Kekuatan Tarik

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang semakin pesat pada saat ini membuat industri - industri bersaing untuk mengembangkan inovasi baru yang belum pernah ada sebelumnya. Inovasi yang dikembangkan yaitu inovasi yang ramah lingkungan, dimana saat ini energi yang ramah lingkungan dan terbarui menjadi alasan utama untuk menggantikan energi yang berasal dari tambang dan tidak dapat diperbarui. Salah satunya yaitu pengembangan inovasi dibidang material. Komposit mulai dikembangkan untuk menggantikan bahan logam. Komposit *fiberglass* dinilai lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan logam atau barang mineral lain yang berasal dari tambang. Akan tetapi *fiber glass* masih dinilai kurang ramah lingkungan, sehingga mulailah inovasi komposit berpenguat serat alam. Sehingga pemilihan serat alam sebagai bahan penguat komposit mulai dikembangkan. Penggunaan serat alam sebagai bahan penguat komposit memiliki beberapa keunggulan sehingga banyak diaplikasikan pada manufaktur otomotif. Salah satunya dimanfaatkan sebagai bahan interior mobil [1].

Serat alam yang paling sering digunakan sebagai bahan penguat komposit ialah serat

daun nanas. Di Indonesia daun nanas sudah banyak dibudidayakan, terutama di pulau Jawa dan Sumatera yang antara lain terdapat di daerah Subang, Majalengka, Purwakarta, Purbalingga, Bengkulu, Blitar, Probolinggo, Malang dan Palembang. Bentuk daun nanas menyerupai pedang yang meruncing diujungnya dengan warna hijau kehitaman dan pada tepi daun terdapat duri yang tajam. Di antara 72 jenis tanaman penghasil serat alam yang banyak digunakan di dunia, di Indonesia 9 jenis serat daun nanas merupakan penghasil serat utama, di antaranya adalah Agave cantala (cantala/kantala atau nanas sebrang) dan Agave sisalana (sisal) dengan kegunaannya untuk bahan baku tali temali [2]. Serat daun nanas dipilih sebagai bahan penguat komposit serat alam karena serat daun nanas memiliki kekuatan dan modulus elastisitas yang sangat tinggi dan sebanding dengan serat sintetis. Serat daun nanas memiliki karakteristik serat yang kuat, baik, dan serat yang halus (*strong, fine and silky fibre*) [3].

Komposit merupakan kombinasi antara dua atau lebih dari tiga bahan yang memiliki sejumlah sifat yang tidak mungkin dimiliki oleh masing-masing komponennya. Komposit mempunyai keunggulan seperti kuat, ringan, tahan korosi ekonomi dan sebagainya [4]. 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 [5]. Terdapat beberapa jenis perlakuan yaitu secara kimia dan secara fisika yang bertujuan untuk memodifikasi serat [6]. Perlakuan secara kimia dengan perendaman alkali mampu memodifikasi dan mengikis matriks serat alam. Perlakuan secara fisika dengan pemanasan mampu memodifikasi lebih lanjut dan menurunkan kelembaban serat alam [7][8].

Dua metode pemanasan ialah menggunakan *heat convection* atau menggunakan *microwave oven*. Proses pemanasan menggunakan *microwave oven* dinilai lebih efektif karena memberikan pemanasan yang lebih seragam. Tetapi peningkatan daya pemanasan yang lebih lanjut akan menyebabkan serat rusak dan terdegradasi [9]. Sehingga pada penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui pengaruh waktu pemanasan *microwave oven* serat daun nanas (*Agave cantala*) terhadap kekuatan tarik komposit dengan matrik 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, analisis foto makroskopik, serta hasil uji *wettability* pada serat daun nanas.

