



Analisis Uji Bending Pada Spesimen Serat Kulit Jagung Fiberglass Dengan Perpaduan Resin Lycal Menggunakan Variasi Metode Pembuatan Vacuum Bagging Dan Vacuum Infusion

Ferry Setiawan^{1*}, Chairul Amri², Indreswari Suroso³, Muh Anhar⁴

^{1 2 3}Rekayasa Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan

⁴Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ketapang

¹ferry.setiawan@sttkd.ac.id*

Abstract

This research aims to analyze the bending strength of composite materials based on corn fiber and fiberglass with Lycal resin, which are produced using two methods, namely vacuum bagging and vacuum infusion. In this research, corn fiber was chosen as a natural reinforcement material because of its abundant availability and economic potential, while fiberglass was used as additional reinforcement to increase the strength of the material. Specimen tested using the ASTM-D790 standard to determine the mechanical characteristics of the material, especially in terms of its ability to withstand bending loads. Apart from the bending test, material density calculations were also carried out to compare the weight and density of the two manufacturing methods. The test results show that the vacuum infusion method produces composites with higher flexural strength than vacuum bagging. This is caused by a more even distribution of resin and minimal air trapped in the material structure during the vacuum infusion process. The composite produced from this method also has a lower density, making it lighter but still mechanically strong. It is hoped that this research can contribute to the development of natural fiber-based composite materials that are environmentally friendly and efficient, and have the potential to be applied to the aerospace industry, especially in the manufacture of UAV structures

Keyword : Corn Fiber, Fiberglass, Lycal Resin, Vacuum Infusion, Vacuum Bagging, Bending Test.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan lentur dari material komposit berbasis serat jagung dan fiberglass dengan resin Lycal, yang diproduksi menggunakan dua metode, yaitu *vacuum bagging* dan *vacuum infusion*. Dalam penelitian ini, serat jagung dipilih sebagai bahan penguat alami karena ketersediaannya yang melimpah dan potensinya ekonomis, sementara fiberglass digunakan sebagai penguat tambahan untuk meningkatkan kekuatan material. Spesimen diuji menggunakan standar ASTM-D790 untuk mengetahui karakteristik mekanis material, khususnya dalam hal kemampuan menahan beban lentur. Selain uji *bending*, dilakukan juga perhitungan densitas material untuk membandingkan berat dan kepadatan dari kedua metode pembuatan tersebut. Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode *vacuum infusion* menghasilkan komposit dengan kekuatan lentur yang lebih tinggi dibandingkan *vacuum bagging*. Hal ini disebabkan oleh distribusi resin yang lebih merata dan minimnya udara yang terperangkap dalam struktur material pada proses *vacuum infusion*. Komposit yang dihasilkan dari metode ini juga memiliki densitas yang lebih rendah, menjadikannya lebih ringan namun tetap kuat secara mekanis. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan material komposit berbasis serat alami yang ramah lingkungan dan efisien, serta memiliki potensi untuk diterapkan pada industri dirgantara, khususnya dalam pembuatan struktur UAV.

Kata kunci: Serat Jagung, Fiberglass, Resin Lycal, Vacuum Infusion, Vacuum Bagging, Uji Bending.

1. Pendahuluan

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) telah menjadi teknologi yang berkembang pesat dan banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti pencarian korban bencana alam, penginderaan jauh, pemantauan wilayah perhutanan, serta pengawasan daerah perbatasan. Dalam penerapannya, UAV sering menangani kondisi medan yang ekstrem, sehingga aspek desain struktural menjadi sangat penting untuk memastikan kehandalan dan ketahanan UAV, khususnya pada bagian rangka atau badan pesawat yang rentan terhadap kerusakan akibat benturan dengan permukaan tanah. *Material komposit* telah menjadi pilihan utama dalam pembuatan rangka UAV karena sifat mekaniknya yang kuat dan ringan. *Fiberglass* telah menjadi salah satu material *komposit* yang populer, namun kombinasi material baru seperti serat jagung dengan resin lycal menawarkan potensi yang menarik untuk meningkatkan kinerja struktural UAV.

