

**PENGARUH METODE FABRIKASI DAN JENIS RESIN  
TERMOSET TERHADAP KEKUATAN KOMPOSIT  
BERPENGUAT SERAT NANAS**

**SKRIPSI**

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik dari Jurusan  
Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa



Oleh:

Bagus Prasetya  
3334200041

**JURUSAN TEKNIK METALURGI FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
CILEGON – BANTEN  
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH METODE FABRIKASI DAN JENIS RESIN  
TERMOSET TERHADAP KEKUATAN KOMPOSIT  
BERPENGUAT SERAT NANAS**

**SKRIPSI**

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik dari  
Jurusan Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Disetujui untuk Jurusan Teknik Metalurgi oleh:

Pembimbing I



**Tri Partuti, S.Si., M.Si.**  
NIP. 198011282012122003

Pembimbing II



**Prof. Dr. Dra. Erlina Yustanti, M.Si.**  
NIP. 196803262002122001

LEMBAR PERSETUJUAN

**PENGARUH METODE FABRIKASI DAN JENIS RESIN  
TERMOSET TERHADAP KEKUATAN KOMPOSIT  
BERPENGUAT SERAT NANAS**

**SKRIPSI**

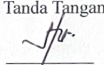
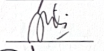
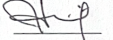
Disusun dan diajukan oleh :

**Bagus Prasetya**

**3334200041**

Telah disidangkan di depan dewan penguji pada tanggal

10 Juli 2024

	Susunan Dewan Penguji	Tanda Tangan
<b>Penguji I</b>	: Prof. Dr. Dra. Erlina Yustanti, M.Si.	
<b>Penguji II</b>	: Tri Partuti, S.Si., M.Si.	
<b>Penguji III</b>	: Adhitya Trenggono, S.T., M.Sc.	

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Metalurgi

  
**Abdul Aziz, ST., MT., Ph.D.**  
NIP. 198003072005011002

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya sebagai penulis Skripsi berikut:

Judul : Pengaruh Metode Fabrikasi dan Jenis Resin Termoset  
Terhadap Kekuatan Komposit Berpenguat Serat Nanas

Nama Mahasiswa : Bagus Prasetya

NIM : 3334200041

Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi tersebut di atas adalah benar benar hasil karya asli saya dan tidak memuat hasil karya orang lain, kecuali dinyatakan melalui rujukan yang benar dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari ditemukan hal-hal menunjukkan bahwa sebagian atau seluruh karya ini bukan karya saya, maka saya bersedia dituntut melalui hukum yang berlaku. Saya juga bersedia menanggung segala akibat hukum yang timbul dari pernyataan yang secara sadar dan sengaja saya nyatakan melalui lembar ini.

Cilegon, 10 Juli 2024



**Bagus Prasetya**

3334200041

## ABSTRAK

Pada saat ini rata-rata penggunaan *dashboard* mobil masih menggunakan plastik untuk bahan baku pembuatannya. Guna mengatasi hal tersebut, dilakukanlah penelitian terhadap pemanfaatan limbah serat daun nanas sebagai penguat pada komposit polimer bermatriks resin termoset. Pengembangan teknologi komposit dengan memanfaatkan serat alam dan limbah pertanian perkebunan akan membantu mengatasi kelangkaan bahan baku industri otomotif, sekaligus turut mencegah kerusakan lingkungan. Serat daun nanas merupakan bahan baku alternatif yang dapat digunakan sebagai penguat pada komposit polimer. Serat daun nanas dipilih karena memiliki sifat mekanik yang cukup baik dibandingkan dengan beberapa serat alam yang lain, keberadaannya cukup melimpah, dan minimnya pemanfaatan dari limbah tersebut. Penelitian ini ditargetkan untuk dapat menggantikan plastik pada penggunaan *dashboard* mobil. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan material komposit dengan dua metode fabrikasi yaitu *vacuum bag* dan *hand lay-up*, serta dengan variasi jenis resin termoset (poliester, epoksi, dan vinil ester). Komposit yang telah mengalami *curing* selanjutnya diteliti sifat mekanik (kuat tarik dan kuat lentur) dan diamati karakterisasi material hasil dari patahan uji tarik, lalu dikomparasi dengan standar *dashboard* mobil yaitu SAE J 1717. Berdasarkan hasil pengujian mekanik, didapatkan hasil kekuatan tarik dengan menggunakan metode *vacuum bag* vinil ester (58,37), epoksi (46,12 MPa), poliester (28,18 MPa), sedangkan dengan menggunakan metode *hand lay-up* didapatkan nilai kuat tarik vinil ester (51,38 MPa), epoksi (38,00 MPa), poliester (24,04 MPa). Untuk hasil pengujian lentur dengan metode *vacuum bag* didapatkan hasil vinil ester (58,64 MPa), epoksi (61,81 MPa), poliester (55,09 MPa), Sedangkan dengan menggunakan metode *hand lay-up* didapatkan nilai kuat lentur vinil ester (55,82 MPa), epoksi (45,19 MPa), poliester (29,28 MPa). Terlihat bahwa metode *vacuum bag* memiliki performa sifat mekanik yang baik dibandingkan dengan metode *hand lay-up*. Hasil pengamatan pada jenis resin, vinil ester merupakan resin yang paling stabil dan optimal pada seluruh sampel yang diteliti. Standar untuk pengujian tarik SAE J 1717 yaitu 20-100 MPa, dan untuk pengujian lentur yaitu 50-200 MPa.