2.1 PERSIAPAN MATERIAL DAN ALAT

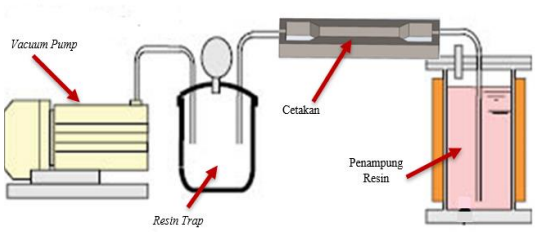
Persiapan untuk melakukakn penelitian ini menggunakan material dan alat yang ditunjukkan pada tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1
Persiapan serat daun nanas dan matriks

Parameter	Keterangan
Usia Daun Nanas	2 tahun
Massa serat total	3,4 gram
Fraksi massa serat	20%
Daya	440W
Perlakuan	Tanpa Perlakuan, Pretreatment *Microwave Oven* waktu 5 menit, 10 menit, dan 15 menit pasca dilakukan perendaman NaOH 6% selama 1 jam
Susunan serat	*Continuos*
Rasio resin *epoxy* A dan *hardener*	2 : 1

Pada penelitian ini menggunakan metode *vacuum assisted resin infusion* yang digunakan dalam manufaktur pada pembuatan komposit yang ditunjukkan pada gambar 1. Resin *epoxy* dialirkan menuju cetakan komposit dengan memanfaatkan beda tekanan yang konstan akibat udara

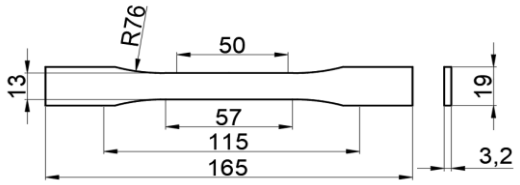
dalam cetakan yang dihisap oleh pompa vakum. Kelebihan jumlah resin *epoxy* yang mengalir akan ditampung oleh *resin trap*.



GAMBAR 1. Skema manufaktur komposit

2.2 PENGUJIAN TARIK

Spesimen komposit yang digunakan sesuai dengan standar ASTM D638-01 untuk pengujian tarik [10]. Dimensi dari spesimen ditunjukkan pada gambar 2 dengan satuan milimeter (mm).



GAMBAR 2. Bentuk spesimen D638-01

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

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad \text{..... (1)}$$

Keterangan:

σ = Tegangan normal akibat beban tarik statik (N/mm^2)
F = Beban tarik (N)
A_o = Luas penampang spesimen awal (mm^2)

Regangan dirumuskan seperti persamaan di bawah ini:

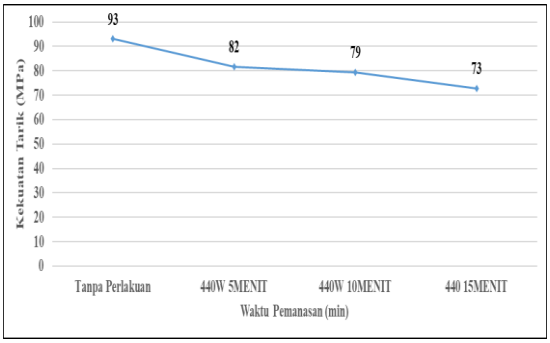
$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad \text{..... (2)}$$

Keterangan:

ε = Regangan akibat beban tarik statik
L = Perubahan panjang spesimen akibat beban tarik (mm)
L_o = Panjang spesimen awal (mm)
$\Delta L = L - L_0$

