

# PERBANDINGAN METODE *VACUUM INFUSION* & *VACUUM BAGGING* PADA KOMPOSIT BERPENGUAT *FIBER KARBON KEVLAR*

<sup>1</sup>Muhammad Zulfikar Ramdhan, <sup>2</sup>Ferry Setiawan, <sup>3</sup>Dhimas Wicaksono

<sup>1,2,3</sup> Teknik Dirgantara, STTKD Yogyakarta

## Abstrak

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu untuk mengetahui perbandingan karakteristik spesifik uji bending dari material komposit dengan matrix resin epoxy lycal berpenguat fiber karbon kevlar yang di buat dengan metode vacuum infusion dan vacuum bagging di lanjutkan dengan uji SEM untuk mengetahui karakteristik ikatan material komposit. Hasil dari rata-rata pengujian Bending menunjukkan hasil spesimen vacuum infusion sebesar 253,68 MPa dan spesimen vacuum bagging sebesar 187,8 MPa dimana kita bisa mengetahui bahwa material dengan metode pembuatan vacuum infusion lebih baik dari metode vacuum bagging. Dari hasil analisis menggunakan SEM menunjukkan karakteristik mikroskopik material dari hasil uji bending dengan metode pembuatan vacuum infusion memiliki kerapatan yang lebih baik karena memiliki void yang sedikit dibuktikan dengan data kandungan gas pada metode vacuum infusion yang memiliki konsentrasi berat 33,6%, hasil dari pengujian SEM dengan metode pembuatan vacuum bagging memiliki kerapatan yang kurang baik karena memiliki void yang lebih banyak di mana dibuktikan data kandungan gas pada vacuum bagging memiliki konsentrasi berat 33,58%. Void terbentuk dari gas yang terperangkap dalam material komposit Ketika proses manufaktur sehingga mempengaruhi kekuatan bending karena semakin banyak void pada material menyebabkan kurangnya kerapatan pada material yang mempengaruhi kekuatan bending pada material.

**Kata kunci:** vacuum, fiber, carbon, bending, SEM

## Abstract

The purpose of this study was to compare the specific characteristics of the bending test of composite materials with an epoxy lycal resin matrix reinforced with Kevlar carbon fiber made using the vacuum infusion and vacuum bagging methods, followed by SEM tests to determine the bonding characteristics of the composite materials. The results of the average Bending test show the results of the vacuum infusion specimen of 253.68 MPa and the vacuum bagging specimen of 187.8 MPa where we can see that the material with the vacuum infusion method is better than the vacuum bagging method. From the results of the analysis using SEM, it shows that the microscopic characteristics of the material from the results of the bending test with the vacuum infusion method have a better density because it has fewer voids as evidenced by the gas content data in the vacuum infusion method which has a weight concentration of 33.6%, the results of the SEM test with the method of making vacuum bagging it has a poor density because it has more voids where it is proven that the gas content data in vacuum bagging has a weight concentration of 33.58%. Voids are formed from gas trapped in composite materials during the manufacturing process which affects bending strength because more and more voids in the material cause a lack of density in the material which affects the bending strength of the material.

**Keywords:** vacuum, fiber, carbon, bending, SEM

## Pendahuluan

Pesawat Terbang Tanpa Awak atau biasa disebut *Remotely Piloted Vehicle* (RPV) maupun *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) adalah salah satu jenis wahana udara tak berawak yang dapat dikendalikan dengan gelombang radio dari jarak jauh, yang dapat dimanfaatkan baik untuk kepentingan militer maupun kepentingan *non-militer* (Afandi, R, 2019). Tak lepas pula perkembangan teknologi di bidang material juga turut handil dalam memajukan teknologi pesawat terbang tanpa awak ini, bahan komposit menjadi salah satu yang terbaik untuk dipilih untuk digunakan sebagai bahan utama pembuatan pesawat terbang tanpa awak karena bahan komposit mempunyai karakteristik yang ringan, kuat, mudah dalam pembentukan serta merupakan *non-magnetik* material (Widya, P. A, 2018). Melanjutkan penelitian sebelumnya yaitu penelitian MBKM yang diselenggarakan di STTKD Yogyakarta dan di PT FROGS Indonesia yang telah dilakukan sebelumnya oleh peneliti yaitu