**Kata Kunci:** komposit, resin termoset, *vacuum bag*, serat daun nanas

## ABSTRACT

Currently, the average car dashboard still uses plastic as the primary material. To address this issue, research has been conducted on utilizing pineapple leaf fibers as reinforcements in thermoset resin matrix polymer composites. The development of composite technology using natural fibers and agricultural waste will help address the scarcity of raw materials in the automotive industry while also contributing to environmental protection. Pineapple leaf fibers are an alternative raw material that can be used as reinforcements in polymer composites. They are chosen due to their relatively good mechanical properties compared to other natural fibers, their abundant availability, and the minimal utilization of this waste. This research aims to replace plastic in car dashboards. The study involves the production of composite materials using two fabrication methods: vacuum bag and hand lay-up, and with variations of thermoset resins (polyester, epoxy, and vinyl ester). The composites that have undergone curing are then tested for mechanical properties (tensile strength and flexural strength) and characterized through fracture analysis from tensile tests, then compared with the car dashboard standard SAE J 1717. Based on the mechanical testing results, tensile strength values obtained using the vacuum bag method were vinyl ester (58.37 MPa), epoxy (46.12 MPa), polyester (28.18 MPa), while using the hand lay-up method, the tensile strength values were vinyl ester (51.38 MPa), epoxy (38.00 MPa), polyester (24.04 MPa). For flexural testing, using the vacuum bag method, the results were vinyl ester (58.64 MPa), epoxy (61.81 MPa), polyester (55.09 MPa), while using the hand lay-up method, the flexural strength values were vinyl ester (55.82 MPa), epoxy (45.19 MPa), polyester (29.28 MPa). It is observed that the vacuum bag method has better mechanical performance compared to the hand lay-up method. Among the resin types, vinyl ester is the most stable and optimal across all samples tested. The standard for tensile testing according to SAE J 1717 is 20-100 MPa, and for flexural testing, it is 50-200 MPa.

**Keywords:** composite, thermoset resin, vacuum bag, pineapple leaf fiber

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan skripsi dengan judul “**Pengaruh Metode Fabrikasi dan Jenis Resin Termoset Terhadap Kekuatan Komposit Berpenguat Serat Nanas**”. Laporan skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat mengerjakan tugas akhir pada program sarjana di Jurusan Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Proses pengerjaan laporan skripsi ini banyak dibantu oleh beberapa pihak, maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih dengan tulus kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Abdul Aziz, S.T., M. T. selaku Ketua Jurusan Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
2. Bapak Rahman Faiz Suwandana, S.T., M.S. selaku Koordinator Skripsi Jurusan Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
3. Ibu Tri Partuti, S.Si., M.Si. selaku pembimbing pertama serta dosen akademik yang telah membimbing dengan memberikan kritik, masukan, dan motivasi dalam penyusunan laporan skripsi ini.
4. Ibu Prof. Dr. Erlina Yustanti, S.Si., M.Si. selaku pembimbing kedua serta kepala Laboratorium Uji Material FT. Untirta yang telah membimbing serta meminjamkan fasilitas laboratorium.
5. Orang tua penulis yaitu Bapak Eko Setiawan dan Ibu Ida Rasni serta keluarga yang telah memberikan bantuan baik moral maupun moril kepada penulis dalam penyusunan laporan skripsi ini.

6. Teman-teman yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan laporan skripsi ini.
7. Untuk Vanisha Cahya Kamila yang telah menemani dan memberikan motivasi kepada penulis.
8. Untuk diri saya sendiri yang telah mampu menyelesaikan skripsi ini dengan banyak sekali perjalanan yang dilewati, dengan perasaan yang bahagia dan sedih.

Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih terdapat kekurangan, sehingga kritik dan saran penulis nantikan. Besar harapan penulis dengan menyusun proposal skripsi ini dapat membantu penulis menjadi sebuah acuan penelitian dan bermanfaat bagi teman-teman ataupun pihak lain yang memerlukannya. Atas perhatiannya, penulis ucapkan terima kasih.

