

# PENGARUH DEBIT ALIRAN RESIN BISPHENOL A LP-1Q-EX PADA METODE *VACUUM INFUSION* RESIN TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT SERAT KULIT POHON WARU (*HIBISCUS TILIACEUS*)

Teddy Wicaksono<sup>1\*</sup>, Akhmad Farid<sup>1</sup>, Nova R. Ismail<sup>1</sup>, Arief Rizki Fadhillah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Mesin Universitas Widyagama Malang, Taman Borobudur No. 3-Malang, Indonesia

\*Email Penulis: [teddywicaksono7@gmail.com](mailto:teddywicaksono7@gmail.com)

## INFORMASI ARTIKEL

Naskah Diterima 05/02/2021  
Naskah Direvisi 28/06/2021  
Naskah Disetujui 30/06/2021  
Naskah Online 30/06/2021

## ABSTRAK

Research on natural fiber composites is being carried out in various parts of the world to produce solutions to environmental problems by utilizing natural fiber materials prepared for environmentally friendly and renewable materials. The natural fiber currently being developed for composite reinforcement is hibiscus bark fiber. This study aims to determine the effect of the flow rate of bisphenol A resin LP-1Q-EX on the vacuum infusion resin method on the tensile strength of hibiscus bark fiber composites. The method used in this study is the fiber structure model in the direction of tensile load, composite using hibiscus bark fiber (*Hibiscus tiliaceus*), composite using bisphenol A resin LP-1Q-EX, composite using mass fraction with a ratio of 60 fibers: 40 resin, Waru tree bark was treated with 6% NaOH alkaline soaking (aquades 938.8 grams, and NaOH 61.2 grams) for 120 minutes, the number of hibiscus tiliaceus bark fibers in one composite material was 22 fibers with a material thickness of 3.2 mm (according to ASTM D638-03 Type 1 standard), the composite was produced using the vacuum infusion resin method with variations in resin flow rate of 1.19 ml/s, 3.66 ml/s, 4.67 ml/s. The testing process in this study is a composite tensile test using the ASTM D638-03 Type I standard. The analysis of the fractures that occur in each specimen uses macro photos, namely the process of taking several photos of the fracture after the specimen is subjected to a tensile test using a digital camera placed on the ground, topped a tripod. The results of the composite tensile test showed that the variation of resin flow rate of 1.19 ml/s had the lowest tensile strength of 282.94 MPa, while the variation of flow discharge of 3.66 ml/s had the highest tensile strength of 301.75 MPa. and the flow variation of 4.67 ml/s has a tensile strength of 284.54 MPa. Based on the results of the tensile test of the hibiscus tiliaceus bark fiber composite using the vacuum infusion resin method, the highest strength was obtained at a variation of the resin flow rate of 3.66 ml/s.

**Kata kunci:** composite, hibiscus tiliaceus, tensile strength, resin flow discharge, vacuum infusion resin

## 1. PENDAHULUAN

Penggunaan material yang tidak dapat diperbaharui telah membuat kekhawatiran di seluruh dunia, hal ini dikarenakan seluruh proses manufaktur kebutuhan manusia masih menggunakan material-material yang tidak dapat daur ulang. Bahan alami menjadi salah satu solusi dari penggunaan material yang tidak dapat diperbaharui serta berlebihan dalam penggunaannya. Komposit serat alam salah satu material yang dapat dikembangkan saat ini[1].

Penggunaan serat alam sering diperoleh dari tanaman. Serat alam adalah salah satu penguat yang sangat banyak digunakan dalam komposit karena serat alam mampu menghasilkan kekuatan dan kekakuan spesifik yang lebih tinggi daripada bahan lainnya[2]. Penelitian komposit serat alam sedang banyak dilakukan di berbagai belahan dunia untuk menghasilkan solusi dari masalah lingkungan dengan cara mengeksplorasi material serat alam yang disiapkan untuk material ramah lingkungan dan terbarukan.

Dalam konteks ini, komposit serat alam terdiri dari dua material penyusun yaitu matrik polimer dan serat alam. Hal ini sangat menarik dikarenakan komposit serat alam memiliki beberapa keuntungan, antara lain : Memiliki sifat –sifat mekanik yang diinginkan dan biaya yang sangat terjangkau. Meskipun material komposit ini diperkuat dengan serat alam akan tetapi potensi dan prospek kedepan sangat kuat, sehingga dapat menjawab tantangan terhadap pengolahan material ini.