<sup>1</sup>Email Address: [190302092@students.sttkd.ac.id](mailto:190302092@students.sttkd.ac.id)  
Received 3 Mei 2023, Available Online 30 Juli 2023

 <https://doi.org/10.56521/teknika.v9i1.860>

pembuatan pesawat terbang tanpa awak dengan material *carbon kevlar*, pada penelitian ini peneliti akan melakukan analisis material karbon kevlar yang digunakan sebagai material dari *fuselage skywalker* 1900 untuk di uji *Scanning Electron Microscope* (SEM) yang dilakukan dari hasil uji bending, uji SEM berfungsi untuk melihat citra permukaan suatu bahan, selain itu juga dapat memberikan informasi terkait komposisi kimia dalam suatu bahan, baik bahan konduktif maupun bahan non konduktif sehingga dapat diketahui karakteristik spesifik dari suatu material, uji SEM akan dilakukan pada material karbon kevlar hasil uji bending terbaik diantara pembuatan dengan 2 metode yaitu metode *vacuum bagging* dan *vacuum infusion*, uji ini akan membandingkan hasil karakteristik mikroskopik dari 2 metode pembuatan karbon kevlar yang selanjutnya akan dipilih dan dianggap paling baik untuk digunakan pada pembuatan *fuselage skywalker* 1900.

## Tinjauan Pustaka

### Pesawat Tanpa Awak (UAV)

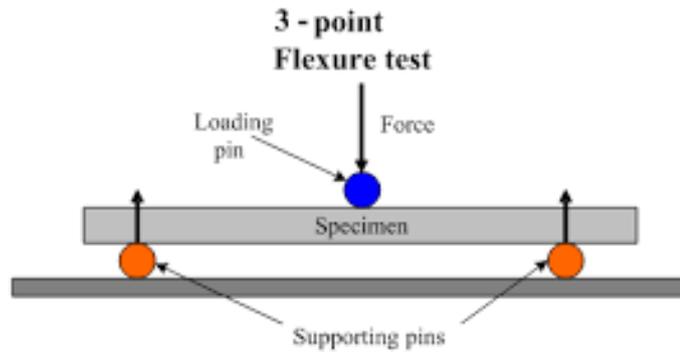
Pesawat tanpa awak UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) merupakan jenis pesawat terbang yang dikendalikan alat sistem kendali jarak jauh lewat gelombang radio. UAV merupakan sistem tanpa awak (*Unmanned System*) yaitu sistem berbasis elektro mekanik yang dapat melakukan misi terprogram dengan karakteristik sebuah mesin terbang yang berfungsi dengan kendali jarak jauh oleh pilot atau mampu mengendalikan dirinya sendiri (Salsabilah, 2017). Dalam proses pembuatan *fuselage UAV Skywalker* 1900 terdapat beberapa tahap mulai dari proses percetakan 3D *printing* dari hasil desain, *assembly* atau penyatuan part-part dari 3D *printing* yang telah dicetak, pembuatan master *molding*, percetakan material body dengan metode *vacuum bagging* dan *vacuum infusion*.

### Komposit

Komposit adalah suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainnya baik itu sifat kimia maupun fisiknya dan tetap terpisah dalam hasil akhir bahan tersebut (Aizi. M. A. et al, 2022). Komposit pada umumnya dibentuk dari dua jenis material yang berbeda, yaitu matriks dan *reinforcement* atau filler atau fiber (Setiawan. F, 2018), Dengan adanya komposit maka dapat membuat material menjadi lebih ringan jika dibandingkan dengan material dari logam, dan juga memiliki sifat mekanis yang cukup pada struktur tertentu (Handoko. R. D. et al, 2022). Pada penelitian ini menggunakan resin lycal Pencampuran resin dan katalis dengan perbandingan 3:1 katalis per berat resin. Kemudian diaduk dengan manual selama kurang lebih 5 menit agar tercampur dengan merata, dan selanjutnya material akan dilakukan *vacuum infusion* dan *vacuum bagging*.