Material komposit sendiri adalah kombinasi dari dua atau lebih material dengan sifat yang berbeda untuk mendapatkan karakteristik yang unggul. Salah satu inovasi dalam material komposit adalah penggunaan serat jagung sebagai penguat dan resin lycal sebagai matriks. Resin lycal, dengan sifat kekerasan dan *viskositas* rendah, sangat cocok untuk aplikasi ini. Selain itu, metode produksi seperti *vacuum bagging* dan *vacuum infusion* telah diperkenalkan untuk meningkatkan kualitas komposit dengan mendistribusikan resin secara lebih merata dan meminimalkan udara yang terperangkap di dalam *komposit*.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan karakteristik material komposit serat jagung fiberglass yang diproduksi menggunakan dua metode berbeda, yakni *Vacuum bagging* dan *Vacuum Infusion*, serta untuk mengukur sifat mekanik material tersebut melalui uji *bending* dan perhitungan kepadatan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain *eksperimental* dengan fokus pada pembuatan dan pengujian material komposit berbasis serat jagung dan *fiberglass*. Komposit akan diproduksi dengan dua metode pembuatan, yaitu *vacuum bagging* dan *vacuum infusion*. Spesimen yang diuji akan menggunakan resin Lycal sebagai *matriks*, dengan variasi penguatan serat jagung dan *fiberglass*.

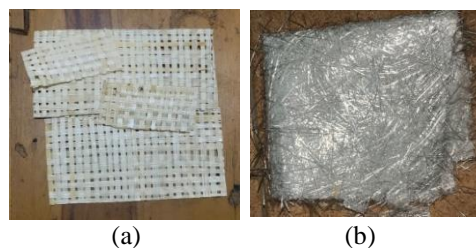
2.1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Serat Jagung : Sebagai bahan penguat alami. *Fiberglass* : Sebagai penguat tambahan.
 2. Resin Lycal : Sebagai matriks komposit.
- Alat yang digunakan meliputi:
1. Sarung tangan
 2. Timbangan gram
 3. Gergaji besi
 4. Penggaris dan jangka sorong
 5. Gelas plastik untuk pencampuran resin
 6. Mesin uji *bending* sesuai standar ASTM-D 790.

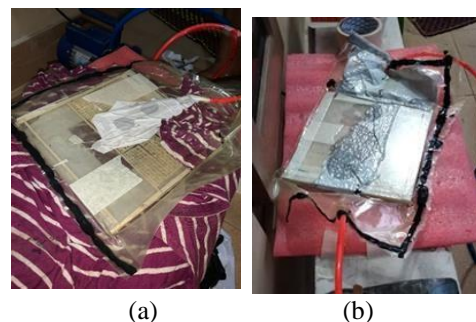
2.2. Prosedur Penelitian

Persiapan Material dimulai dari Pemotongan dan pengukuran serat jagung dan fiberglass sesuai ukuran cetakan, dan kemudian membuat campuran matrik resin Lycal dan katalis dengan rasio 3:1.



Gambar 1. (a) Serat Jagung, (b) fiberglass

Setelah persiapan selesai, dibuatlah material komposit dengan metode *vacuum bagging* dan *vacuum infusion*.



Gambar 2. Proses Metode Pembuatan Komposit (a) *Vacuum Bagging*, (b) *Vacuum Infusion*

2.3. Variabel Penelitian

Variabel tetap (variabel kontrol) adalah variabel yang sengaja dijaga agar tetap konstan untuk memastikan hasil penelitian tidak dipengaruhi oleh faktor luar. Variabel tetap dalam penelitian adalah;

1. Serat yang di gunakan, adalah serat jagung 1 lapis serat jagung dan 1 lapis fiberglass

2. Matrik menggunakan Resin Lycal
3. Waktu *vacuum* adalah 4 Jam
4. Waktu setelah *vacuum* adalah 12 Jam
5. Tekanan *vacuum* maximal 76 CmHG

Variabel berubah (variabel bebas) adalah variabel yang dimanipulasi atau diubah oleh peneliti untuk mengamati pengaruhnya. Adapun variabel berubah pada penelitian ini adalah proses manufaktur dengan menggunakan metode *vacuum bagging* dan *vacuum infusion*. Variabel berubah dapat di lihat pada tabel 1.

