

## **PENGARUH JUMLAH ALIRAN INPUT RESIN PADA PROSES *VACCU* INFUSION RESIN TERHADAP BEBAN DAN WAKTU PATAH UJI TARIK KOMPOSIT SERAT KULIT POHON WARU**

**Arief Rizki Fadhilah<sup>1\*)</sup>, Dadang Hermawan<sup>1)</sup>, Nova Risdiyanto Ismail<sup>2)</sup>, Deky Framasta<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Program Studi D3 Mesin Otomotif, Universitas Widyagama Malang, Kota Malang

<sup>2)</sup> Program Studi S1 Teknik Mesin, Universitas Widyagama Malang, Kota Malang

\*Email Korespondensi : [arief.rizki.f@widyagama.ac.id](mailto:arief.rizki.f@widyagama.ac.id)

### **ABSTRAK**

Serat alam adalah salah satu penguat yang sangat banyak digunakan dalam komposit. Salah satu serat alam yang digunakan untuk komposit adalah Serat kulit pohon waru, hal ini dikarenakan serat ini memiliki struktur saling mengikat antara satu serat dengan serat lainnya. Proses manufaktur mempengaruhi dari kekuatan komposit serat alam, sehingga perlu dilakukan penelitian yang berkelanjutan. Permasalahan yang akan diteliti adalah pengaruh jumlah aliran input resin pada proses *vaccum infusion resin* terhadap beban dan waktu uji tarik komposit serat kulit pohon waru. Tujuan penelitian adalah menganalisa pengaruh variasi jumlah aliran resin menggunakan metode *vaccum infusion resin* terhadap beban dan waktu uji tarik komposit. Penelitian ini memiliki variasi jumlah aliran input resin pada *vaccum infusion resin* yaitu Jumlah Aliran Resin 1 In 1 Out, 2 In 1 Out, 4 In 1 Out. Pengujian yang dilakukan pada komposit dengan variasi ini adalah uji tarik, foto mikro, dan foto patahan. Hasil penelitian ini adalah komposit serat kulit pohon waru dengan variasi aliran resin input 2 in 1 out memiliki kemampuan menerima beban paling tinggi sebesar 1534.90 kg. Sedangkan, waktu patah yang paling maksimal terdapat pada komposit serat kulit pohon waru dengan variasi aliran resin input 1 in 1 out yaitu selama 371 detik.

**Kata kunci:** komposit, serat waru, *vaccum infusion resin*, jumlah aliran input, uji tarik

### **ABSTRACT**

Natural fibers are one of the most widely used reinforcement in composites. One of the natural ingredients used for composites is the bark fiber of the waru tree, this is because these fibers have a mutually binding structure between one fiber and another. The manufacturing process affects the strength of natural fiber composites, so it is necessary to carry out continuous research. The problem that will be investigated is the effect of the amount of resin input flow in the *vaccum infusion resin* process on the load and tensile test time of the leather fiber composite. The research objective was to analyze the effect of variations in the amount of resin flow using the *vaccum infusion resin* method on the load and time of the composite tensile test. This study has a variation in the number of resin input flows in *vaccum infusion resin*, namely the number of resin flows 1 In 1 Out, 2 In 1 Out, 4 In 1 Out. Tests carried out on composites with this variation are tensile tests, micro photos, and fracture photos. The results of this study were the composite fiber bark of the waru tree with a variation of the resin flow input 2 in 1 out which has the ability to accept the highest load of 1534.90 kg. Meanwhile, the maximum fracture time is found in the fiber composite of the waru tree bark with a variation of the resin flow input 1 in 1 out, which is 371 seconds.

**Keywords:** composite, waru fiber, *vaccum infusion resin*, total input flow, tensile test

### **PENDAHULUAN**

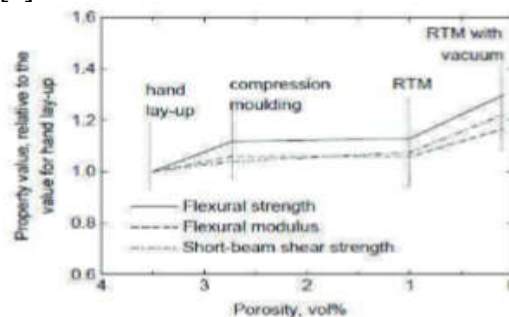
Serat alam adalah salah satu penguat yang sangat banyak digunakan dalam komposit, hal ini dikarenakan serat alam memiliki kekuatan dan kekakuan spesifik yang lebih baik dibandingkan bahan lainnya [1]. Pada saat ini penelitian komposit serat alam sedang banyak dilakukan di berbagai belahan dunia untuk menghasilkan solusi dari masalah

lingkungan dengan cara mengeksploitasi material serat alam yang disiapkan untuk material ramah lingkungan dan terbarukan.