### Pengujian Bending

Uji bending adalah pengujian dengan melengkungkan spesimen dengan menggunakan penekan berupa titik tertentu. Pada umumnya pengujian point bending memiliki 2 jenis yaitu *three point* bending dan *four point* bending. Untuk pengujian *three point* bending dilakukan dengan memberikan penumpu 2 titik dan penekan 1 titik. Sedangkan untuk *four point* bending memiliki 2 titik penumpu dan 2 titik penekan. Masing-masing dari pengujian *three* dan *four bending* memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing (Ainul. M & Setyoko, 2015). Salah satu standar pengujian bending dari material komposit yaitu menggunakan ASTM D-790. Pengujian bending dilakukan dengan menekan bagian atas permukaan, sedangkan pada bagian bawah diberikan 2 tumpuan. Pengujian bending tersebut dikategorikan sebagai *three point* bending (Aliyudin. S, 2021). Pada kekuatan bending ditentukan gambar 1 dan Persamaan 1 sebagai berikut:



**Gambar 1. Three Point Bending**

$$\sigma = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (1)$$

### Pengujian SEM (*Scanning Electron Microscope*)

*Scanning electron microscope* (SEM) adalah salah satu jenis mikroskop elektron yang menggunakan berkas elektron untuk menggambarkan bentuk permukaan dari sampel yang dianalisis. SEM memiliki resolusi yang lebih tinggi daripada *optical microscope* (OM). Hal ini disebabkan panjang gelombang de 31 *Broglie* yang memiliki elektron lebih pendek daripada gelombang OM. Prinsip kerja dari SEM adalah dengan menggambarkan permukaan benda atau material dengan berkas elektron yang dipantulkan dengan energi tinggi. Permukaan material yang disinari atau terkena berkas elektron akan memantulkan kembali berkas elektron atau dinamakan berkas elektron sekunder ke segala arah. Tetapi dari semua berkas elektron yang dipantulkan terdapat satu berkas elektron berintensitas tertinggi yang dipantulkan oleh sampel yang akan dianalisis. Pengamatan sampel dilakukan dengan menembakkan berkas elektron yang berintensitas tertinggi ke permukaan sampel, kemudian scan keseluruhan permukaan material pengamatan. Karena luasnya daerah pengamatan, dapat dibatasi lokasi yang akan diamati dengan melakukan *zoom-in* atau *zoom-out* (Ngia. M, 2020). Uji SEM pada penelitian ini dilakukan di laboratorium terpadu UII Yogyakarta