Cilegon, 10 Juli 2024

Bagus Prasetia



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Sistematika Penulisan.....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>8</b>
2.1 Komposit.....	8
2.2 Serat Alami.....	10

2.3	Serat Daun Nanas.....	12
2.4	Polimer Termoset .....	14
2.4.1	Poliester.....	15
2.4.2	Vinil Ester.....	16
2.4.3	Epoksi.....	18
2.5	<i>Hand Lay Up</i> .....	19
2.5.1	<i>Vacuum Bagging</i> .....	21
2.6	Pengujian dan Karakterisasi Sampel.....	24
2.6.1	Uji Tarik .....	24
2.6.2	Uji Lentur.....	25
2.6.3	Karakterisasi SEM ( <i>Scanning Electron Microscope</i> ).....	26
<b>BAB III METODE PERCOBAAN .....</b>		<b>28</b>
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	28
3.2	Alat dan Bahan.....	29
3.2.1	Alat-alat yang Digunakan .....	29
3.2.2	Bahan-bahan yang Digunakan .....	30
3.3	Prosedur Percobaan.....	31
3.3.1	Preparasi Serat.....	31
3.3.2	Proses Pembuatan Komposit.....	31
3.3.3	Uji Tarik .....	32

3.3.4 Uji Lentur.....	32
3.3.5 Karakterisasi SEM .....	32
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
4.1 Preparasi Serat Daun Nanas .....	33
4.2 Pengaruh Metode Fabrikasi terhadap Sifat Mekanik .....	34
4.3 Pengaruh Jenis Resin terhadap Sifat Mekanis .....	37
4.3.1 Hasil Uji Tarik.....	38
4.3.2 Hasil Uji Lentur.....	39
4.4 Pengamatan Mikrostruktur dengan SEM .....	42
4.5 Perbandingan Uji Mekanik Terhadap Standar <i>Dashboard</i> Mobil.....	44
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>46</b>
5.1 Kesimpulan .....	46
5.2 Saran.....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN A PERHITUNGAN</b>	
<b>LAMPIRAN B GAMBAR ALAT DAN BAHAN</b>	
<b>LAMPURAN C DATA DAN HASIL PENELITIAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2.1	Sifat Mekanik dari Beberapa Jenis Serat.....	11
2.2	Sifat Mekanik Serat Daun Nanas.....	13
4.1	Data Hasil Uji Tarik Komposit dengan Variasi Metode Fabrikasi dan Variasi Jenis Resin.....	35
4.2	Data Hasil Uji Tarik Tertinggi Komposit dengan Variasi Jenis Resin untuk Satu Kali Pengujukan.....	38
4.3	Data Hasil Uji Lentur Komposit dengan Variasi Metode Fabrikasi dan Variasi Jenis Resin.....	40

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	Definisi Komposit.....	9
2.2	Klasifikasi Komposit Berdasarkan Bentuk dari Matriksnya .....	10
2.3	Skema <i>Crosslinking</i> pada Resin Poliester.....	16
2.4	Skema Reaksi dari Sintesis Vinil Ester.....	18
2.5	Struktur Molekul Resin Epoksi.....	19
2.6	Proses <i>Hand Lay-Up</i> .....	21
2.7	Proses <i>Vacuum Bagging</i> .....	23
2.8	Sampel Uji Tarik Komposit Sesuai ASTM D3039.....	25
2.9	Sampel Uji Lentur Komposit Sesuai ASTM D790 .....	26
2.10	Mikrograf SEM Perbesaran 500x Polimer Blend (a) Epoksi (100), (b) Vinil Ester (100).....	27
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	29
3.2	Alat <i>Vacuum Bag</i> .....	30
4.1	Hasil Sampel Komposit (a) HLU Poliester, (b) HLU Epoksi, (c) HLU Vinil Ester, (d) VB Poliester, (e) VB Epoksi, (f) VB Vinil Ester.....	36
4.2	Grafik Hasil Uji Tarik Tertinggi Komposit dengan Variasi Jenis Resin.....	39
4.3	Diagram Pengaruh Jenis Resin terhadap Kuat Lentur.....	40
4.4	Hasil Pengamatan SEM pada Patahan Sampel HLU Bermatriks Epoksi (a) Perbesaran 50x, (b) Perbesaran 500x.....	42
4.5	Hasil Pengamatan SEM pada Patahan Sampel VB Bermatriks Epoksi (a) Perbesaran 50x, (b) Perbesaran 500x.....	43
B.1	Alas Cetakan.....	61