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 DATA HASIL UJI TARIK SERAT TUNGGAL SERAT DAUN NANAS



GAMBA*R 3.* Grafik hasil pengujian serat tunggal daun nanas

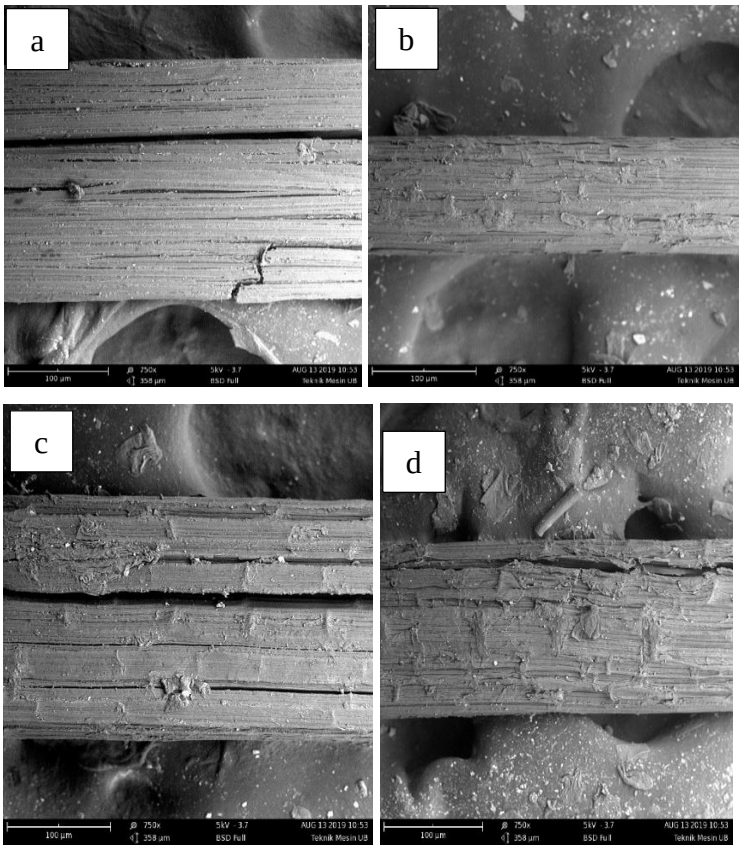
Gambar 3 merupakan grafik hasil uji serat tunggal daun nanas tiap perlakuan pemanasan dengan menggunakan *microwave oven* pasca perendaman NaOH. Dapat dilihat bahwa rata-rata nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada serat daun nanas tanpa perlakuan yaitu sebesar 93 MPa. Selanjutnya kekuatan tarik pada serat daun nanas yang telah diberi perlakuan pemanasan *microwave oven* dengan daya 440 W dan waktu 5 menit sebesar 82 MPa. Kekuatan tarik serat daun nanas pada perlakuan pemanasan *microwave oven* dengan daya 440 W dan waktu 10 menit ialah sebesar 79 MPa. Sedangkan kekuatan tarik serat daun nanas pada perlakuan pemanasan *microwave oven* dengan daya 440W dan waktu 15 menit ialah sebesar 73 MPa. Sehingga pada hasil pengujian tarik serat tunggal daun nanas dapat disimpulkan bahwa semakin besar waktu pemanasan menggunakan *microwave oven* maka kekuatan tariknya semakin menurun, diakibatkan karena hilangnya kandungan lignin pada serat daun nanas.

Perendaman NaOH dapat menghilangkan matriks alami dari serat alam sehingga membersikan permukaan serat daun nanas [11].

3.2 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 pemanasan *microwave oven* dengan daya 440W dan waktu 5 menit, 10 menit dan 15 menit 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) Pemanasan *microwave oven* 440W 5 menit (c) Pemanasan *microwave oven* 440W 10 menit (d) Pemanasan *microwave oven* 440W 15 menit

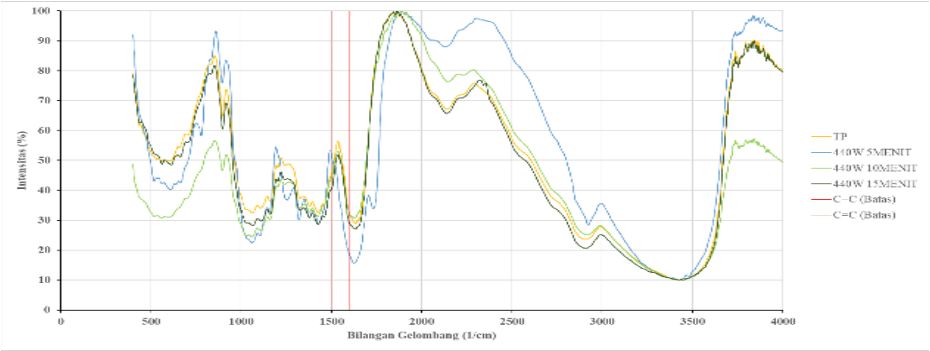
Pada Gambar 4a ditunjukkan bahwa pada serat daun nanas tanpa perlakuan masih terlihat adanya lignin yang masih melekat pada permukaan serat yang merupakan susunan alami dari serat. Hal ini membuat ikatan antara matriks resin dan serat tidak bisa terdegradasi secara maksimal.