Saat ini, beberapa polimer sintetik banyak digunakan sebagai matrik untuk membuat komposit serat alam. Pengaplikasian komposit serat alam ini dapat digunakan untuk beberapa sektor kebutuhan masyarakat, antara lain : otomotif, elektronik, pengemasan, konstruksi dan biomedis[1].

Serat alam yang saat ini banyak dikembangkan untuk *reinforcement* pada komposit adalah serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*). Serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*) adalah salah satu serat alam yang di dapatkan dari pohon waru yang banyak ditemukan didaerah pegunungan dan laut. Serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*) memiliki sifat mekanik yang sangat baik, hal ini dikarenakan serat ini memiliki struktur saling mengikat antara satu serat dengan serat lainnya[3].

Komposit serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) telah banyak diteliti oleh beberapa peneliti dengan berbagai variasinya diantaranya oleh : [4], yang meneliti tentang karakteristik komposit serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*) berdasarkan jenis resin sintesis terhadap kekuatan tarik dan patahan komposit. Beberapa jenis resin sintesis digunakan dalam penelitian ini adalah ripoxy R-802, polyester BTQN 157, bisphenol A LP-1Q-EX, dan Epoxy AB. Perbandingan rasio fraksi massa antara serat dan resin adalah 60:40. Proses manufaktur komposit ini yang digunakan dengan metode *vacuum bagging*. Serat kulit pohon waru diberi perlakuan alkali yaitu dengan perendaman larutan NaOH sebesar 6% selama 120 menit. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah komposit serat kulit pohon waru dengan resin bisphenol A LP-1Q-EX memiliki kekuatan tarik terbaik sebesar 327.12 MPa.

Dalam meningkatkan kualitas komposit serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*), maka juga diperlukan metode manufaktur yang tepat sehingga akan menghasilkan sifat mekanik yang diinginkan. Metode manufaktur dengan metode *vacuum* menjadi salah satu proses yang cukup baik dari segi porositas atau void.

Metode *vacuum infusion* dapat menghasilkan suatu produk yang baik dari segi berat jenis, kerapatan, dan kerataan. *Vacuum infusion* adalah metode pembuatan material komposit dengan cara memvakumkan menggunakan kantong kedap udara untuk menekan suatu laminasi dari matrik, serat dan lapisan lainnya pada cetakan sehingga lapisannya menyatu sebagai suatu bahan komposit[5].

Perbandingan karakteristik serat karbon antara metode *manual lay-up* dan *vacuum infusion* dengan penggunaan fraksi berat serat 60% juga telah diteliti oleh[6]. Metode laminasi yang digunakan adalah

*manual lay-up* dan *vacuum infusion*. Matriks yang digunakan yaitu resin epoksi. Hasil yang diperoleh yaitu metode *vacuum infusion* memiliki karakteristik yang lebih baik dibandingkan metode *manual lay-up* dengan kekuatan tarik sebesar 595.63 MPa.

Dari beberapa penelitian terdahulu diatas maka serat kulit pohon waru memiliki potensi yang sangat baik sebagai *reinforced* pada komposit serat alam, akan tetapi perlu adanya pengembangan penelitian mengenai proses manufaktur komposit dengan metode *vacuum infusion* yaitu Pengaruh Debit Aliran Resin Bisphenol A LP-1Q-EX Pada Metode *Vacuum Infusion Resin* Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Kulit Pohon Waru (*Hibiscus tiliaceus*).

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian adalah variabel bebas, variabel terikat, dan variabel terkontrol.