B.2	Alat Pengaduk.....	61
B.3	<i>Bagging Film</i> .....	61
B.4	Baki.....	61
B.5	Cetakan.....	61
B.6	Gunting.....	61
B.7	Penggaris.....	62
B.8	Pompa Vakum.....	62
B.9	Sarung Tangan.....	62
B.10	Selang.....	62
B.11	<i>Silent Tape</i> .....	62
B.12	Wadah.....	62
B.13	Tabung <i>Reservior</i> .....	63
B.14	Serat Nanas.....	63
B.15	Timbangan Digital.....	63
B.16	Alat SEM.....	63
B.17	Resin Poliester.....	63
B.18	Resin Epoksi.....	63
B.19	Resin Vinil Ester.....	64
B.20	Larutan NaOH 5%.....	64
C.1	Hasil Uji Tarik <i>Hand Lay-up</i> Poliester.....	66
C.2	Hasil Uji Tarik <i>Hand Lay-up</i> Epoksi.....	66
C.3	Hasil Uji Tarik <i>Hand Lay-up</i> Vinil Ester.....	67
C.4	Hasil Uji Lentur <i>Hand Lay-up</i> Poliester.....	67

C.5	Hasil Uji Lentur <i>Hand Lay-up</i> Epoksi.....	68
C.6	Hasil Uji Lentur <i>Hand Lay-up</i> Vinil Ester.....	68
C.7	Hasil Uji Tarik <i>Vacuum Bag</i> Poliester .....	69
C.8	Hasil Uji Tarik <i>Vacuum Bag</i> Epoksi .....	69
C.9	Hasil Uji Tarik <i>Vacuum Bag</i> Vinil Ester .....	70
C.10	Hasil Uji Lentur <i>Vacuum Bag</i> Poliester .....	70
C.11	Hasil Uji Lentur <i>Vacuum Bag</i> Epoksi .....	71
C.12	Hasil Uji Lentur <i>Vacuum Bag</i> Vinil Ester .....	71

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia memiliki kekayaan yang melimpah dalam hal sumber daya alam, termasuk serat alam yang tersebar di seluruh negeri. Namun, potensi besar dari bahan baku ini belum sepenuhnya dimanfaatkan. Serat alam memiliki karakteristik unik yang berbeda dari material lain, sehingga membutuhkan penelitian dan pengembangan yang menyeluruh. Proses ini mencakup mulai dari penyiapan bahan dasar, teknologi pengolahan, hingga tahap-tahap manufaktur yang komprehensif. Untuk memanfaatkan potensi serat alam, teknologi komposit berbasis serat alam dan limbah dari sektor pertanian serta perkebunan menjadi solusi yang penting. Pengembangan teknologi ini tidak hanya akan mengatasi tantangan kelangkaan bahan baku yang dihadapi oleh industri, seperti industri otomotif, tetapi juga berkontribusi dalam upaya pelestarian lingkungan. Produk komposit yang dihasilkan dari serat alam ini dapat digunakan sebagai bahan baku dalam berbagai sektor, termasuk konstruksi bangunan, industri manufaktur, dan sektor otomotif. [1] Komposit adalah material hibrida yang terbentuk dari resin polimer yang diperkuat dengan serat atau fiber, menjadikannya salah satu material yang banyak digunakan saat ini. [2] Salah satu alasan utama popularitas material komposit adalah sifatnya yang ringan namun kokoh. Selain itu, penggunaan serat alam dalam pembuatan komposit memberikan sejumlah keunggulan tambahan. Di antaranya adalah biaya



produksi yang lebih rendah, kekuatan spesifik dan modulus yang tinggi, densitas yang rendah, serta emisi polusi yang lebih rendah. Tidak hanya itu, komposit berbasis serat alam juga memiliki keuntungan lain, yaitu kemampuan untuk didaur ulang, yang menjadikannya pilihan material yang lebih ramah lingkungan. Secara keseluruhan, komposit polimer yang diperkuat serat nabati memiliki potensi besar untuk menggantikan bahan yang berasal dari sumber daya tidak terbarukan [3].