Komposit serat alam terdiri dari dua material penyusun yaitu matrik (polimer) dan *reinforcement* (serat alam). Beberapa kelebihan dari komposit serat, antara lain: memiliki sifat mekanik spesifik dan biaya terjangkau [2]. Serat alam yang saat ini banyak dikembangkan untuk *reinforcement* pada komposit adalah serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*). 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].

Penggunaan serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) sebagai *reinforcement* pada material komposit serat alam telah dilakukan oleh beberapa peneliti dengan berbagai variasi yang dikembangkan, antara lain oleh : Fadhillah et al., meneliti tentang karakteristik komposit serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*) berdasarkan jenis resin sintesis terhadap kekuatan tarik dan patahan komposit, adapun hasil dari penelitian ini adalah komposit serat kulit pohon waru dengan resin bisphenol A LP-1Q-EX memiliki kekuatan tarik terbaik sebesar 327.12 Mpa [4]. Komposit serat kulit pohon waru juga diteliti oleh Suteja et al. dengan fokus pada perilaku tarik komposit laminat serat kulit waru-aluminium, kemudian hasil dari penelitian ini adalah kekuatan tarik tertinggi bahan penyusun komposit laminat dimiliki serat kulit waru sebesar 250,59 Mpa [5].

Kekuatan komposit serat alam tidak hanya dipengaruhi oleh faktor matrik dan *reinforcement*, akan tetapi juga dari metode manufakturnya. Hal ini dapat dilihat dari gambar 1 yang menjelaskan bahwa metode *vacuum* menjadi salah satu proses yang cukup baik dari segi porositas [6].

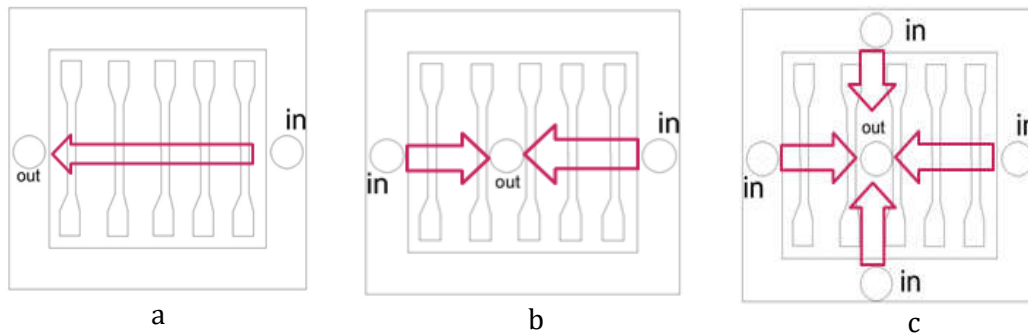


Gambar 1. Tingkat Porositas Komposit Terhadap Variasi Proses Manufaktur  
Sumber : (Fadhillah, 2017), [6]

Berdasarkan ulasan dan penelitian yang telah dilakukan diatas, maka serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliceus*) memiliki potensi sebagai *reinforcement* komposit serat alam, akan tetapi perlu adanya penelitian lanjutan dengan memfokuskan proses manufaktur komposit menggunakan metode *vacuum infusion resin* dengan variasi jumlah aliran input resin. **Permasalahan yang akan diteliti** adalah “pengaruh jumlah aliran input resin pada proses vaccum infusion resin terhadap beban dan waktu uji tarik komposit serat kulit pohon waru”. **Tujuan Khusus** penelitian ini adalah menganalisa pengaruh variasi jumlah aliran resin menggunakan metode *vaccum infusion resin* terhadap beban dan waktu uji tarik komposit. **Urgensi penelitian** ini adalah metode *vacuum infusion resin* pada saat ini menggunakan 1 aliran input resin dan 1 aliran output resin, hal ini menyebabkan resin kurang maksimal dalam waktu proses pencetakan komposit sehingga mempengaruhi dari hasil cetakan dan *tensile strength* komposit dan khususnya pada beban terhadap waktu uji tarik. Dari permasalahan tersebut maka perlu adanya penambahan aliran input resin, sehingga akan memaksimalkan resin dalam mengalir serat pada proses *vacuum infusion resin*.