1. Variabel bebas adalah variabel yang bebas ditentukan oleh peneliti. Variabel yang digunakan yaitu:
  - a. Debit aliran resin 1,19 ml/s
  - b. Debit aliran resin 3,66 ml/s
  - c. Debit aliran resin 4,67 ml/s
2. Variabel terikat adalah variabel yang faktornya diamati dan diukur untuk menentukan pengaruh yang disebabkan oleh variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu :
  - a. Analisa kekuatan tarik komposit (Uji tarik)
  - b. Analisa Ikatan Komposit (Foto Mikro)
  - c. Analisa patahan komposit (Foto patahan)
3. Variabel terkontrol
  - a. Struktur serat model *unidirectional* searah dengan beban tarik
  - b. Komposit menggunakan fraksi massa dengan perbandingan 60 serat : 40 resin
  - c. Uji tarik komposit menggunakan Standar ASTM D638-03 Type 1
  - d. Komposit menggunakan serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*)
  - e. Komposit menggunakan resin Bisphenol A LP-1Q
  - f. Komposisi resin bisphenol (resin 400 gram, Mekpo 1,6 gram, Promoter 3,2 gram)
  - g. Serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*) diberi perlakuan perendaman alkali NaOH sebesar 6% (aquades 938.8 gram, dan NaOH 61.2 gram)
  - h. Waktu perendaman serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*) dengan alkali NaOH 6% selama 120 menit
  - i. Komposit diproduksi dengan metode *vacuum infusion resin*
  - j. Jumlah serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*) dalam satu material komposit sebanyak 22 serat dengan ketebalan material

sebesar 3.2 mm (sesuai standar ASTM D638-03 Type 1)

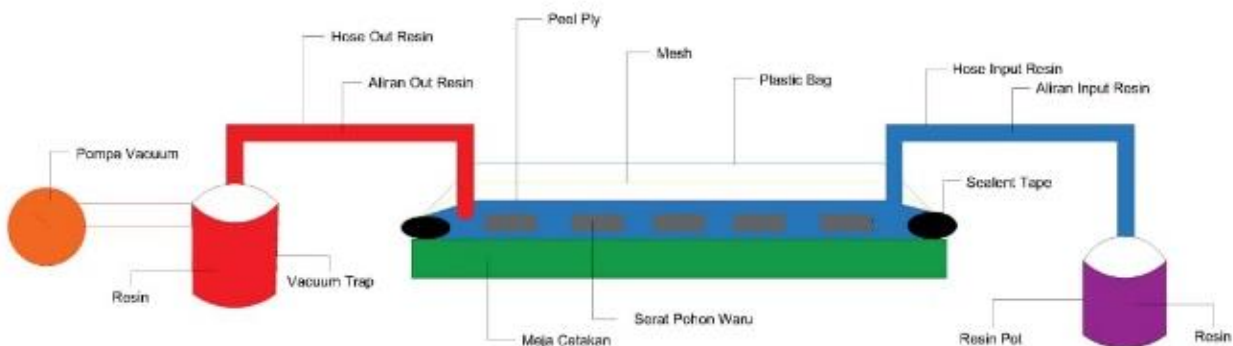
## 2.2 Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat Penelitian
  - a. Meja cetak komposit
  - b. Resin pot
  - c. *Vacuum pump*
  - d. *Vacuum trap*
  - e. Gelas ukur
  - f. Timbangan digital
  - g. Clamp
  - h. pH meter
  - i. Gunting
2. Bahan Penelitian
  - a. Resin Bisphenol A LP-1Q-EX
  - b. Katalis mekpo dan promotor
  - c. Serat kulit pohon waru
  - d. NaOH dan aquades
  - e. *Mirror glaze*
  - f. Lakban hitam
  - g. T connector
  - h. *Spiral tube*
  - i. *Sealant tape*
  - j. *Plastic bag*
  - k. *PE tube*
  - l. *Peel ply*
  - m. *Mesh*

Tahapan dalam proses pembuatan spesimen dengan alat *vacuum infusion* resin, antara lain:

- a) Menyusun serat dalam 1 kaca sebanyak 5 bendel
- b) Memberi batas berupa persegi mengelilingi kaca dengan lakban hitam
- c) Melapisi permukaan kaca dengan *mirror glaze* hingga rata