Umumnya, dalam pembuatan komposit terdapat beberapa metode. Diantaranya adalah metode *hand lay-up* dan *vacuum bag* yang mana keduanya tidak berbeda jauh. Teknik *hand lay-up* adalah salah satu metode tertua dalam pembuatan komposit. Proses *hand lay-up* merupakan proses laminasi serat secara manual dengan memberi penekanan pada lapisan dengan menggunakan *roller*. Proses *hand lay-up* memiliki beberapa kelebihan yaitu *hand lay-up* memungkinkan pembuatan produk dengan berbagai aplikasi dan geometri dengan biaya yang murah dan tidak memerlukan pelatihan khusus [4]. Metode *vacuum bag* merupakan pengembangan lebih lanjut dari metode *hand lay-up* yang sering digunakan dalam proses pembuatan material komposit. *Vacuum bag* adalah teknik yang bertujuan untuk menciptakan tekanan mekanis pada laminasi selama proses impregnasi resin. Proses ini dimulai dengan menempatkan laminasi yang telah disusun di dalam cetakan, kemudian menutupnya dengan lembaran plastik yang kuat dan kedap udara. Setelah laminasi disegel rapat, tekanan udara di dalam dan di luar cetakan setara dengan tekanan atmosfer, yaitu sekitar 14,7 Psi[5]. Dengan berkurangnya tekanan di dalam cetakan, tercipta perbedaan tekanan yang menyebabkan lembaran plastik *vacuum bag* menekan laminasi dengan kuat. Tekanan ini memastikan resin

tersebar merata ke seluruh permukaan serat, dan secara bersamaan, udara yang terperangkap di dalam laminasi akan tersedot keluar. Metode vacuum bag dianggap lebih unggul dibandingkan metode hand lay-up tradisional karena memberikan hasil yang lebih baik dalam proses curing. Pada tahap curing, tekanan yang diterapkan oleh vacuum bag membantu menekan serat dan matriks dengan lebih efektif, sehingga memastikan bahwa resin mengisi seluruh ruang di antara serat dengan sempurna dan menghindari porositas [6].

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Azissyukhron & Hidayat pada tahun 2018, ditemukan perbedaan signifikan antara metode hand lay-up dan vacuum bag ketika digunakan untuk membuat komposit berbahan dasar Styrofoam atau gabus. Bahan ini berfungsi sebagai pengganti material honeycomb, dengan tambahan fiberglass atau serat kaca, wax, serta resin dan pengeras epoxy dalam proses pembuatannya. Penelitian tersebut mengungkapkan bahwa komposit yang dihasilkan melalui metode hand lay-up menunjukkan modulus elastisitas sebesar 170.848 MPa, yang menunjukkan tingkat elastisitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan komposit yang dibuat menggunakan metode vacuum bag. Komposit hasil metode vacuum bag memiliki modulus elastisitas sebesar 463.810 MPa, yang berarti material ini lebih kaku dibandingkan dengan hasil metode hand lay-up.. Sedangkan untuk ketahanan kedua material tersebut, untuk material metode *vacuum bag* lebih baik ketahanannya. Lalu dari segi berat, material hasil metode *hand lay-up* jauh lebih berat dibandingkan dengan material metode *vacuum bag* [7]. Maka dari itu, pembeda dari penelitian sebelumnya dengan apa yang ingin dilakukan peneliti sekarang ialah terletak pada jenis penguat yang akan digunakan.

Pada penelitian sebelumnya penguat yang digunakan yaitu *fiberglass* atau serat kaca, sedangkan pada penelitian ini penguat yang akan digunakan yaitu jenis serat alam (serat daun nanas) dengan menggunakan dua metode fabrikasi *vacuum bag* dan *hand lay-up* untuk mendapatkan perbandingan sifat mekanik antara kedua metode tersebut.

Salah satu contoh nyata dari penerapan teknologi komposit yang sering kita temui dalam kehidupan sehari-hari adalah pada bagian interior mobil, khususnya pada dashboard. Dashboard adalah panel yang terletak di bagian depan interior mobil, yang biasanya dilengkapi dengan berbagai fasilitas seperti panel instrumentasi, laci penyimpanan, radio atau tape, serta sistem pendingin udara (AC) [8]. Penggunaan material komposit berbasis polimer yang diperkuat dengan serat alam dalam industri otomotif saat ini semakin berkembang pesat. Material ini mulai banyak digunakan untuk menggantikan komposit polimer sintetis yang sebelumnya umum digunakan sebagai bahan penguat dalam komposit, seperti e-glass, karbon, dan silikon karbida. Pengembangan ini didorong oleh berbagai keuntungan yang ditawarkan oleh serat alam, termasuk sifatnya yang lebih ramah lingkungan dan biokompatibel. Dalam produksi komponen-komponen mobil, penggunaan komposit polimer berbasis serat alam telah terbukti mampu memberikan sejumlah keunggulan. Salah satu manfaat utama adalah kemampuannya dalam mengurangi berat keseluruhan kendaraan, yang secara langsung berkontribusi pada efisiensi bahan bakar dan penurunan emisi gas buang. Selain itu, material ini juga dirancang untuk tetap menjaga standar keselamatan penumpang, memastikan bahwa

meskipun ringan, komponen yang dihasilkan tetap kuat dan mampu melindungi penumpang dalam berbagai situasi [9].