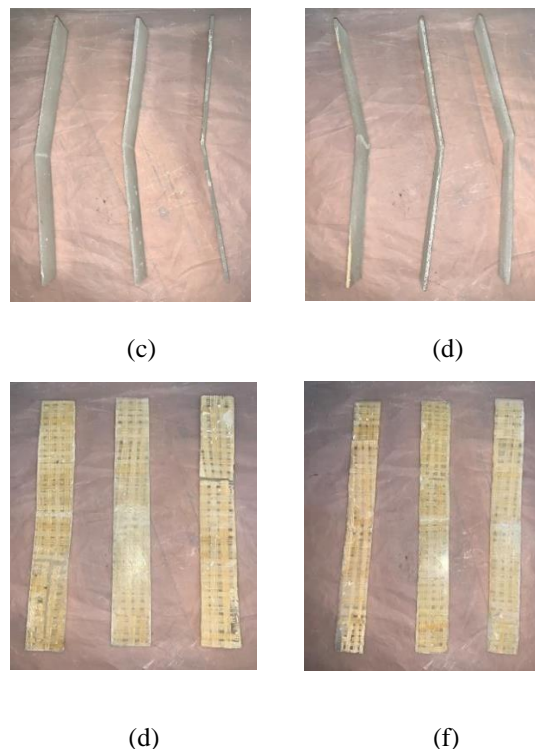
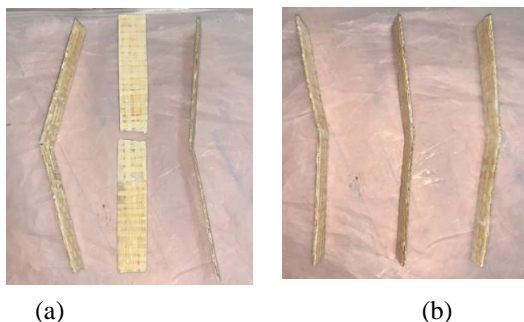
Tabel 1. Variabel Berubah Pada Penelitian

Notasi	<i>Vacuum Bagging</i>	<i>Vacuum Infusion</i>
SJ+R	Komposit berpenguat Serat Jagung	Komposit berpenguat Serat Jagung
SJ+FB+R	Komposit berpenguat Serat Jagung + <i>Fiberglass</i>	Komposit berpenguat Serat Jagung+ <i>Fiberglass</i>
FB+R	Komposit berpenguat <i>Fiberglass</i>	Komposit berpenguat <i>Fiberglass</i>

Sementara itu, variabel terikat adalah variabel yang menjadi fokus pengamatan atau pengukuran, yang nilainya dipengaruhi oleh perubahan pada variabel bebas. Dimana variabel terikat pada penelitian ini adalah pengujian *bending* dan Pengukuran *density* spesimen.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Uji Bending

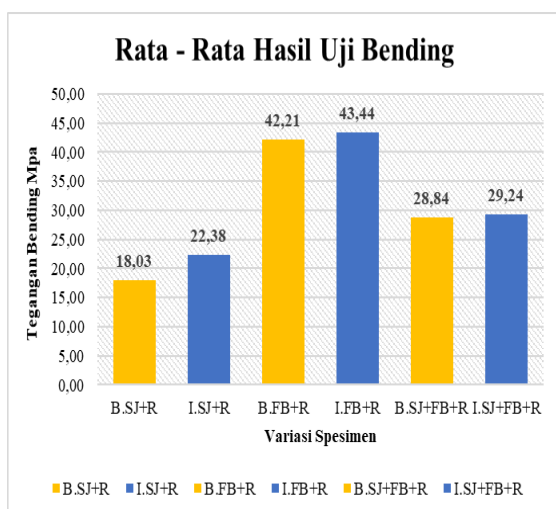


Gambar 3. Spesimen Setelah Uji Bending (a) Spesimen I.SJ+R, (b) Spesimen B.SJ+R, (c)Spesimen I.FB+R, (d) Spesimen B.FB+R, (e) Spesimen I.SJ+FB+R, (f)Spesimen B.SJ+FB+

Pada penelitian ini, dilakukan pengujian kekuatan lentur (*bending strength*) terhadap spesimen komposit yang dibuat menggunakan dua metode pembuatan, yaitu *vacuum bagging* dan *vacuum infusion*. Uji *bending* bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kekuatan komposit dalam menahan beban lentur hingga mengalami deformasi atau patah.