- d) Meletakkan serat pada kaca yang telah dilapisi oleh *mirror glaze*
- e) Memotong *peel ply* sesuai lebar dan panjang lakban hitam
- f) Memotong *mesh* sesuai lebar dan panjang lakban hitam
- g) Memasang spiral tube dan T conector diatas *mesh*
- h) Memasang *sealant tape* dan buka pembungkus *sealant tape*
- i) Memasang *plastic bag* pada *sealant tape*
- j) Memasang pipa aliran resin *out* pada *plastic bag* dan *vacuum trap*
- k) Memasang pipa aliran resin *in* pada T conector dan resin pot
- l) Menutup pipa aliran resin *in* dengan clamp
- m) Menghidupkan *vacuum pump* dan mengatur bukaan katup kontrol untuk mendapatkan tekanan yang telah ditentukan (1,19 ml/s, 3,66 ml/s, 4,67 ml/s)
- n) Setelah tekanan yang diinginkan tercapai, selanjutnya mematikan *vacuum pump* dan periksa kebocoran pada sistem *vacuum bag* dengan durasi waktu 30 menit
- o) Hidupkan *vacuum pump* kembali sampai dengan tekanan yang telah ditentukan
- p) Mempersiapkan dan timbang resin, mekpo, dan promotor yang akan digunakan pada gelas plastik
- q) Menyalakan *vacuum pump* dan buka pipa aliran resin *in* yang telah tersambung pada gelas resin
- r) Mematikan *vacuum pump*, jika resin telah mengalir pada pipa aliran resin *out*
- s) Menutup kembali pipa aliran resin *in* dan *out* dengan clamp
- t) Membuka *bagging* pada cetakan, jika komposit telah full cure
- u) Finishing komposit dengan gerinda



Gambar 1. Skema Alat *Vacuum Infusion* Resin

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Tarik dilaksanakan di Laboratorium Uji Bahan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang. Uji tarik komposit adalah untuk memperoleh nilai kekuatan tarik dari komposit serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*).



Gambar 2. Alat Uji Tarik

Berdasarkan hasil pengujian tarik komposit serat kulit pohon waru dengan variasi debit aliran resin, maka didapatkan nilai kekuatan tarik dan regangan komposit pada gambar di bawah ini :

No	Kode Spesimen	Kekuatan Tarik (MPa)	Regangan (mm/mm)
1	201	271,77	0,0053
2	202	336,57	0,0067
3	203	284,32	0,0062
4	204	250,85	0,0053
5	205	271,17	0,0060

Gambar 3. Data Hasil Pengujian Tarik Komposit Variasi Debit Aliran 1,19 ml/s Per Spesimen

No	Kode Spesimen	Kekuatan Tarik (MPa)	Regangan (mm/mm)
1	401	229,84	0,0061
2	402	374,98	0,0056
3	403	280,00	0,0064
4	404	263,32	0,0055
5	405	360,62	0,0067

Gambar 4. Data Hasil Pengujian Tarik Komposit Variasi Debit Aliran 3,66 ml/s Per Spesimen

No	Kode Spesimen	Kekuatan Tarik (MPa)	Regangan (mm/mm)
1	701	223,36	0,0053
2	702	333,25	0,0054
3	703	369,22	0,0075
4	704	231,69	0,0062
5	705	265,18	0,0058

Gambar 5. Data Hasil Pengujian Tarik Komposit Variasi Debit Aliran 4,67 ml/s Per Spesimen

No	Debit Aliran (ml/s)	Tegangan (MPa)	Regangan (mm/mm)
1	1,19	282,94	0,0059
2	3,66	301,75	0,0061
3	4,67	284,54	0,0060

Gambar 6. Data Hasil Pengujian Tarik Rata-rata Tegangan dan Regangan Variasi Debit Aliran

Perhitungan luas penampang spesimen  
 $A = l \cdot t$

Dimana :

A : Luas Penampang Spesimen (mm<sup>2</sup>)

l : Lebar Rata-rata Spesimen (mm)

t : Tebal Rata-rata Spesimen (mm)

Contoh untuk menghitung luas penampang spesimen 201 :

$$A = 15,30 \text{ mm} \times 3,70 \text{ mm}$$

$$A = 56,61 \text{ mm}^2$$

Perhitungan pertambahan panjang spesimen

$$\Delta L = \text{panjang akhir} - \text{panjang awal}$$

Dimana :

$\Delta L$  : Pertambahan Panjang Spesimen (mm)

Contoh untuk menghitung pertambahan panjang spesimen 201 :

$$\Delta L = 57,3 \text{ mm} - 57 \text{ mm}$$

$$\Delta L = 0,3 \text{ mm}$$

Perhitungan faktor koreksi pertambahan panjang spesimen

$$\text{Faktor koreksi } \Delta L = \Delta L \text{ spesimen} : \Delta L \text{ data}$$