Pemanfaatan serat daun nanas sebagai serat penguat dalam material komposit memiliki potensi yang sangat signifikan, terutama dalam konteks pengelolaan limbah industri. Industri saat ini umumnya mengandalkan serat sintetis seperti fiberglass untuk memperkuat material komposit, seperti yang digunakan dalam Fiberglass Reinforced Plastic (FRP). Namun, penggunaan serat daun nanas sebagai alternatif baru menjanjikan keberlanjutan yang lebih baik dalam proses manufaktur. Serat daun nanas menawarkan berbagai keunggulan, termasuk biodegradabilitas yang tinggi dan sumber daya yang melimpah. Hal ini berarti penggunaannya tidak hanya mengurangi ketergantungan pada serat sintetis yang bersifat tidak terbarukan, tetapi juga membantu mengurangi jumlah limbah industri yang biasanya sulit untuk didaur ulang. Dengan memanfaatkan limbah organik ini untuk produksi komposit, dapat tercipta lingkungan produksi yang lebih bersih dan berkelanjutan. Pengembangan komposit berbasis serat daun nanas juga membuka potensi untuk menjadi bahan alternatif dalam pembuatan komponen-komponen mobil [10]. Serat nanas adalah salah satu jenis serat alami yang berasal dari tanaman nanas dan termasuk dalam kategori serat tumbuhan (vegetable fibre). Serat ini diambil dari daun tanaman nanas, yang memiliki struktur serat yang kuat dan tahan lama. Penggunaan serat nanas sebagai bahan penguat dalam material komposit menjadi alternatif yang menarik dalam pengembangan komposit berbasis ilmiah. Serat nanas telah lama dikenal karena kekuatannya yang luar biasa, yang bahkan sebanding dengan kekuatan logam seperti aluminium. Berdasarkan hasil penelitian

yang telah dilakukan terkait dengan serat nanas, diketahui bahwa serat ini memiliki kekuatan tarik yang hampir dua kali lebih tinggi dibandingkan dengan fiberglass. Serat nanas menunjukkan kekuatan tarik sebesar 42,33 kg/mm<sup>2</sup>, sementara fiberglass hanya mencapai 21,65 kg/mm<sup>2</sup>. Perbandingan ini menyoroti superioritas mekanik serat nanas dalam hal kekuatan tarik, yang merupakan indikator kritis dalam performa material untuk aplikasi teknik [1].

Pada material komposit, selain penguat juga diperlukan matriks. Matriks memiliki fungsi utama sebagai pengikat dan pelindung penguat, sedangkan penguat adalah bagian yang berfungsi sebagai penerima beban utama yang di alami oleh komposit. Pada penelitian yang dilakukan oleh Maulana mengenai komposit serat karbon dengan variasi resin thermoset didapatkan kekuatan tarik untuk resin *vynil ester* sebesar 165,53 MPa, kekuatan tarik resin *epoxy* sebesar 155,23 MPa, dan kekuatan tarik resin *polyester* sebesar 123,95 Mpa. Sehingga jika dibandingkan dengan *dashboard* mobil dengan standar SAE J 1717 maka nilai yang didapatkan sudah memenuhi standar uji tarik yaitu senilai 20-100 Mpa, sedangkan untuk standar uji lentur yaitu senilai 50-200 MPa [11]. Pada penelitian sebelumnya menggunakan penguat jenis serat karbon dengan variasi sudut *filler* 45°, 60°, dan 90°. Pada penelitian ini akan dilakukan menggunakan penguat jenis serat nanas dengan arah serat *unidirectional*.

Berdasarkan hal tersebut, maka akan dilakukan penelitian pembuatan komposit dengan memanfaatkan limbah serat alami menggunakan jenis resin termoset dan dengan menggunakan dua metode fabrikasi untuk mengetahui kekuatan tarik dan kekuatan lentur material komposit tersebut. Serat alam yang

digunakan adalah serat nanas dengan variasi fraksi volume 15 % menggunakan matriks termoset *epoxy*, *vinil ester* dan *polyester* menggunakan metode fabrikasi *Hand Lay Up* dan *Vacuum Bag* untuk untuk mengetahui parameter optimum yang memenuhi standar SAE J 1717.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Penelitian ini dilakukan dengan dasar masalah yang timbul sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh jenis resin *epoxy*, *vinil ester*, dan *polyester* terhadap nilai kuat tarik komposit dengan metode *hand lay-up* dan *vacuum bag*?
2. Bagaimana pengaruh jenis resin *epoxy*, *vinil ester*, dan *polyester* terhadap nilai kuat lentur komposit dengan metode *hand lay-up* dan *vacuum bag*?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Secara umum, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh resin termoset terhadap peningkatan kuat tarik komposit dan kuat lentur berpenguat serat nanas sebagai aplikasi *dashboard* mobil. Secara khusus, tujuan dilakukannya penelitian ini, yaitu:

1. Menganalisis pengaruh jenis resin termoset terhadap kuat tarik dan lentur pada komposit berpenguat serat nanas.
2. Menganalisis perbandingan proses dengan menggunakan metode *hand lay up* dan *vacuum bag*.
3. Mengetahui parameter optimum yang memenuhi syarat standar SAE J 1717.