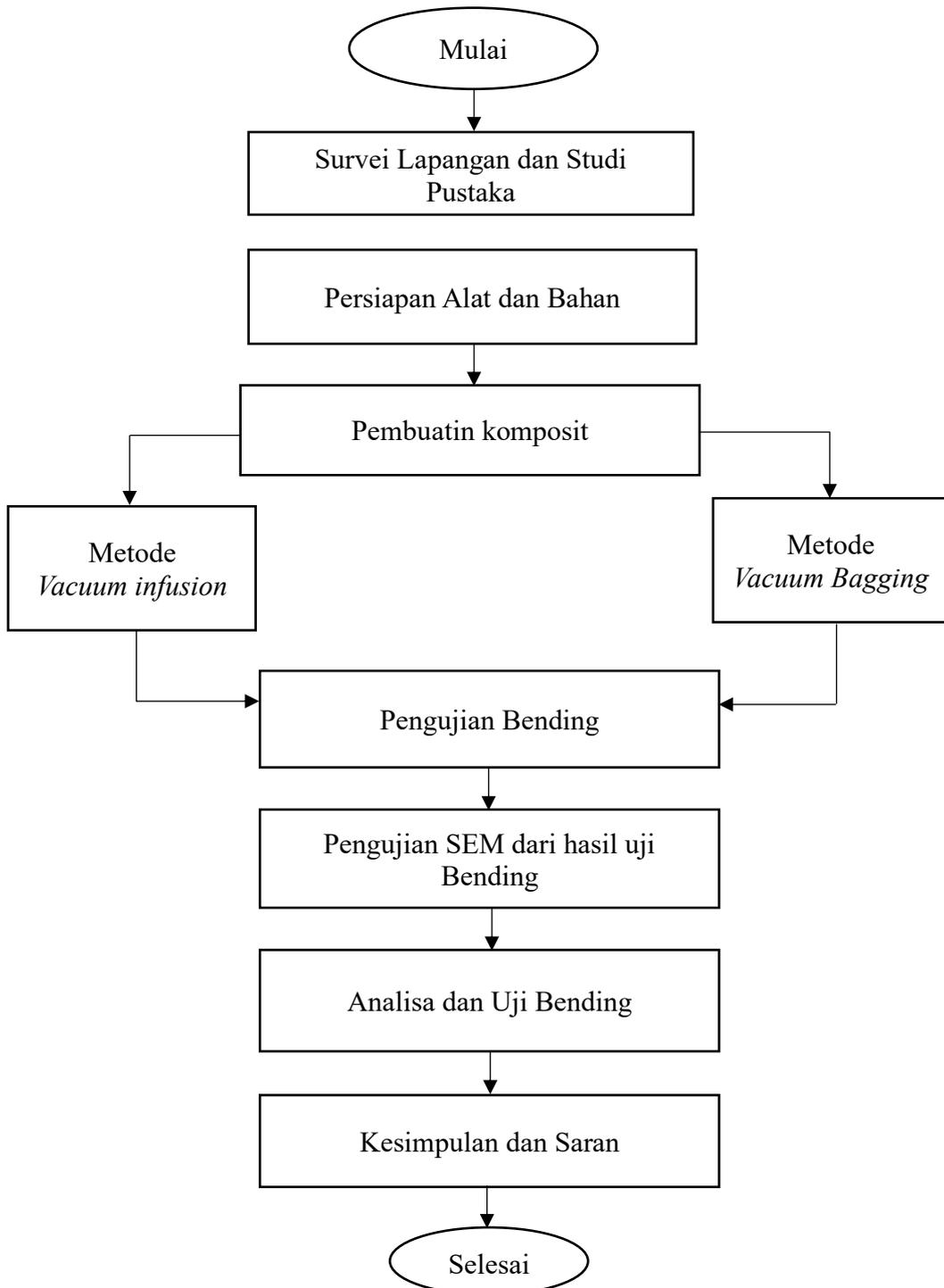
a) Alat pengujian SEM

b) monitoring pengujian SEM

**Gambar 2. Alat Pengujian SEM Laboratorium UII Yogyakarta**

## Metode Penelitian

Pengumpulan data adalah tahap awal yang akan dilakukan sebelum melakukan penelitian, guna untuk mengetahui ilmu pengetahuan, dan mengolah data untuk dijadikan sebagai bahan penelitian. Dalam prosedur penelitian ini, alur penelitian yaitu sebagai berikut:



**Gambar 3. Alur Penelitian**

Pada Gambar 4. merupakan pembuatan komposit berpenguat *fiber* karbon kevlar dilakukan dengan menggunakan dua metode pembuatan yaitu dengan menggunakan metode *vacuum infusion* dan *vacuum bagging*

a) *vacuum infusion*b) *vacuum bagging*

**Gambar 4. mesin *vacuum infusion* dan *vacuum bagging***

Pengujian spesimen menggunakan uji SEM dari hasil uji bending dengan standard ASTM D790. Dari hasil penelitian dapat diketahui nilai rata-rata (data) dari hasil pengujian, kelebihan dan kekurangan spesimen dari metode pembuatan *vacuum infusion* dan *vacuum bagging*.