Setiap spesimen diuji menggunakan standar pengujian yang telah ditetapkan untuk mengukur kekuatan mekanis material, khususnya dalam hal menahan gaya lentur. Data yang diperoleh dari hasil uji *bending* ini dibandingkan untuk menilai performa masing-masing metode pembuatan komposit serta pengaruh penambahan serat penguat (*Fiberglass*).

Hasil pengujian menunjukkan perbedaan yang signifikan antara metode *vacuum bagging* dan *vacuum infusion*, baik dari segi kekuatan lentur maupun efisiensi penggunaan material. *Vacuum infusion* menghasilkan komposit dengan kekuatan lentur yang lebih tinggi dibandingkan *vacuum bagging* pada setiap variasi spesimen.



Gambar 4. Rata-Rata Hasil Uji Bending Untuk Masing – Masing Variasi

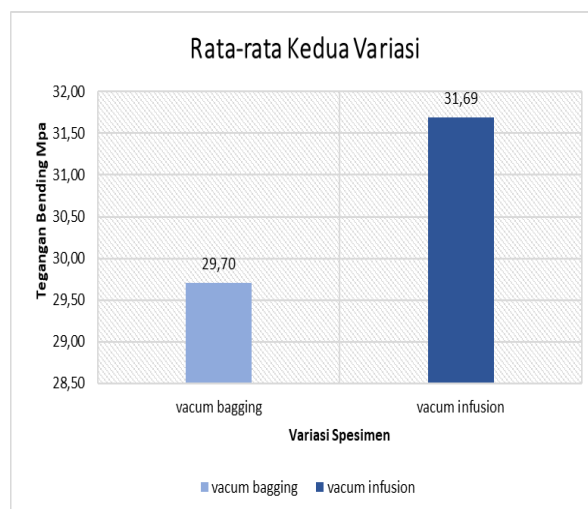
Secara keseluruhan, metode *vacuum infusion* menghasilkan kekuatan bending yang lebih tinggi dibandingkan *vacuum bagging* karena distribusi resin yang lebih merata dan efisien, sehingga komposit yang dihasilkan memiliki struktur yang lebih kuat dan ringan. Dalam *vacuum infusion*, tekanan vakum digunakan untuk menarik resin secara optimal ke dalam serat, meminimalkan udara yang terperangkap, dan meningkatkan kekuatan mekanik material. Hasil pengujian menunjukkan peningkatan kekuatan bending yang signifikan pada semua variasi spesimen yang diuji, menjadikan *vacuum infusion* lebih unggul dalam menghasilkan komposit berkualitas tinggi dibandingkan *vacuum bagging*.

1. Spesimen “SJ+R” ini memiliki kekuatan bending pada metode pembuatan *vacuum infusion* lebih baik dibandingkan *vacuum bagging*. *Vacuum infusion* memiliki rata-rata kekuatan bending sebesar 22,38 Mpa dan *vacuum bagging* memiliki rata-rata kekuatan bending sebesar 18,03 Mpa. Pada variasi spesimen ini, terjadi kenaikan kekuatan bending dari *vacuum bagging* ke *vacuum infusion* sebesar 24,13%.

2. Spesimen “SJ+FB+R” ini juga memiliki kekuatan bending pada metode pembuatan *vacuum infusion* yang lebih baik dibandingkan metode pembuatan *vacuum bagging*. *Vacuum infusion* memiliki rata-rata kekuatan bending sebesar 29,24 Mpa dan *vacuum bagging* memiliki rata-rata kekuatan bending sebesar 28,84 Mpa. Pada variasi spesimen ini, terjadi kenaikan kekuatan bending dari *vacuum bagging* ke *vacuum infusion* sebesar 1,39%.