Contoh untuk menghitung faktor koreksi pertambahan panjang spesimen 201 :

$$\text{Faktor koreksi } \Delta L = 0,3 \text{ mm} : 8,56 \text{ mm}$$

$$\text{Faktor koreksi } \Delta L = 0,03505 \text{ mm}$$

Perhitungan gaya

$$\text{Gaya} = m \cdot a$$

Dimana :

m : massa (kg)

a : percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

Contoh untuk menghitung gaya pada spesimen 201 :

$$\text{Gaya} = 1568,30 \cdot 9,81$$

$$\text{Gaya} = 15385,02 \text{ N}$$

Perhitungan pertambahan panjang real

$$\Delta L \text{ real} = \Delta L \text{ data} \cdot \text{faktor koreksi } \Delta L$$

Contoh untuk menghitung pertambahan panjang real spesimen 201 :

$$\Delta L \text{ real} = 8,56 \text{ mm} \cdot 0,03505$$

$$\Delta L \text{ real} = 0,30 \text{ mm}$$

Perhitungan tegangan

$$\text{Tegangan} = \text{gaya} : \text{luas penampang}$$

Contoh untuk menghitung tegangan pada spesimen 201 :

$$\text{Tegangan} = 15385,02 : 56,61$$

$$\text{Tegangan} = 271,77 \text{ MPa}$$

Perhitungan regangan

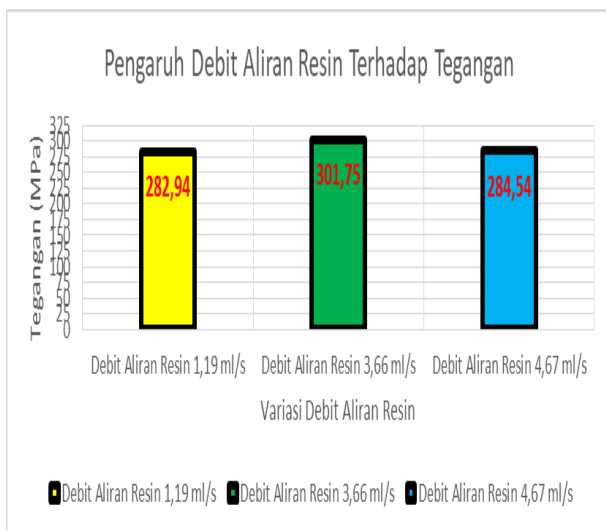
$$\text{Regangan} = \Delta L \text{ real} : \text{panjang awal}$$

Contoh untuk menghitung regangan pada spesimen 201 :

$$\text{Regangan} = 0,30 \text{ mm} : 57 \text{ mm}$$

$$\text{Regangan} = 0,0053 \text{ mm/mm}$$

Berdasarkan analisa data pengujian grafik tegangan dan regangan komposit serat kulit pohon waru didapatkan rata-rata tegangan tarik setiap variasi debit aliran resin seperti yang ada pada gambar 7 di bawah ini :



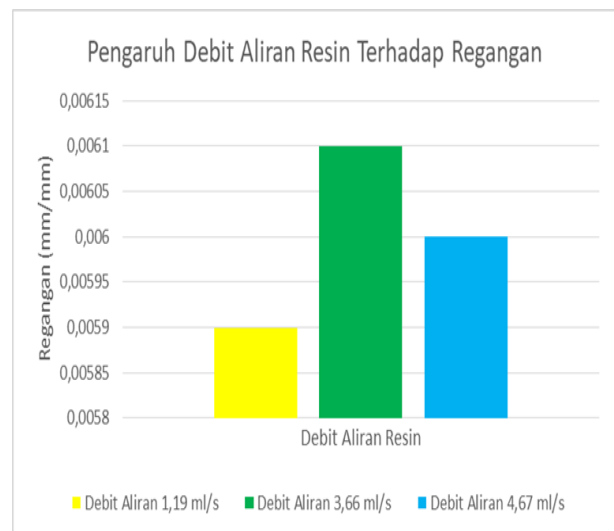
Gambar 7. Tegangan Tarik Komposit Serat Kulit Waru Variasi Debit Aliran

Pada gambar 7 di atas menunjukkan komposit serat kulit pohon waru dengan variasi debit aliran

resin 1,19 ml/s memiliki tegangan tarik sebesar 282,94 MPa. Komposit serat kulit pohon waru dengan variasi debit aliran resin 3,66 ml/s memiliki tegangan tarik sebesar 301,75 MPa. Komposit serat kulit pohon waru dengan variasi debit aliran resin 4,67 ml/s memiliki tegangan tarik sebesar 284,54 MPa.