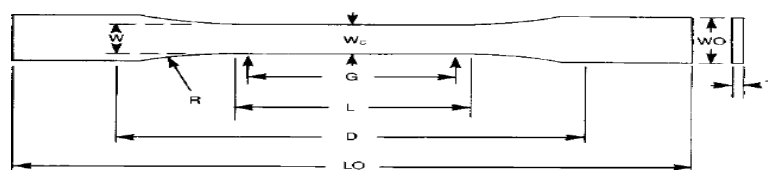
## METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini melakukan analisis pada pengaruh jumlah aliran input resin pada proses *vaccum infusion resin* terhadap beban dan waktu uji tarik komposit serat kulit pohon waru. Dalam penelitian ini terbagi dalam 3 variabel bebas, antara lain : variabel bebas, terikat dan terkontrol. **Variabel bebas** dalam penelitian ini adalah jumlah aliran input resin pada *vaccum infusion resin*, antara lain : Jumlah Aliran Resin 1 In 1 Out, Jumlah Aliran Resin 2 In 1 Out, Jumlah Aliran Resin 4 In 1 Out (seperti pada gambar 2).



Gambar 2. Jumlah Aliran Input Resin pada *Vaccum Infusion Resin*, (a) Jumlah Aliran Resin 1 In 1 Out, (b) Jumlah Aliran Resin 2 In 1 Out, (c) Jumlah Aliran Resin 4 In 1 Out

**Variabel terikat** dalam penelitian ini adalah analisa beban terhadap waktu pada uji tarik, analisa ikatan matrik dan serat (Foto mikro), analisa patahan komposit. **Variabel terkontrol** pada penelitian ini, antara lain : strukur serat model *unidirectional* searah dengan beban tarik, komposit menggunakan fraksi massa dengan perbandingan 60 serat : 40 resin, uji tarik komposit menggunakan Standar ASTM D638-03 Type 1 (seperti pada gambar 3 dan tabel 1), komposit menggunakan serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*), komposit menggunakan resin Bisphenol A LP-1Q, komposisi resin bisphenol (resin 400 gram, Mekpo 1,6 gram, Promoter 3,2 gram), serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*) diberi perlakuan perendaman alkali NaOH sebesar 6% (aquades 938.8 gram, dan NaOH 61.2 gram), waktu perendaman serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*) dengan alkali NaOH 6% selama 120 menit, komposit diproduksi dengan metode *vaccum infusion resin* (seperti pada gambar 4a-b) , Jumlah serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*) dalam satu material komposit sebanyak 22 serat dengan ketebalan material sebesar 3.2 mm.



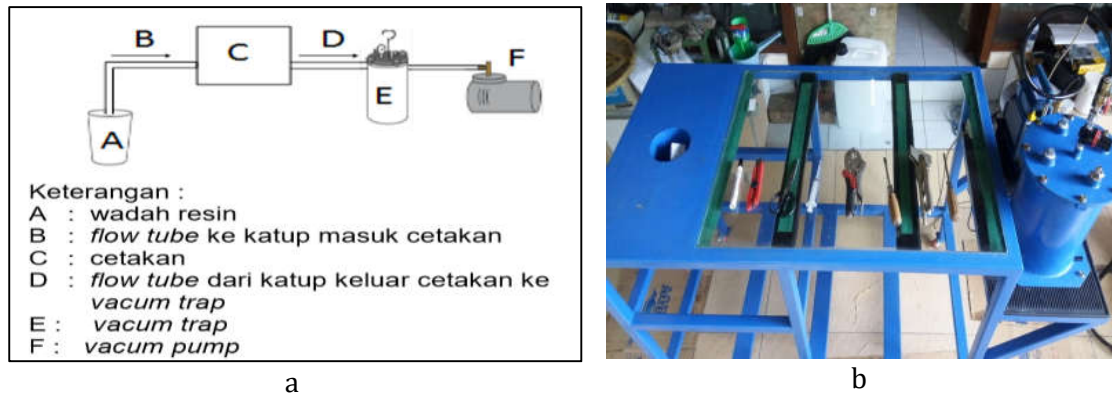
Gambar 3. Dimensi Spesimen Tarik Berdasarkan ASTM D638-03