## Hasil dan Pembahasan

### Hasil manufaktur

Pada Gambar 5. merupakan proses pemvakuman material dengan menggunakan metode *vacuum infusion* dan *vacuum bagging*

a) Proses *vacuum infusion*b) Proses *vacuum bagging*

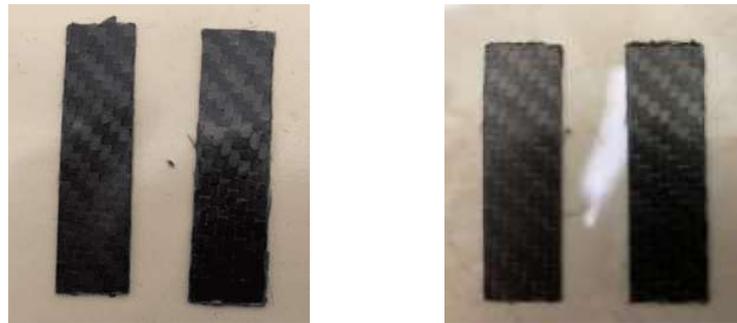
**Gambar 5. Proses *vacuum infusion* dan *vacuum bagging***

Pada gambar 6. merupakan hasil material komposit setelah proses *vacuum* selesai, hasil spesimen didapatkan setelah proses pemvakuman selama 6 jam lalu didiamkan selama 18 jam didapatkan hasil seperti dibawah

a) Hasil *vacuum infusion*b) Hasil *vacuum bagging*

**Gambar 6. Hasil proses *vacuum***

Gambar 7. merupakan spesimen material setelah pemotongan sesuai ASTM D790 Material dilakukan pengujian bending dengan pemotongan material komposit menggunakan CNC router dan sesuai ASTM D790-1 dan sesuai ASTM D790-17 untuk pengujian kekuatan bending



a) ASTM D790 *vacuum infusion*    b) ASTM D790 *vacuum bagging*

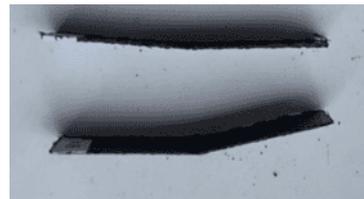
**Gambar 7. pemotongan sesuai ASTM D790**

### Uji Bending

Tabel 1 merupakan hasil uji bending spesimen komposit berpenguat fiber karbon kevlar dengan 4 spesimen, masing-masing 2 spesimen merupakan spesimen dari metode pembuatan *vacuum infusion* dan *vacuum bagging*, uji bending bertujuan untuk menentukan mutu suatu material secara *visual*, yang nantinya akan dilanjutkan uji SEM untuk melihat lebih dalam karakteristik spesifik material, pada tabel kekuatan bending tertinggi dicapai pada 272 MPa. Pada spesimen *vacuum infusion* 1 dan kekuatan bending terendah dicapai pada 168.60 pada spesimen *vacuum bagging* 2, dan didapatkan rata-rata kekuatan bending dari *vacuum infusion* yaitu sebesar 253,68 MPa dan rata-rata kekuatan bending dari *vacuum bagging* yaitu sebesar 187,8 MPa.