Berdasarkan hasil tegangan tarik rata-rata setiap variasi di atas dapat diketahui bahwa debit aliran resin pada metode *vacuum infusion resin* mempengaruhi tegangan tarik komposit. Hal ini dapat dilihat pada gambar 7 bahwa tegangan tarik pada komposit variasi debit aliran 1,19 ml/s memiliki tegangan tarik terendah sebesar 282,94 MPa, hal ini dikarenakan debit aliran resin terlalu lambat sehingga resin mulai mengeras sebelum resin menyebar rata pada serat, penyebaran resin yang tidak merata berpengaruh terhadap kekuatan tarik komposit. Sedangkan komposit pada variasi debit aliran 3,66 ml/s memiliki tegangan tarik tertinggi yaitu sebesar 301,75 MPa. hal ini membuktikan bahwa seiring dengan meningkatnya debit aliran resin pada metode *vacuum infusion resin*, komposit mengalami peningkatan kekuatan tarik. Akan tetapi pada peningkatan debit aliran 4,67 ml/s menyebabkan kekuatan tarik komposit menurun, hal ini dikarenakan debit aliran yang terlalu besar sehingga banyak resin terbuang ke *vacuum trap*, akibatnya penyebaran resin tidak maksimal ke serat dan membuat kekuatan tarik komposit menurun.

Berdasarkan analisa data pengujian grafik tegangan dan regangan komposit serat kulit pohon waru didapatkan rata-rata regangan setiap variasi debit aliran resin seperti yang ada pada gambar 8 di bawah ini :



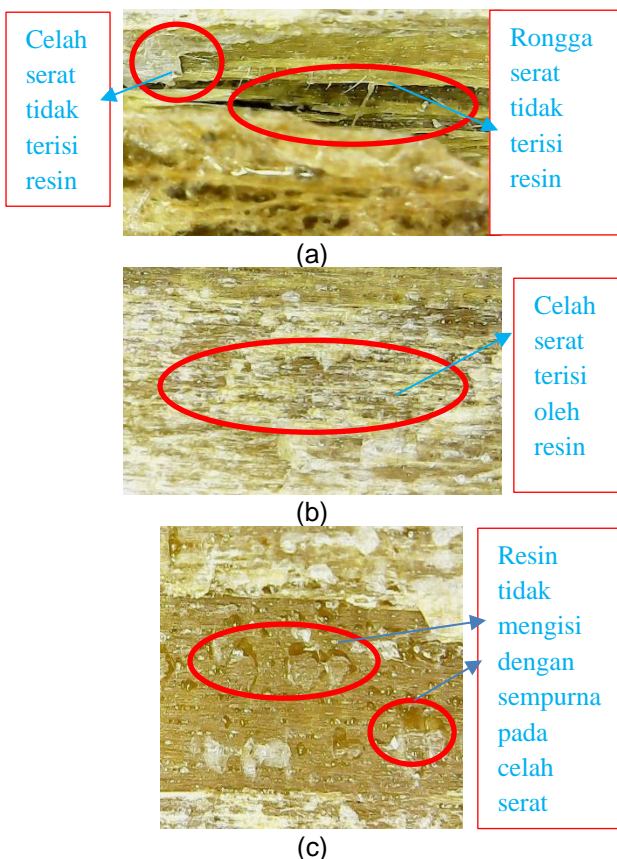
Gambar 8. Regangan Tarik Komposit Serat Kulit Waru Variasi Debit Aliran

Pada gambar 8 di atas menunjukkan komposit serat kulit pohon waru dengan variasi debit aliran resin 1,19 ml/s memiliki regangan sebesar 0,0059 mm/mm. Komposit serat kulit pohon waru dengan variasi debit aliran resin 3,66 ml/s memiliki regangan sebesar 0,0061 mm/mm. Komposit serat kulit pohon

waru dengan variasi debit aliran resin 4,67 ml/s memiliki regangan sebesar 0,0060 mm/mm.

Berdasarkan hasil regangan rata-rata setiap variasi di atas dapat diketahui bahwa debit aliran resin pada metode *vacuum infusion resin* mempengaruhi regangan komposit. Hal ini dikarenakan ikatan antar permukaan serat dan matrik dalam komposit dipengaruhi oleh kecepatan dan waktu pencampuran. Hal ini dapat dilihat bahwa regangan komposit serat kulit pohon waru dengan variasi debit aliran 3,66 ml/s memiliki regangan tertinggi dan komposit dengan debit aliran 1,19 ml/s memiliki regangan terendah. Akan tetapi pada penambahan variasi debit aliran 4,67 ml/s komposit serat kulit waru mengalami penurunan nilai regangan.