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 menunjukan semakin berkurangnya lapisan lignin pada serat, dikarenakan pada pemanasan menggunakan *microwave oven* mengakibatkan permukaan serat menjadi kasar dan ikatan antar serat dan matriks akan semakan baik, dibuktikan dengan nilai kekuatan tarik komposit yang semakin tinggi.

3.3 DATA PENGUJIAN FTIR SERAT DAUN NANAS

Dari pengujian FTIR hasil yang didapatkan kandungan lignin pada serat daun nanas berkurang pasca dilakukan perlakuan pemanasan menggunakan *microwave oven*. Hal tersebut ditunjukkan pada gambar 4 yang menunjukan grafik pengujian FTIR dan pada tabel 2 yang menunjukan panjang gelombang dan intensitas dari grafik pengujian FTIR. Hal tersebut dapat dilihat pada puncak dari spektrum *infrared* untuk gugus fungsi C = C yaitu pada bilangan gelombang dengan *range* antara 1500 cm^{-1} hingga 1600 cm^{-1}. Garis yang dibatasi oleh garis berwarna merah pada gambar 4 merupakan batas range 1500 cm^{-1} hingga 1600 cm^{-1} yang menunjukan gugus fungsi C = C atau lignin yang terdapat pada serat daun nanas [12].



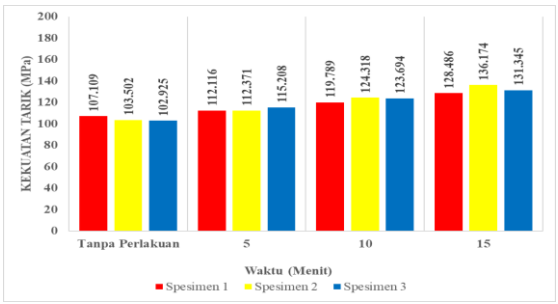
GAMBAR *5*. Grafik pengujian FTIR serat daun nanas

TABEL 2
Kandungan cincin C = C pada serat daun nanas

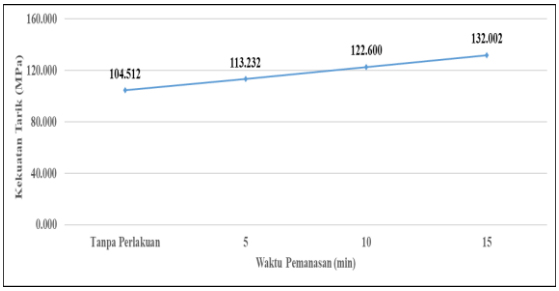
No	Jenis Perlakuan	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Intensitas (%T)
1	Tanpa Perlakuan	1546,80	54,770
2	440 W 5 Menit	1500.51	52,072
3	440 W 10 Menit	1546,80	51,557
4	440W 15 Menit	1523.65	49.212

Dari Tabel 2 kandungan cincin C=C pada serat daun nanas di atas 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 gugus C = C yang terdapat pada *range* 1500 cm^{-1} hingga 1600 cm^{-1}. Tetapi semakin tinggi waktu pemanasan menggunakan *microwave oven* terlihat intensitasnya akan semakin menurun.

3.3 DATA HASIL PENGUJIAN TARIK KOMPOSIT



GAMBAR 6 Grafik hasil pengujian tarik komposit berpenguat serat daun nanas



GAMBAR 7. Grafik hasil rata – rata pengujian tarik komposit berpenguat serat daun nanas

Pada Gambar 5 menunjukkan grafik kekuatan tarik komposit berpenguat serat daun nanas. Dapat dilihat bahwa serat daun nanas berperan sebagai penguat komposit. Hal ini dikarenakan komposit serat daun nanas semua variasi memiliki nilai kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan spesimen epoksi dengan nilai sebesar 49.55 MPa.