Sumber : ASTM D638-03 Type I, *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastic* [7]

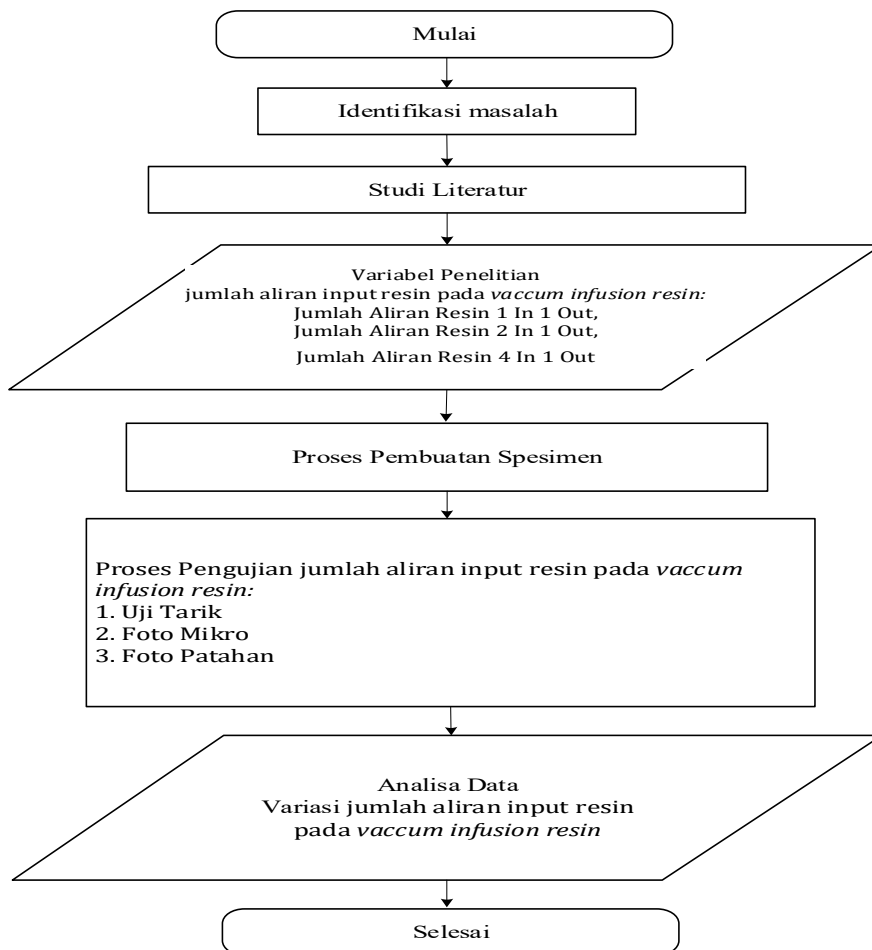
Tabel 1. Ukuran Spesimen Uji Tarik ASTM D638-03 Type I, T=3,2 (0,2)

| Spesifikasi                 | Ukuran mm (in) |
|-----------------------------|----------------|
| Width of narrow section, W  | 13 (0.5)       |
| Length of narrow section, L | 57 (2.25)      |
| Width overall, Wo           | 19 (0.75)      |
| Length overall, Lo          | 165 (6.5)      |
| Gauge length, G             | 50 (2.00)      |
| Distance between grips, D   | 115 (4.5)      |
| Radius of fillet, R         | 76 (3.00)      |

Sumber: ASTM D638-03 Type I, *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastic* [7]