Berdasarkan foto mikro yang telah dilakukan pada masing-masing spesimen variasi untuk melihat ikatan antara serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) dan resin bisphenol A LP-1Q-EX pada komposit maka didapatkan hasil foto mikro sebagai berikut :

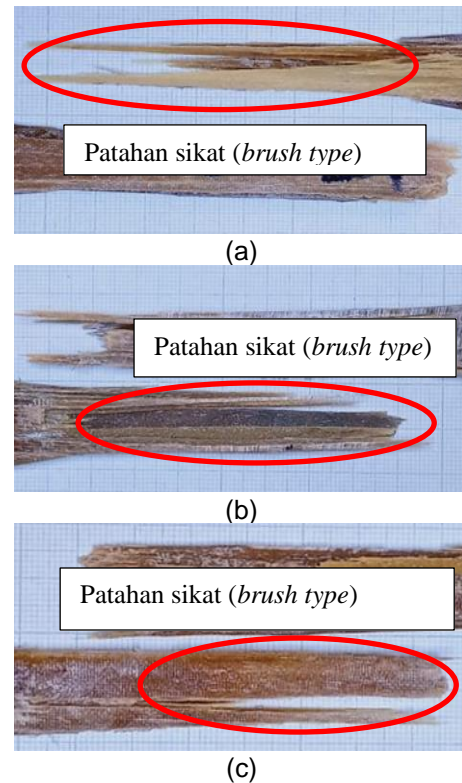


**Gambar 9.** Foto Mikro Komposit Serat Kulit Pohon Waru, (a) debit aliran resin 1,19 ml/s, (b) debit aliran 3,66 ml/s, (c) debit aliran resin 4,67 ml/s.

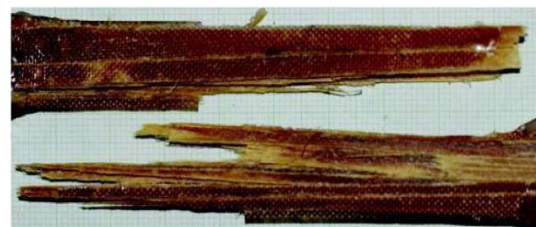
Foto mikro komposit serat kulit waru pada gambar 9a-c menunjukkan bahwa ikatan antara resin bisphenol dan serat waru pada variasi debit aliran resin 3,66 ml/s memiliki ikatan yang lebih baik dibandingkan dengan variasi debit aliran resin 1,19 ml/s dan debit aliran resin 4,67 ml/s. Hal ini dikarenakan pada variasi debit aliran 3,66 ml/s resin dapat mengisi secara keseluruhan celah serat kulit pohon waru yang ada sehingga menjadikan ikatan yang terjadi antara serat dan resin sangat baik, variasi

debit aliran resin 1,19 ml/s debit aliran resin terlalu rendah sehingga resin mengeras sebelum resin meresap ke serat waru akibatnya resin tidak meresap ke serat, sedangkan pada variasi debit aliran resin 4,67 ml/s debit aliran resin terlalu cepat sehingga resin tidak meresap dengan sempurna pada serat.

Berdasarkan uji tarik komposit serat kulit waru variasi debit aliran yang telah dilakukan maka patahan yang terjadi pada masing-masing spesimen variasi sebagai berikut :



**Gambar 10.** Foto Makro Patahan Komposit Serat Kulit Waru, (a) debit aliran resin 1,19 ml/s, (b) debit aliran 3,66 ml/s, (c) debit aliran resin 4,67 ml/s.



**Gambar 11.** Patahan uji tarik komposit serat kulit pohon waru variasi jenis resin Bisphenol LP-1Q-EX

Foto patahan uji tarik komposit serat kulit waru dengan variasi debit aliran resin pada gambar 10 menunjukkan bahwa seluruh variasi debit aliran tidak dapat diprediksi posisi patahan yang akan terjadi atau tidak terjadi patahan yang terpusat pada satu titik, hal ini dikarenakan serat yang digunakan adalah *unidirectional*, mempunyai susunan serat panjang dan lurus, sehingga kekuatan antar lapisan serat dipengaruhi oleh matriknya [7]. Seperti penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh [8] bahwa matrik dengan resin bisphenol A LP-1Q-EX memiliki posisi patahan yang akan terjadi tidak dapat

diprediksi dan tidak terjadi patahan yang terpusat pada satu titik seperti yang ada pada gambar 11 di atas.