3. Spesimen “FB+R” memiliki rata-rata kekuatan bending yang paling tinggi diantara variasi yang lainnya. Pada metode pembuatan *vacuum infusion* memiliki rata-rata kekuatan bending sebesar 43,44 Mpa, dan untuk metode pembuatan *vacuum bagging* memiliki rata-rata kekuatan bending sebesar 42,21 Mpa. Pada grafik diatas juga metode *vacuum infusion* memiliki kekuatan bending yang lebih baik dibandingkan *vacuum bagging* dan mengalami kenaikan kekuatan bending sebesar 2,91%.

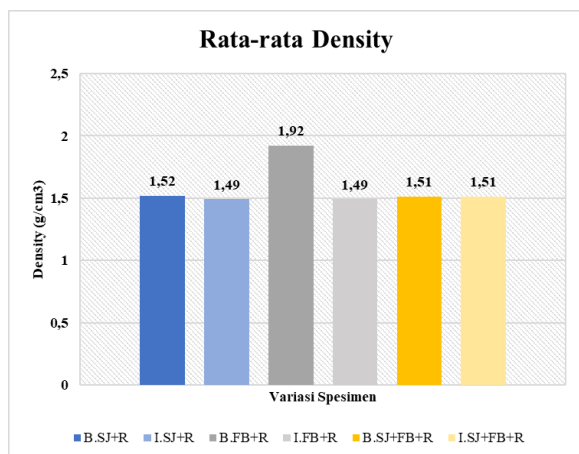
Berdasarkan penelitian ini, hasil ini menunjukkan data- data yang diperoleh dari hasil yang sudah di analisis dengan menggunakan *microsoft excel* membuktikan bahwa pengujian spesimen dengan metode pembuatan *vacuum infusion* lebih baik dibandingkan dengan metode *vacuum bagging*. Pada gambar 4 dapat diketahui bahwa hasil pengujian kekuatan lentur komposit bahwa *vacuum bagging* memiliki kekuatan bending sebesar 42,21 Mpa sedangkan *vacuum infusion* memiliki kekuatan bending yang lebih besar yaitu sebesar 43,44 Mpa. Dalam pengujian bending ini, peningkatan kekuatan lentur dari metode *vacuum bagging* ke *vacuum infusion* mencapai 11%.



Gambar 5. Hasil Rata-Rata Kedua Variasi

3.2 Hasil Perhitungan Density

Density (massa jenis) adalah besaran yang menunjukkan seberapa padat suatu material, yaitu jumlah massa per satuan volume. Density umumnya dinyatakan dalam satuan kilogram per meter kubik (kg/cm^3) atau gram per sentimeter kubik (g/cm^3). Dengan rumus yang digunakan adalah ρ Density benda (g/cm^3) adalah massa benda (g) dibagi volume benda (cm^3).



Gambar 6. Rata-Rata Hasil Perhitungan Density

Berdasarkan data dan grafik diatas membuktikan rata-rata hasil perhitungan density pada kedua variasi metode pembuatan (*vacuum bagging* dan *vacuum infusion*);

1. Variasi “B.SJ+R” memiliki *Density* sebesar 1,52 gr/cm³.
2. Variasi “I.SJ+R” memiliki *Density* sebesar 1,49 gr/cm³.
3. Variasi “B.SJ+FB+R” memiliki *Density* sebesar 1,51 gr/cm³.
4. Variasi “I.SJ+FB+R” memiliki *Density* sebesar 1,51 gr/cm³.
5. Variasi “B.FB+R” memiliki *Density* sebesar 1,92 gr/cm³.
6. Variasi “I.FB+R” memiliki *Density* sebesar 1,49 gr/cm³.