a) Hasil uji bending *vacuum infusion*



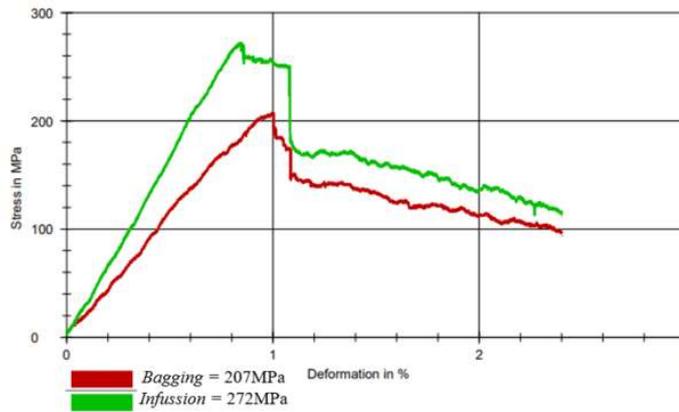
b) Hasil uji bending *vacuum bagging*

**Gambar 8. Material setelah diuji bending**

**Tabel 1. Hasil Uji Bending**

No	Variasi	Panjang Span (mm)	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Max Load (N)	Kekuatan Bending (MPa)	Rata - Rata Kekuatan Bending (MPa)
1	<i>Infusion 1</i>	50	0,62	12,7	11,82	272	253,68
2	<i>Infusion 2</i>	50	0,62	12,7	15,31	235.36	
1	<i>Bagging 1</i>	50	0,62	12,7	8,99	207	187,8
2	<i>Bagging 2</i>	50	0,62	12,7	10,27	168.60	

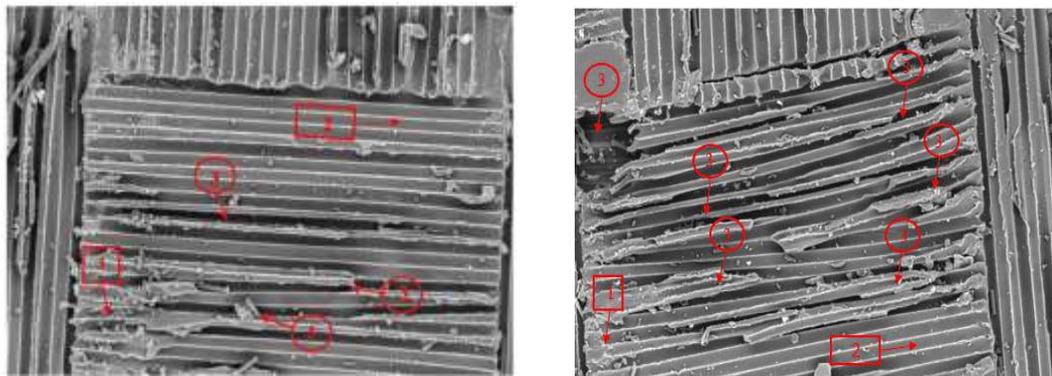
Pada Gambar 9. merupakan grafik data hasil pengujian bending pertama, data pertama didapatkan dari hasil pengujian yang dilakuakn di Politeknik ATMI Surakarta



**Gambar 9. Grafik Kekuatan Bending**

### Uji SEM

Pada Gambar 10. bagian a merupakan Hasil pengujian SEM pada spesimen dengan metode pembuatan *vacuum infusion* dengan pembesaran 250  $\mu\text{m}$  Pada gambar yang ditunjukkan persegi di nomor 1 yaitu sebagai matrix komposit, pada gambar yang ditunjukkan persegi panjang di nomor 2 yaitu serat penguat komposit, pada gambar yang ditunjukkan lingkaran di nomor 3 yaitu adalah *void* (kekosongan pada komposit) kekosongan dapat berisikan udara yang mengisi komposit.



a) Hasil uji SEM vacuum infusion

b) Hasil uji SEM vacuum bagging

**Gambar 10. Hasil uji SEM *vacuum infusion* & *vacuum bagging***

Pada Gambar 10. bagian b merupakan hasil pengujian SEM pada spesimen dengan metode pembuatan *vacuum bagging* dengan pembesaran 250  $\mu\text{m}$  Pada gambar yang ditunjukkan persegi di nomor 1 yaitu sebagai matrix komposit, pada gambar yang ditunjukkan persegi Panjang di nomor 2 yaitu serat penguat komposit, pada gambar yang ditunjukkan lingkaran di nomor 3 yaitu *void* (kekosongan pada komposit) kekosongan dapat berisikan udara yang mengisi komposit.