#### 1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini antara lain sebagai berikut.

1. Komposit dibuat menggunakan beberapa bahan baku, yaitu serat daun nanas yang telah direndam dalam NaOH 5% selama dua jam dan tiga jenis resin termoset (poliester, epoksi, dan vinil ester) beserta katalis.
2. Variabel tetap pada penelitian ini adalah sebagai berikut.
  - a. Konsentrasi NaOH 5%.
  - b. Perbandingan tiap-tiap resin dengan katalisnya: epoksi (3:1), vinil ester (100:3:1), dan poliester (100:1).
  - c. Waktu *pre-treatment* serat daun nanas selama dua jam pada NaOH 5%.
  - d. *Curing time* 3 jam.
  - e. Orientasi susunan serat searah (*unidirect*).
3. Variabel bebas pada penelitian ini adalah sebagai berikut.
  - a. Jenis resin termoset: poliester, vinil ester, dan epoksi.
  - b. Metode fabrikasi: *vacuum bag* dan *hand lay-up*
4. Jenis pengujian yang dilakukan terhadap komposit adalah sebagai berikut.
  - a. Uji tarik (ASTM D3039)
  - b. Uji lentur (ASTM D790)
  - c. Karakterisasi patahan dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM)
5. Penelitian dilakukan di Laboratorium Nanomaterial & Teknologi Proses *Centre of Excellence* Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Laporan skripsi ini terdiri dari lima bab. Bab I merupakan pendahuluan yang berisi latar belakang, identifikasi masalah, tujuan, batasan masalah, dan sistematika penulisan laporan. Bab II adalah tinjauan pustaka yang berisi teori-teori dasar penunjang penelitian juga sebagai acuan pada proses analisis dan pembahasan. Bab III menjelaskan tentang metode penelitian, meliputi diagram alir, alat dan bahan, hingga prosedur penelitian. Bab IV berisi hasil penelitian beserta pembahasan mengenai pengaruh susunan serat dan jenis resin terhadap sifat mekanik dan sifat fisik komposit. Bab V ialah penutup yang terdiri dari kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan. Selain lima bab tersebut, dicantumkan pula referensi, daftar pustaka, hingga lampiran pada bagian akhir.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Supriyatna, Y. M. Solihin, C. V Tri, and U. Jaya, “Pengembangan Komposit Epoxy Berpenguat Serat Nanas Untuk Aplikasi Interior Mobil,” 2018.
- [2] M. T. Marantika, I. Sujana, and M. Ivanto, “Analisa Uji Tarik Komposit Berpenguat Serat Daun Nanas Dengan Variasi Susunan Menggunakan Perlakuan Alkali,” 2022.
- [3] D. N. Susanti, “Pengaruh Variasi Panjang Serat Nanas Terhadap Kekuatan Tarik dan Impact Komposit Polyester-Serat Nanas,” 2018. [Online]. Available: <http://repository.unimus.ac.id>
- [4] R. R. P. Kuppusamy, S. Rout, and K. Kumar, “Advanced manufacturing techniques for composite structures used in aerospace industries,” in *Modern Manufacturing Processes*, Elsevier, 2020, pp. 3–12. doi: 10.1016/B978-0-12-819496-6.00001-4.
- [5] Triyono, “Perancangan dan Pembuatan Cetakan Komposit Untuk Metode Vacuum Infusion Menggunakan Penekan Elastomer Bag,” 2019.
- [6] G. Nugroho and M. S. R. R. Wantogia, “Proses Fabrikasi dan Sifat Mekanik Komposit Polimer dengan Metode Bladder Compression Moulding,” *Journal of Mechanical Design and Testing*, vol. 1, no. 2, pp. 95–104, 2019, doi: 10.22146/jmdt.v1i2.53047.
- [7] M. Azissyukhron and S. Hidayat, “Perbandingan Kekuatan Material Hasil Metode Hand Lay-up dan Metode Vacuum Bag Pada Material Sandwich Composite,” 2018.
- [8] N. Madinah and I. M. L. Batan, “Perancangan Dashboard Mobil Pedesaan Multiguna,” vol. 2, No. 2, 2013.
- [9] M. Sulaiman, M. H. Rahmat, and S. Pengajar, “Kajian Potensi Pengembangan Material Komposit Polimer Dengan Serat Alam Untuk Produk Otomotif,” 2018.
- [10] L. Januari, “Potensi Serat Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Komposit Pengganti Fiberglass Pada Pembuatan Lambung Kapal,” 2017.
- [11] M. Habib Maulana and V. A. Setyowati, “Pengaruh Variasi Matriks dan Orientasi Sudut Filler Karbon pada Polymer Matrix Composite terhadap Kekuatan Tarik dan Impact,” 2021.
- [12] A. Arliansyah, “Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu Industri Mebel Untuk Komposit Serbuk Kayu Dengan Matrik Polivinil Asetat,” 2024.