Berdasarkan hasil perhitungan density diatas, Variasi 1 (B.SJ+R) dan Variasi 2 (I.SJ+R), terjadi penurunan *Density* yang cukup kecil. *Density* pada Variasi 1 tercatat sebesar 1,52 gr/cm³, sementara pada Variasi 2 massa jenisnya adalah 1,49 gr/cm³. Dengan menggunakan perhitungan persentase, dapat diketahui bahwa penurunan *Density* antara kedua variasi tersebut adalah sebesar 1,97%. Penurunan ini menunjukkan perbedaan yang relatif kecil antara metode *vacuum bagging* dan *vacuum infusion* pada variasi komposit SJ+R.

Sementara itu, pada Variasi 3 (B.SJ+FB+R) dan Variasi 4 (I.SJ+FB+R), *Density* yang dihasilkan pada kedua variasi tersebut sama, yaitu 1,51 gr/cm³. Karena tidak ada perbedaan dalam nilai massa jenis, maka persentase penurunan antara Variasi 3 dan Variasi 4 adalah 0%. Ini menunjukkan bahwa penggunaan metode *vacuum bagging* dan *vacuum infusion* pada kombinasi material SJ+FB+R tidak mempengaruhi hasil *Density* yang diperoleh.

Penurunan yang paling signifikan terjadi antara Variasi 5 (B.FB+R) dan Variasi 6 (I.FB+R). *Density* pada Variasi 5 sebesar 1,92 gr/cm³, sedangkan pada Variasi 6 massa jenisnya turun menjadi 1,49 gr/cm³. Berdasarkan perhitungan, penurunan *density* ini mencapai 22,40%, yang menunjukkan bahwa metode *vacuum infusion* memiliki pengaruh besar dalam menurunkan *density* pada variasi komposit FB+R dibandingkan dengan metode *vacuum bagging* sehingga dapat di simpulkan metode *vacuum infusion* memiliki berat material yang lebih ringan namun memiliki kekuatan yang lebih baik..

3.3 Pengaruh Density Terhadap Kekuatan Bending

Secara umum, semakin tinggi densitas material, semakin besar pula kekuatan dan kekakuannya. hubungan antara *density* dan kekuatan bending material dengan densitas yang lebih tinggi cenderung memiliki lebih banyak massa per unit volume, yang sering kali berkorelasi dengan ikatan atom yang lebih kuat dan struktur material yang lebih padat. Dampak variasi *density* dengan meningkatnya densitas, modulus elastisitas material juga meningkat, yang berarti material lebih kaku dan membutuhkan lebih banyak gaya untuk menghasilkan deformasi tertentu.

3.4 Pengaruh metode vacuum terhadap variasi density

Berdasarkan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa metode *vacuum infusion* cenderung menghasilkan komposit dengan densitas yang lebih seragam dan optimal dibandingkan dengan metode *vacuum bagging*. Berdasarkan tabel dan hasil analisis data dan rata-rata densitas komposit yang dihasilkan dengan *vacuum infusion* lebih rendah tetapi konsisten. *Vacuum infusion* lebih efektif dalam mengeluarkan udara yang terperangkap di dalam komposit selama proses pembuatan, sehingga menghasilkan material dengan densitas yang lebih merata. Hal ini terlihat dari data densitas yang lebih stabil pada spesimen yang dibuat dengan *vacuum infusion* dibandingkan dengan *vacuum bagging*.

Dalam metode *vacuum infusion*, resin dapat didistribusikan lebih efisien melalui serat-serat komposit, yang menghasilkan komposit dengan rasio resin ke serat yang lebih konsisten. Hal ini mempengaruhi densitas akhir dari material tersebut. Walaupun densitas yang dihasilkan dengan *vacuum infusion* sedikit lebih rendah

pada beberapa spesimen, kekuatan mekanis seperti kekuatan bending lebih tinggi. Ini menunjukkan bahwa meskipun densitas sedikit lebih rendah, *vacuum infusion* memberikan peningkatan pada kualitas distribusi material yang berkontribusi terhadap kekuatan. Secara keseluruhan, *vacuum infusion* memberikan pengaruh positif pada variasi densitas dengan menghasilkan material komposit yang lebih ringan dan kuat.