Patahan komposit pada gambar 10a-c menunjukkan mekanisme patahan sikat (*brush type*), yaitu jenis patahan yang terjadi di sembarang tempat. Hal ini menandakan bahwa serat mampu menahan gaya tarik dan meneruskan ke serat sekitar, maka serat yang patah akan semakin banyak. Dan juga matrik tidak mampu menahan konsentrasi tegangan tarik yang timbul di ujung, serat dapat terlepas dari matrik dan komposit akan rusak tegak lurus arah serat. Dengan demikian komposit menjadi semakin tangguh dalam menyerap beban.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari hasil pengujian tarik didapatkan kekuatan tarik komposit serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) variasi debit aliran resin pada metode *vacuum infusion resin* tertinggi pada debit aliran resin 3,66 ml/s dengan nilai kekuatan tarik rata-rata 301,75 MPa.
2. Dari hasil pengujian tarik didapatkan regangan komposit serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) variasi debit aliran resin pada metode *vacuum infusion resin* tertinggi pada debit aliran resin 3,66 ml/s dengan nilai regangan rata-rata 0,0061 mm/mm.
3. Dari hasil foto mikro komposit serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) pada metode *vacuum infusion resin* dengan menggunakan variasi debit aliran resin didapatkan ikatan terbaik antara serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) dan resin bisphenol A LP-1Q-EX pada variasi debit aliran resin 3,66 ml/s dikarenakan resin dapat mengisi merata pada celah serat.
4. Pola patahan pada komposit uji tarik dari variasi debit aliran resin 1,19 ml/s, debit aliran resin 3,66 ml/s, debit aliran 4,67 ml/s menunjukkan mekanisme patahan sikat (*brush type*).

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. K. Balla, K. H. Kate, J. Satyavolu, P. Singh, and J. G. D. Tadimeti, "Additive manufacturing of natural fiber reinforced polymer composites: Processing and prospects," *Compos. Part B Eng.*, p. 106956, 2019.
- [2] V. Sekar, M. H. Fouladi, S. N. Namasivayam, and S. Sivanesan, "Additive Manufacturing: A Novel Method for Developing an Acoustic Panel Made of Natural Fiber-Reinforced Composites with Enhanced Mechanical and Acoustical Properties," *J. Eng.*, vol. 2019,

- 2019.
- [3] A. R. Fadhilah, D. Hermawan, and A. R. Wardhani, "Pengaruh prosentase larutan NaOH pada proses alkalisasi serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*) sebagai reinforcement komposit terhadap kekuatan tarik serat tunggal," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 8, no. 2, 2019.
- [4] A. R. Fadhilah, S. A. Setiyabudi, and A. Purnowidodo, "Karakteristik komposit serat kulit pohon waru (*Hibiscus Tiliaceus*) berdasarkan jenis resin sintesis terhadap kekuatan tarik dan patahan komposit," *Rekayasa Mesin*, vol. 8, no. 2, pp. 101–108, 2017.
- [5] R. Dinur, "PROSES PEMBUATAN PRODUK KOMPOSIT SANDWICH SERAT KARBON MENGGUNAKAN METODE VACUUM INFUSION," 2019.
- [6] G. E. Pramono and S. P. Sutisna, "Perbandingan Karakteristik Serat Karbon Antara Metode Manual Lay-Up dan Vacuum Infusion Dengan Penggunaan Fraksi Berat Serat 60%," *AME (Aplikasi Mek. dan Energi) J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 1, pp. 1–6, 2017.
- [7] N. Nayiroh, "Teknologi Material Komposit," *Yogyakarta. Ebalta* diakses dari [www.ebalta.de/rs/datasheet/en](http://www.ebalta.de/rs/datasheet/en), 2013.
- [8] A. R. Fadhilah, "Desain Pola Fiber Berbahan Serat Kulit Pohon Waru (*Hibiscus Tiliaceus*) Bermatrik Resin Sintesis Terhadap Kekuatan Tarik Komposit." Universitas Brawijaya, 2017.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)