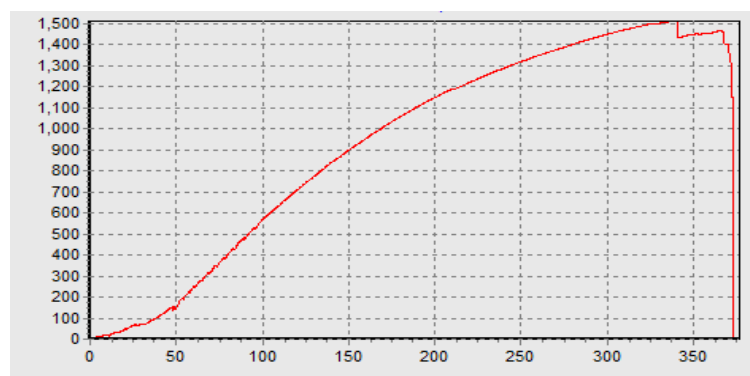
Gambar 4a. Skema Vaccum Infusion Resin, 4b. Meja Cetak Vaccum Infusion Resin  
Sumber : (Fadhillah, 2017) [6]



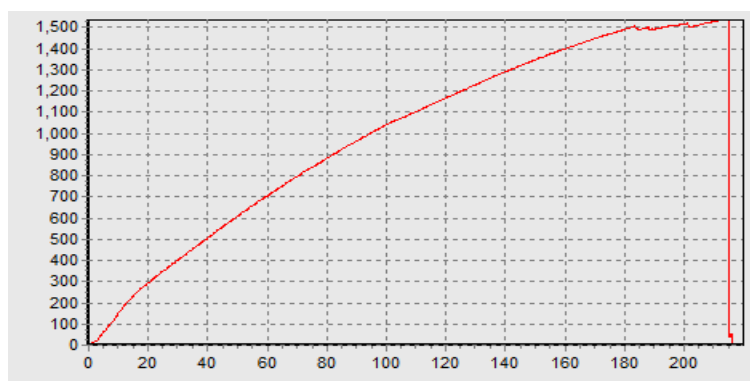
Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

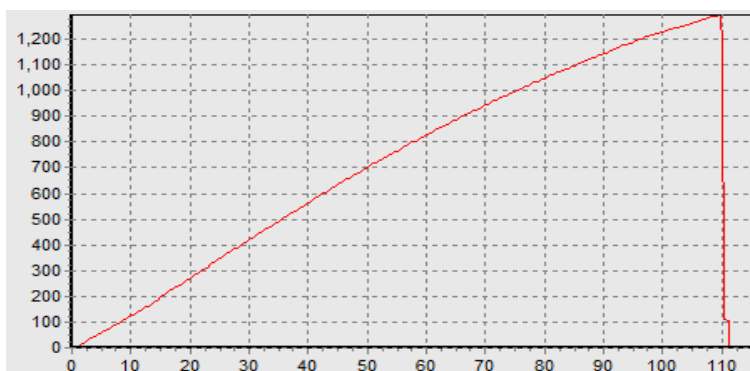
Berdasarkan hasil dan pengolahan data penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan grafik antara beban dan waktu tarik komposit serat kulit pohon waru dengan variasi jumlah aliran input resin menggunakan metode *vaccum infusion resin* seperti pada gambar 4a-c.



(a)



(b)



(c)