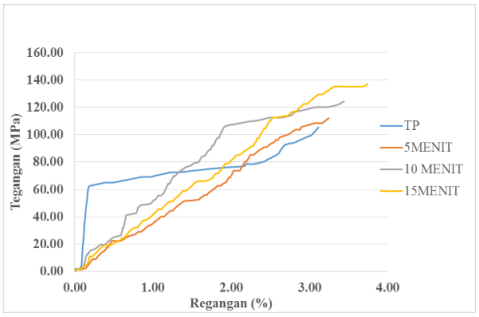
Dari gambar 5 terlihat bahwa nilai kekuatan tarik rata – rata komposit berpenguat serat daun nanas mengalami kecenderungan yang meningkat. Peningkatan tersebut terjadi hingga titik tertingginya pada saat perlakuan dengan daya 440W dan waktu 15 menit akan terus meningkat. Pada komposit berpenguat serat daun nanas tanpa perlakuan dari tiga sampel yang diuji sehingga memiliki nilai kekuatan rata - rata sebesar 104.512 MPa. Selanjutnya nilai kekuatan rata - rata pada komposit berpenguat serat daun nanas yang diberi perlakuan pemanasan *microwave oven* dengan daya 440W dengan waktu 5 menit, 10 menit dan 15 menit secara berturut-turut sebesar 113.232 MPa, 122.600 MPa, dan 132.002 MPa.

Kecenderungan 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 matriks alami (zat penyusun) yang masih utuh yaitu lignin dan lilin pada serat yang menghalangi permukaan serat [13]. Hal tersebut akan menyebabkan serat yang akan dijadikan penguat komposit kurang mampu berikatan dengan resin karena masih terhalang oleh matriks alaminya.

Dengan masih adanya zat penyusun alami dan kelembaban pada serat menyebabkan serat masih memiliki sifat kemampubasahan (*wettability*) yang belum baik dan masih kesulitan untuk berikatan dengan resin *epoxy* [5]. Komposit yang diperkuat dengan serat daun nanas yang telah diberi perlakuan pemanasan menggunakan *microwave oven* mampu mengikis dan membersihkan permukaan serat serta menurunkan kelembabannya sehingga meningkatkan kekasaran permukaannya [7]. Semakin meningkatnya kekasaran pada permukaan serat maka adhesi antara serat daun nanas dan resin *epoxy* semakin baik.

3.4 TEGANGAN DAN REGANGAN HASIL UJI TARIK KOMPOSIT

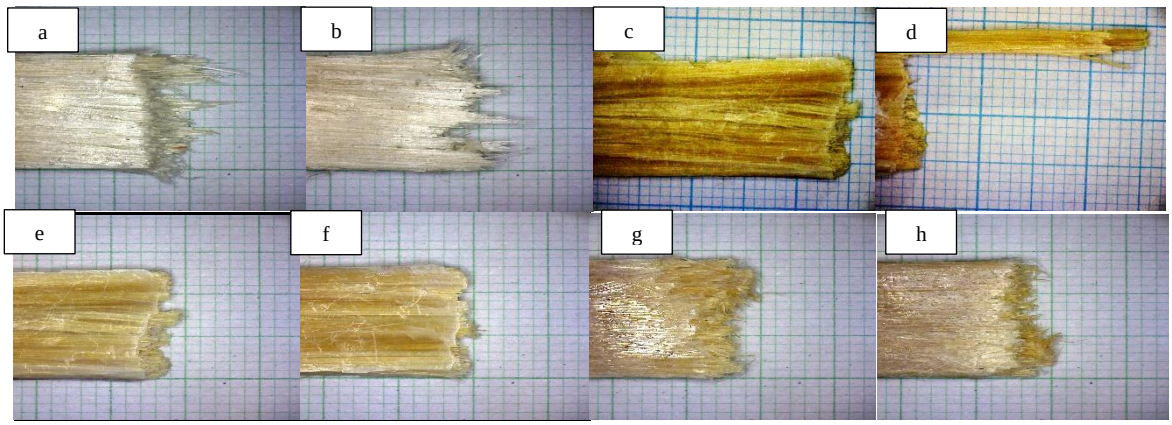


GAMBAR 8. Tegangan dan regangan uji tarik komposit serat daun nanas

Dapat dilihat pada Gambar 6 menunjukkan nilai dari tegangan 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 pemanasan menggunakan *microwave oven* pasca perendaman NaOH dengan daya 440W dan waktu yang digunakan adalah 5 menit, 10 menit, dan 15 menit berurutan sebesar 3.38 GPa; 3.45 GPa; 3.62 GPa; 3.67 GPa.