Dari hasil uji EDX material komposit berpenguat *fiber* karbon kevlar pada *fuselage skywalker* 1900, didapatkan hasil dimana terdapat kandungan *element* gas pada material komposit berpenguat *fiber* karbon kevlar dengan presentase berat *element* gas 33,6% pada spesimen dengan pembuatan *vacuum infusion* dan presentase berat 38,58% pada spesimen dengan pembuatan *vacuum bagging*. *Void* terbentuk dari gas yang terperangkap dalam material komposit Ketika proses manufaktur sehingga mempengaruhi kekuatan bending karena semakin banyak *void* pada material menyebabkan kurangnya kerapatan pada material yang mempengaruhi kekuatan bending pada material.

## Kesimpulan

Hasil dari pengujian SEM menunjukkan karakteristik mikroskopik material dari hasil uji bending dengan metode pembuatan *vacuum infusion* memiliki kerapatan yang lebih baik karena memiliki *void* yang sedikit. Hasil dari pengujian SEM menunjukkan karakteristik mikroskopik material dari hasil uji bending dengan metode pembuatan *vacuum bagging* memiliki kerapatan yang kurang baik karena memiliki *void* yang lebih banyak Berdasarkan hasil perbandingan dari data yang di dapatkan dapat disimpulkan bahwa spesimen dengan metode pembuatan *vacuum infusion* memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan spesimen dengan metode pembuatan *vacuum bagging* karena spesimen dengan metode pembuatan *vacuum infusion* memiliki kerapatan yang lebih baik dibandingkan dengan spesimen dengan pembuatan *vacuum bagging* karena saat proses pembuatan spesimen dengan metode *vacuum infusion* spesimen di *vacuum* dan dialiri resin melalui selang spiral yang berada di tengah sehingga resin dapat menyerap sempurna pada karbon.

## Daftar Pustaka

- Dwi Handoko, R., Setiawan, F., & Sehon. (2022). Pengaruh Fraksi Serbuk Kayu Jati Terhadap Kekuatan Komposit Partikel Dengan Pengujian Impact. *Teknika Sttkd: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(2), 322–329. <https://doi.org/10.56521/Teknika.V8i2.738>
- Iqbal, M. I. A., Sehon, & Setiawan, F. (2022). Pengaruh Penggunaan Serat Daun Nanas Dalam Pembuatan Komposit Menggunakan Metode *Vacuum bagging* Terhadap Kekuatan Tarik Dan Bending. *Teknika Sttkd: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(2), 267–273. <https://doi.org/10.56521/Teknika.V8i2.650>
- Makhrus, Ainul And Setyoko, Bambang (2015) *Modifikasi Alat Uji Bending Sistem Mekanik Hidrolik Dan Hasil Pengujian Untuk Bahan Besi Cor ( Modification Bending Test Equipment Hydraulic And Mechanical Systems Testing Results For Cast Iron Materials )*. Undergraduate Thesis, D3 Teknik Mesin Fakultas Teknik.
- Masta, Ngia (2020) *Buku Materi Pembelajaran Scanning Electron Microscopy*
- Purnama, Ananda Widya (2018) *Pengaruh Komposisi Fiber Terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat Pelepeh Salak (Salacca Zalacca)*. Undergraduate (S1) Thesis, University Of Muhammadiyah Malang.
- Rachmad, Afandi (2019) *Analisis Frekuensi Pribadi Dan Modus Getar Struktur Pesawat Tanpa Awak Tipe Flying Wings*. Diploma Thesis, Universitas Andalas.
- Salsabilah, - (2017) *Prinsip Kerja Penerima Pada Pesawat Tanpa Awak Tipe Sayap Tetap*. Other Thesis, Politeknik Negeri Sriwijaya
- Setiawan, F., & Ardianto, H. (2018). KARAKTERISTIK SIFAT MEKANIS KEKUATAN TARIK KOMPOSIT NANO PARTIKEL DAUR ULANG PET DENGAN LIMBAH ABU BAGASE BOILER. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 5(2), 30-44.
- Siregar, Aliyudin (2021) *Pemanfaatan Serat Alami (Sabut Kelapa) Sebagai Alternatif Bahan Komposit Pada Spakbor Depan Motor*. Other Thesis, Universitas Islam Riau.