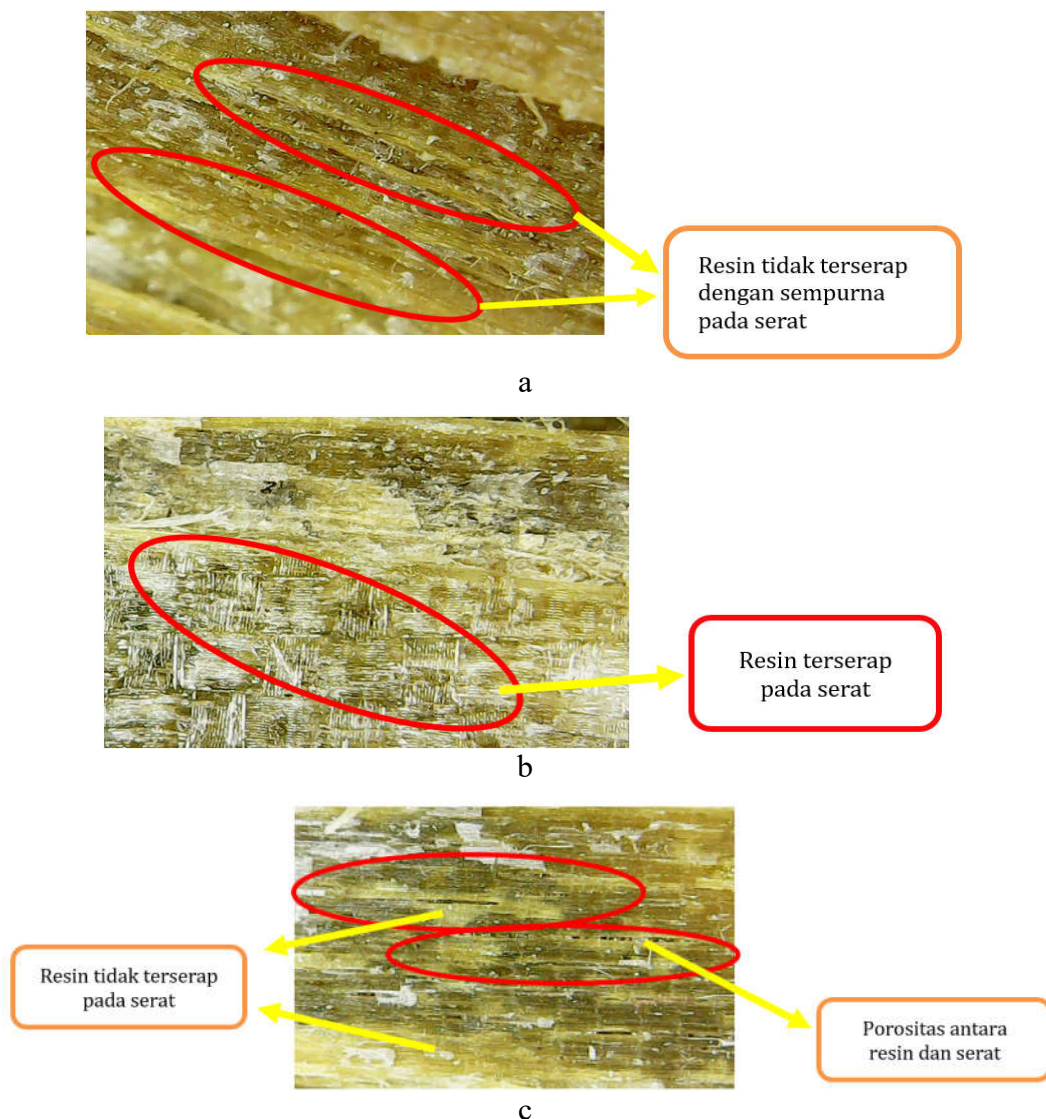
Gambar 6. Beban Terhadap Waktu Uji Tarik Komposit Serat Kulit Pohon Waru, (a) Jumlah Aliran Resin 1 In 1 Out, (b) Jumlah Aliran Resin 2 In 1 Out, (c) Jumlah Aliran Resin 4 In 1 Out

Pada gambar 6a-c dapat dilihat bahwa komposit dengan variasi jumlah aliran resin 1 in 1 out memiliki kemampuan menerima beban tarik sebesar 1512.40 kg dengan waktu patah selama 371 detik seperti pada gambar 6a. Sedangkan pada gambar 6b dengan variasi jumlah aliran resin 2 in 1 out, maka dihasilkan kemampuan menerima beban tarik pada komposit serat kulit pohon waru sebesar 1534.90 kg dengan waktu patah selama 215 detik. Selain itu, pada komposit serat kulit pohon waru dengan variasi jumlah aliran resin 4 in 1 out seperti pada gambar 6c, maka dihasilkan kemampuan menerima beban sebesar 1294.50 kg dengan waktu patah selama 110 detik.