3.5 ANALISIS PATAHAN KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT DAUN NANAS DENGAN FOTO MAKROSKOPIK

Foto makroskopik pada patahan komposit bertujuan 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 [14]. 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 alam saat menerima beban tarik. *Debonding* disebabkan karena rendahnya adhesi antara penyusun komposit [15].



GAMBAR 9. Foto makroskopik patahan komposit berpenguat serat daun nanas: (a,b) tanpa perlakuan ; (c,d) waktu 5 menit ; (e,f) waktu 10 menit; (g,h) waktu 15 menit.

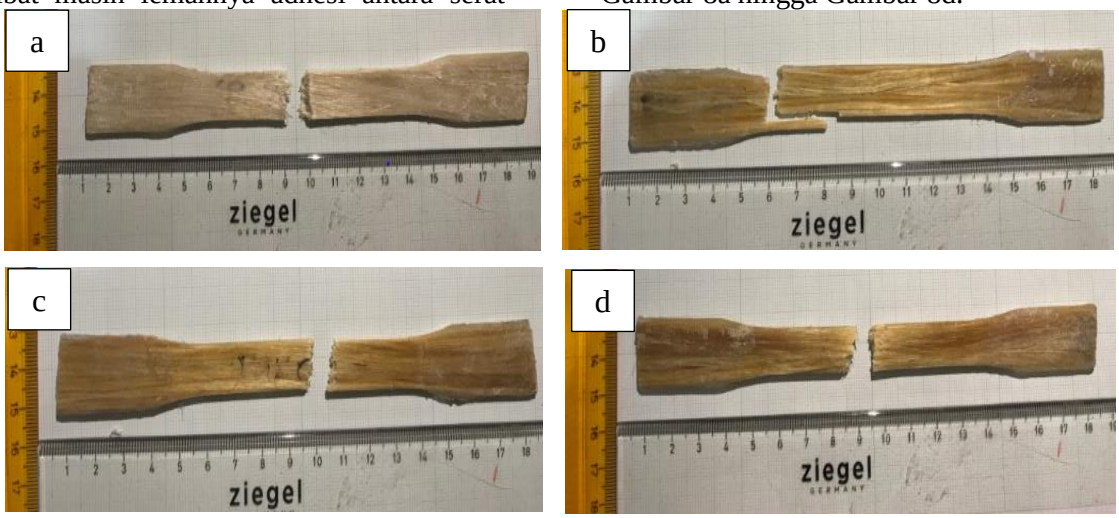
Pada Gambar 7a dan Gambar 7b terlihat bahwa banyak sekali terjadi cacat *pull out* hal tersebut disebabkan pada serat daun nanas tanpa perlakuan masih memiliki matriks alami yang mempengaruhi adhesi antara serat dengan matriks *epoxy*. Pada spesimen ini memiliki *pull out* terpanjang *section* 7a : 8 mm dan *section* 7b : 5 mm. 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 107.109 MPa.

Pada Gambar 7c dan 7d menunjukan patahan komposit berpenguat serat daun nanas dengan pemanasan *microwave oven* dengan waktu 5 menit. 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* 7c : 2 mm dan *section* 7d : 4 mm. *Debonding* juga terjadi akibat masih lemahnya adhesi antara serat daun nanas dengan matriks *epoxy*. Kekuatan tarik maksimum pada spesimen ini sebesar 115.208 MPa.

Pada Gambar 7e dan 7f menunjukan patahan komposit berpenguat serat daun nanas dengan pemanasan *microwave oven* dengan waktu 10 menit. Cacat *pull out* menjadi lebih sedikit dan lebih pendek. Kekuatan tarik maksimal dari komposit ini adalah 124.318 MPa.

Gambar 7g dan 7h menunjukkan patahan komposit berpenguat serat daun nanas dengan pemanasan *microwave oven* dengan waktu 15 menit. Cacat *pull out* yang dihasilkan lebih sedikit yang ditunjukkan pada gambar 7g dan 7h. *Debonding* juga tampak pada komposit ini yang disebabkan oleh terdegradasi pada peningkatan waktu. Kekuatan tarik serat daun nanas ini ialah sebesar 136.174 MPa.

Spesimen komposit pada pengujian tarik di penelitian ini mengalami patahan di daerah *gage length*. Hal ini ditunjukkan oleh Gambar 8a hingga Gambar 8d.