4. Kesimpulan

Komposit yang dibuat dengan metode *vacuum bagging* memiliki karakteristik kekuatan mekanis yang lebih rendah dibandingkan *vacuum infusion*, dengan rata-rata kekuatan bending sekitar 29,70 MPa. Meskipun densitasnya lebih tinggi karena penggunaan resin yang kurang terkontrol, distribusi resin dalam komposit ini cenderung kurang merata, sehingga dapat menghasilkan area dengan resin berlebih atau kurang. Selain itu, *vacuum bagging* lebih rentan terhadap cacat internal seperti void atau rongga mikro, yang dapat menurunkan performa material. Secara keseluruhan, *vacuum bagging* kurang efisien dalam penggunaan material, menghasilkan komposit yang lebih berat namun tidak selalu lebih kuat dibandingkan dengan metode *vacuum infusion*. Komposit yang dibuat dengan metode *vacuum infusion* memiliki karakteristik kekuatan mekanis yang lebih tinggi, dengan rata-rata kekuatan bending mencapai sekitar 31,69 MPa, sekitar 11% lebih baik dibandingkan metode *vacuum bagging*. Metode ini menghasilkan distribusi resin yang lebih merata, meminimalkan adanya udara terperangkap (void), sehingga menghasilkan material yang lebih padat dan konsisten. Densitas komposit dari *vacuum infusion* umumnya lebih rendah yaitu 1,49 gr/cm³ sedangkan densitas komposit *vacuum bagging* lebih tinggi mencapai 1,62 gr/cm³, dengan penurunan massa jenis dari komposit *vacuum bagging* ke *vacuum infusion* sebesar 8,02%. Dengan kekuatan mekanis yang lebih unggul, dan bobot yang rendah menunjukkan bahwa material akan lebih efisien dan efektif dalam implementasi di dunia industri jika dibuat dengan proses metode manufaktur *vacuum infusion*. *vacuum infusion* juga lebih efektif dalam penggunaan resin, sehingga komposit yang dihasilkan lebih ringan namun

tetap kuat, serta memiliki performa yang lebih baik dalam menahan beban dan deformasi..