Dari hasil pengujian tarik dapat dilihat bahwa jumlah aliran input resin pada *vaccum infusion resin* mempengaruhi kemampuan komposit serat kulit pohon waru dalam menerima beban tarik dan waktu patah. Komposit dengan variasi aliran input 2 in 1 out memiliki kemampuan menerima beban lebih tinggi dibandingkan dengan variasi aliran

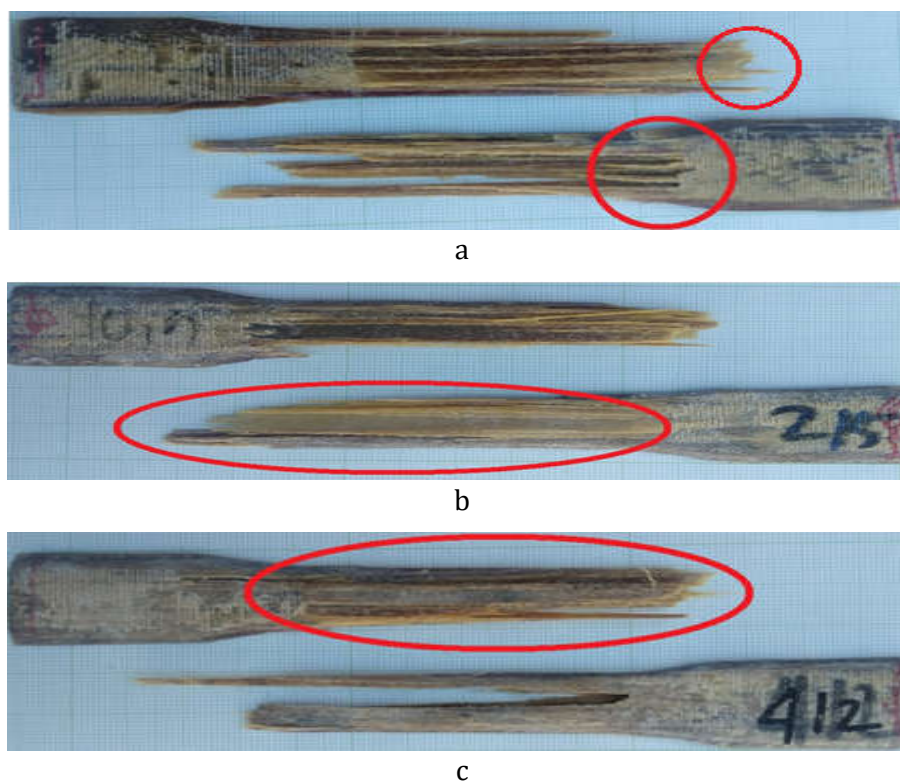
input 1 in 1 out dan aliran input 4 in 1 out. Sedangkan, komposit serat kulit pohon waru dengan variasi aliran input 1 in 1 out memiliki waktu patah yang paling lama dibandingkan dengan variasi aliran input 2 in 1 out dan aliran input 4 in 1 out.

*Vaccum infusion resin* dengan aliran resin input 2 in 1 out menghasilkan komposit dengan beban yang tinggi dibandingkan dengan variasi lainnya, hal ini dikarenakan aliran resin dengan variasi 2 in 1 out menjadikan lebih merata dalam proses penyerapan resin pada serat kulit pohon waru. Selain itu, penyerapan resin yang lebih merata pada variasi aliran input 2 in 1 out menjadikan ikatan antara resin bisphenol LP-1Q dan serat kulit pohon waru dari segi interface dan interphase lebih kuat dibandingkan dengan variasi jumlah aliran input resin lainnya. Ikatan antara resin bisphenol LP-1Q dan serat kulit pohon waru dapat dilihat pada gambar 5a-c. Sedangkan, komposit serat kulit pohon waru dengan waktu patah yang paling lama adalah komposit dengan variasi aliran input resin 1 in 1 out dibandingkan variasi lainnya. Hal ini dikarenakan adanya peningkatan nilai elastisitas dari komposit serat kulit pohon waru dengan variasi aliran input resin 1 in 1 out, sehingga waktu patah menjadi lebih panjang/lama dibandingkan dengan variasi lainnya.