GAMBAR 10. Patahan komposit serat daun nanas (a) Tanpa Perlakuan, (b) 5 menit, (c) 10 menit, (d) 15 menit

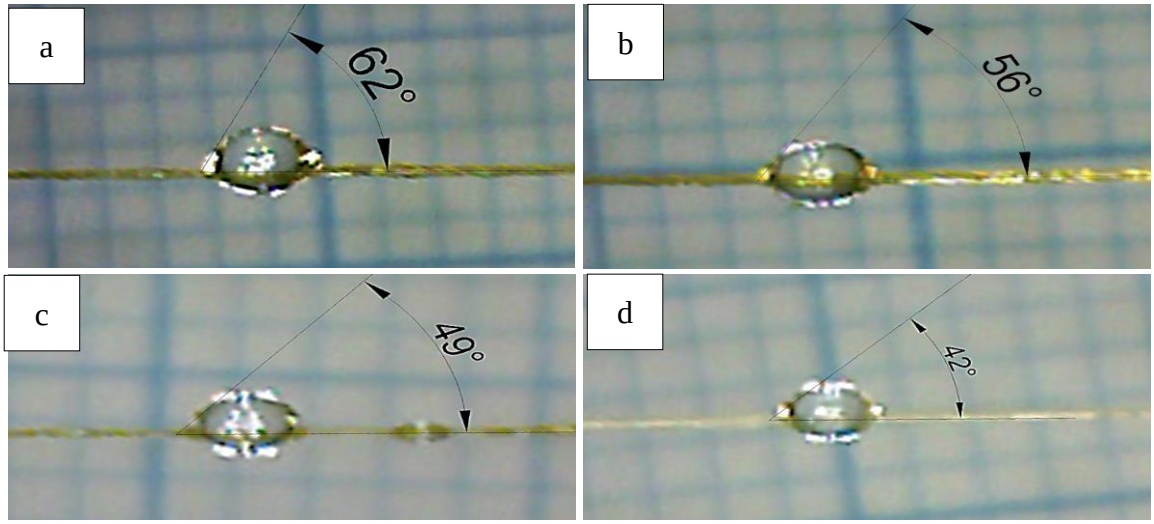
3.6 HASIL PENGUJIAN *WETTABILITY*

Sifat alami serat alam yang *hydrophilic* berlawanan secara kompabilitas dengan polimer (matriks) yang bersifat *hydrophobic* menjadi salah satu faktor penyebab kemampuan matriks untuk membasahi serat rendah [16]. Oleh karena itu, dilakukan pengujian *wettability* untuk melihat kemampubasahan dari resin *epoxy* untuk membasahi serat daun nanas tanpa perlakuan maupun serat daun nanas dengan perlakuan pemanasan *microwave oven* 440W dengan waktu 5 menit, 10 menit dan 15 menit. Didapatkan hasil sudut kontak (θ) antara serat daun nanas dengan droplet resin *epoxy*. yang merepresentasikan tegangan permukaan dan bentuk geometri dari *droplet*. Peletakan posisi droplet dan serat ditunjukkan pada gambar 9.

Pada gambar 9 menunjukkan bahwa sudut kontak dari tetesan *droplet* resin *epoxy* pada serat daun nanas terbesar dihasilkan pada serat daun nanas tanpa perlakuan dengan sudut kontak sebesar 62^{o} (Gambar 9a). Pada serat daun nanas dengan perlakuan pemanasan *microwave oven* 440W 5 menit memiliki sudut kontak antara *droplet* resin *epoxy* dengan serat daun nanas sebesar 56^{o} (Gambar 9b). Selanjutnya pada serat daun

nanas dengan perlakuan pemanasan *microwave oven* 440W 10 menit memiliki sudut kontak antara *droplet* resin *epoxy* dengan serat daun nanas sebesar 49^o (Gambar 9c). Nilai sudut kontak terkecil dihasilkan oleh tetesan *droplet* resin *epoxy* pada serat daun nanas dengan pemanasan *microwave oven* 440W 15 menit yaitu sebesar 42^o (Gambar 9d). Berdasarkan nilai sudut kontak yang dihasilkan maka keseluruhan memiliki nilai kemampubasahan yang baik karena berada pada *range* $0^o \leq \theta \leq 90^o$ [17].