Daftar Rujukan

- [1] Agrippina Faiz Sampurna, Fery Setiawan, Edi Sofyan. (2022). Pengujian Karakteristik Uji Impact Material Komposit Matriks Resin Polyester Campur Serat Pisang Dan Pasir Besi Dengan Variasi Berat. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine* Vol 8, No. 2
- [2] Anabella, I. (2024). Perancangan Media Kampanye “Eco-Friendly Fashion” Untuk Mendukung Program Sunday Space Market Bagi Remaja Umur 14-20 Tahun
- [3] Eka Dwi, R. S., Sm Bondan, R., & Darmanto, D. (2021). Analisis Kekuatan Tarik Dan Bending Komposit Serat Karbon-Resin Dengan Variasi Waktu Curing Dan Suhu Penahanan 80c (Doctoral Dissertation, Universitas Wahid Hasyim).
- [4] Fakhriansyah, F. (2020). Studi Pengaruh Waktu Tahan Dan Pendinginan Pada Proses Pack Carburizing Terhadap Nilai Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja St. 41 (Doctoral Dissertation, Institut Teknologi Kalimantan).
- [5] Ferysyah, E. A., Hendrajaya, A., Pratomo, F. I., Almahdi, A., & Nuriskasari, I. (2022). Rancang Bangun Jig Sliding Cutting Pada Permesinan Gerinda Tangan: Analisa Bahan Dan Biaya Jig Sliding Cutting Pada Permesinan Gerinda Tangan. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin* (No. 2, Pp. 1930-1939).
- [6] Hakkinen, M. F., & Prasetyo, Y. R. (2023). Alat Uji Kualitas Sambungan Las Kontruksi Kapal Pada Material High Density Polyethylene (Hdpe) (Doctoral Dissertation, Universitas Diponegoro).
- [7] Handoko, R. D., & Setiawan, F. (2022). Pengaruh fraksi serbuk kayu jati terhadap kekuatan komposit partikel dengan pengujian impact. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(2), 322-329.
- [8] Hermawati, H., Ariani, F., & Fitri, N. A. (2022). Pembuatan Kertas Lukis Dari Kulit Jagung Dengan Penambahan Naoh Dan Zat Adiktif Koalin & Tepung Tapioka. *Jurnal Saintis*, 3(2), 73-82.
- [9] Iqbal, M. I. A., & 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.
- [10] Kamal, R. A., & Ghofur, M. A. (2021, December). Analisis Uji Balistik Komposit Serat Pelepah Salak Dengan Resin Epoksi Dan Silicon Carbida (Sic) Menggunakan Metode Vacuum Baging. *Prosiding Seminar Nasional Sains Teknologi Dan Inovasi Indonesia (Senastindo)* (Vol. 3, Pp. 333-344).
- [11] Lesmana, D., Permana, Y., Santoso, B., & Infantono, A. (2021, December). Aplikasi Drone Militer Dengan Produk Alutsista Indonesia Untuk Over The Horizon Operations. In *Prosiding Seminar Nasional Sains Teknologi Dan Inovasi Indonesia (Senastindo)* (Vol. 3, Pp. 1-10).
- [12] Muliani Sk, S. (2022). Analisis Kandungan Protein Kasar Dan Serat Kasar Pada Limbah Sayuran Pasar (Kol, Sawi, Kulit Jagung) Dengan Penambahan Effective Microorganism (Em4) Sebagai Pakan Alternatif (Doctoral Dissertation, Universitas Hasanuddin).
- [13] Murtadha, M. A., & Wahyuningsi, D. H. (2022). Rancang Bangun Alat Cetak Material Komposit Dengan Sistem Tekan (Doctoral. Dissertation, Politeknik Negeri Ujung Pandang).
- [14] Nugraha, M. D. A., Rasid, M., & Indra, H. B. (2021). Pengaruh Struktur Penyusunan Filler/Serat Kulit Jagung Pada Komposit Resin Polyester Terhadap Uji Bending Sebagai Pengganti Plafon. *Machinery: Jurnal Teknologi Terapan*, 2(2), 66-72.
- [15] Setiawan, B., Rasma, R., Djunaedi, T., Hidayat, G., & Adiday, P.M. (2022). Study Kelayakan Penggunaan Material Komposit Sebagai Campuran Resin Lycal Dengan Serat Sabut Kelapa Terhadap Gaya Impact Pada Pesawat Rc. *Prosiding Semnastek*.
- [16] Sulaeman, B., & Natsir, R. (2021). Serat Pelepah Sagu Sebagai Alternatif Pengganti Serat Sintesis Fiberglass. *Pena Teknik: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 6(1), 14-23.
- [17] Susanto, A. (2022). Aplikasi Pembuatan Cetakan Vacuum Infusion Komposit Menggunakan Additive Manufacturing Fused Filament Fabrication (Fff) Dengan Material Polyactic Acid (Pla).
- [18] Wardhana, A. S. (2022). Pembuatan Komposit Serat Rami Dan Serat Sabut Kelapa Dengan Menggunakan Mesin Vakum.(Doctoral Dissertation, Universitas Diponegoro).
- [19] Chandra Febriyanto, Ferry Setiawan. (2023). Pengujian Kekuatan Tekuk Komposit Serat Karbon Menggunakan Metode Vacuum Infusion dan Vacuum Bagging pada Material Badan Pesawat UAV Skywalker 1900. *AlFiziya: Jurnal Ilmu Material, Geofisika, Instrumentasi dan Fisika* Vol.6 No. I 2023, 9-19.
- [20] Wicaksono, T., Farid, A., Ismail, N. R., & Fadhillah, A. R. (2021). Pengaruh Debit Aliran Resin Bisphenol A Lp-1q-Ex Pada Metode Vacuum Infusion Resin Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Kulit Pohon Waru (*Hibiscus Tiliaceus*). *J. Energi Dan Teknol. Manufaktur*, 4(01), 17-24.
- [21] Muhammad Z. R., Ferry. S., & Dimas. W., (2023). Perbandingan Metode Vacuum Infusion & Vacuum Bagging Pada Komposit Berpenguat Fiber Karbon Kevlar. *Jurnal Teknik, Elektronik, Engine* Vol 9, No. 1, Juli 2023.