Gambar 7. Foto Mikro Komposit Serat Kulit Pohon Waru, (a) Jumlah Aliran Resin 1 In 1 Out, (b) Jumlah Aliran Resin 2 In 1 Out, (c) Jumlah Aliran Resin 4 In 1 Out

Ikatan antara resin bisphenol LP-1Q dan serat kulit pohon waru dapat dilihat pada gambar 7a-c. Jika dilihat pada gambar 7b bahwa komposit serat kulit pohon waru dengan variasi aliran input resin 2 in 1 out memiliki ikatan antara resin dan serat yang lebih baik dibandingkan dengan variasi lainnya. Hal ini dikarenakan dari aliran dan distribusi resin lebih merata menggunakan 2 aliran input resin yang menyebabkan penyerapan resin sangat baik, sehingga mempengaruhi interface dan interphase komposit yang menyebabkan adanya peningkatan kekuatan komposit dalam menerima beban tarik yang diberikan.



Gambar 8. Patahan Komposit Serat Kulit Pohon Waru, (a) Arah Aliran Resin 1 In 1 Out, (b) Arah Aliran Resin 2 In 1 Out, (c) Arah Aliran Resin 4 In 1 Out

Ikatan antara resin bisphenol LP-1Q dan serat pada masing-masing variasi jumlah aliran resin mempengaruhi dari patahan komposit serat kulit pohon waru. Patahan komposit yang terjadi pada setiap variasinya adalah patahan *multiple area*. Pada komposit dengan variasi jumlah aliran input resin 1 in 1 out (a) dan 4 in 1 out (c) mengalami *fiber pull out* pada beberapa bagian patahan. Sedangkan, komposit dengan variasi jumlah aliran input resin 2 in 1 out memiliki patahan dengan jenis delaminasi.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa variasi jumlah aliran input resin pada proses *vaccum infusion resin* mempengaruhi kemampuan komposit serat kulit pohon waru dalam menerima beban tarik dan waktu patah. Komposit serat kulit pohon waru dengan variasi aliran resin input 2 in 1 out memiliki kemampuan menerima beban paling tinggi sebesar 1534.90 kg. Sedangkan, waktu patah yang paling maksimal terdapat pada komposit serat kulit pohon waru dengan variasi aliran resin input 1 in 1 out yaitu selama 371 detik. Saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya yaitu komposit dengan memvariasikan jumlah aliran output resin pada proses *vaccum infusion resin*.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Atas terselenggaranya penelitian ini dengan lancar dan baik, maka kami mengucapkan terima kasih kepada: LPPM Universitas Widyagama Malang yang telah membiayai Program Penelitian Rintisan Dosen (Perintis) Tahun Anggaran 2020, tim peneliti, dan Laboratorium Metalurgi Fisik Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Widyagama Malang.

## REFERENSI

- [1] Sekar, V., Fouladi, M. H., Namasivayam, S. N., & Sivanesan, S. (2019). Additive Manufacturing: A Novel Method for Developing an Acoustic Panel Made of Natural Fiber-Reinforced Composites with Enhanced Mechanical and Acoustical Properties. *Journal of Engineering*, 2019.
- [2] Balla, V. K., Kate, K. H., Satyavolu, J., Singh, P., & Tadimeti, J. G. D. (2019). Additive manufacturing of natural fiber reinforced polymer composites: Processing and prospects. *Composites Part B: Engineering*, 106956.
- [3] Fadhillah, A. R., Hermawan, D., & Wardhani, A. R. (2019). Pengaruh prosentase larutan NaOH pada proses alkalisasi serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*) sebagai reinforcement komposit terhadap kekuatan tarik serat tunggal. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 8(2).
- [4] Fadhillah, A. R., Setiyabudi, S. A., & Purnowidodo, A. (2017). Karakteristik komposit serat kulit pohon waru (*Hibiscus Tiliaceus*) berdasarkan jenis resin sintetis terhadap kekuatan tarik dan patahan komposit. *Rekayasa Mesin*, 8(2), 101–108.
- [5] Suteja, S., Purnowidodo, A., Darmadi, D. B., & Sari, N. H. (2019). Perilaku Tarik Komposit Laminat Serat Kulit Waru-Aluminium. *Rekayasa Mesin*, 10(1), 17–24.
- [6] Fadhillah, A. R. (2017). *Desain Pola Fiber Berbahan Serat Kulit Pohon Waru (Hibiscus Tiliaceus) Bermatrik Resin Sintetis Terhadap Kekuatan Tarik Komposit*. Universitas Brawijaya.
- [7] ASTM Internasional. (n.d.). *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics D683-03*. United State.