Pemanasan *microwave oven* mampu menurunkan kelembaban serat serta mampu membersihkan serat sehingga kekasarannya meningkat [7]. 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 11. Sudut kontak droplet resin *epoxy* terhadap serat daun nanas (a) Tanpa Perlakuan, (b) Pemanasan Microwave Oven 440W 5 Menit, (c) Pemanasan Microwave Oven 440W 10 Menit, (d) Pemanasan Microwave Oven 440W 15 Menit.

KESIMPULAN

Penggunaan serat alam sebagai bahan penguat komposit memiliki keunggulan sehingga banyak diaplikasikan pada industri manufaktur yaitu komposit dapat memberikan inovasi baru seperti pembuatan bodi pada kendaraan dan dapat dinilai lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan material yang berasal dari tambang.

Nilai kekuatan tarik rata – rata pada komposit berpenguat serat daun nanas dari yang terendah hingga yang tertinggi adalah komposit berpenguat serat daun nanas tanpa perlakuan dan dengan perlakuan pemanasan *microwave oven* daya 440W selama 5 menit, 10 menit dan 15 menit sebesar yaitu 107.109 MPa; 115.208 MPa; 124.318MPa; dan 136.174 MPa. Hal ini membuktikan bahwa pemanasan menggunakan *microwave oven pasca* diberikan perlakuan perendaman NaOH mampu merubah morfologi dari permukaan serat daun nanas dapat mampu mengikis lignin. Selain itu hasil SEM pada permukaan serat daun nanas didapatkan permukaan yang lebih kasar dan terkikis seiiring bertambahnya waktu pemanasan. Dengan semakin kasarnya permukaan serat, dan menurunnya intensitas matriks alami dari serat daun nanas mampu meningkatkan kemampubasahan serat daun nanas. Peningkatan waktu pemanasan *microwave oven* mampu mengubah morfologi permukaan serat daun nanas menjadi lebih kasar sehingga meningkatkan adhesi antara serat dengan matriks epoksi dan mencapai nilai kekuatan tarik yang optimum pada pemanasan *microwave oven* daya 440W selama waktu 15 menit.

DAFTAR PUSTAKA

Arini H. J, Parnidi & Yoga A. Y. (2017). *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. Malang: Ballitas.

ASTM International. (2003). *Standard Test Method for Tensile Properties of*

Plastics. Pensylvenia, West Conshohocken.

Dassios, Konstantinos G. (2007). *A Review Of The Pull-Out Mechanism In The Fracture Of Brittle-Matrix Fibre-Reinforced Composites*. Greece : University of Patras.

Doraiswarmy et al. (1993). *Pineapple Leaf Fibers. Textile Progress. Textile Instute*. 24 (1)

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.

Jayamani, E., Hamdan, S., Heng, S. K., Rahman, M. R., Bakri, M. K. & Kakar, A. (2014). *The Effect of Natural Fibres Mercerization on Natural Fibres / Polypropylene Composites: A Study of Thermal Stability, Morphology and Infrared Spectrum*. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 8 (15): 332 – 340.

Kusumastuti A. (2009). *Aplikasi Serat Sisal Sebagai Komposit Polimer*. Jurnal Kompetensi Teknik. 1 (1): 27 - 32

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.

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.

Niu, Hedong & Wu, Zhishen. (2002). *Strengthening Effects of RC flexural Members with FRP Sheets Affected by Adhesive Layers*. Journal of Applied Mechanics. 5 : 887-897.

Patra, A., Bisoyi, D. K., Manda, P. K. & Singh, A. K. (2012*). Effect of microwave radiation on the macromolecular, morphological and crystallographic structures of sisal fiber*. *Applied Physics A Material Science & Processing*. 112: 1063 – 1071

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

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.

Surdia T. & Saito S. (1995). *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita

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

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.

Ziaullah, Yousif, Mainul. (2016). *Analisis patahan pada komposit epoxy berpenguat serat bambu*. Australia: University Queensland.

PENULIS:

Redi Bintarto, Et All

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Kota Malang.

Email: redibintarto@ub.ac.id