- [13] N. Nayiroh, “Teknologi Material Komposit,” 2013.
- [14] S. Hariyadi and B. Junipitoyo, “Pelatihan Basic Wet Lay Up Composite Repair System Pelatihan Basic Wet Lay Up Composite Repair System Untuk Sekolah Vokasi Penerbangan,” 2021.
- [15] O. Suparno, “Potensi Dan Masa Depan Serat Alam Indonesia Sebagai Bahan Baku Aneka Industri,” *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, pp. 221–227, Sep. 2020, doi: 10.24961/j.tek.ind.pert.2020.30.2.221.
- [16] M. Jawaid, A. Hamdan, and M. T. Hameed, “Structural Health Monitoring System for Synthetic, Hybrid and Natural Fiber Composites,” 2021. [Online]. Available: <http://www.springer.com/series/16333>
- [17] S. Habibie *et al.*, “Serat Alam Sebagai Bahan Komposit Ramah Lingkungan, Suatu Kajian Pustaka Natural Fiber as A Friendly Environmental Composite Material, A Literature Review,” 2021.
- [18] Asroni and Sulis Dri Handono, “Variasi Jenis Serat Batang Pisang Untuk Bahan Komposit Terhadap Kekuatan Tarik ,” pp. 110–112, Nov. 2018.
- [19] S. S. Ray and M. Bousmina, “Biodegradable polymers and their layered silicate nanocomposites: In greening the 21st century materials world,” *Progress in Materials Science*, vol. 50, no. 8. pp. 962–1079, Nov. 2005. doi: 10.1016/j.pmatsci.2005.05.002.
- [20] W. W. Dharosno and A. Pundu, “Analisa Kuat Tarik Pada Kertas Berbahan Dasar Serat Daun Nanas,” 2020.
- [21] B. T. Mulyo and H. Yudiono, “Analisis kekuatan impak pada komposit serat daun nanas untuk bahan dasar pembuatan helm SNI,” 2018.
- [22] S. Hastuti Firman and dan Subaer Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Negeri Makassar Jalan Daeng Tata Raya, “Studi Sifat Mekanik Dan Morfologi Komposit Serat Daun Nanas-Epoxy Ditinjau Dari Fraksi Massa Dengan Orientasi Serat Acak,” 2015.
- [23] R. M. N. Arib, S. M. Sapuan, M. M. H. M. Ahmad, M. T. Paridah, and H. M. D. Khairul Zaman, “Mechanical properties of pineapple leaf fibre reinforced polypropylene composites,” *Mater Des*, vol. 27, no. 5, pp. 391–396, 2006, doi: 10.1016/j.matdes.2004.11.009.
- [24] H. Madhav, N. Singh, and G. Jaiswar, “Thermoset, bioactive, metal-polymer composites for medical applications,” in *Materials for Biomedical Engineering: Thermoset and Thermoplastic Polymers*, Elsevier, 2019, pp. 105–143. doi: 10.1016/B978-0-12-816874-5.00004-9.
- [25] O. Bambang, A. H. Dan I, and W. Arnata, “TEKNOLOGI POLIMER,” 2015.

- [26] P. K. Mallick, "Processing of Polymer Matrix Composites," 2017. [Online]. Available: <http://taylorandfrancis.com>
- [27] F. M. Akbar, "Analisa Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Filler Dalam Komposit Resin Polyester Untuk Meningkatkan Nilai Koefisien Absorpsi Suara Sebagai Alternatif Peredam," 2023.
- [28] S. Bagherpour, "Fibre Reinforced Polyester Composites," in *Polyester*, InTech, 2012. doi: 10.5772/48697.
- [29] B. Dholakiya, "Unsaturated Polyester Resin for Specialty Applications," in *Polyester*, InTech, 2012. doi: 10.5772/48479.
- [30] D. Safirah, "The Effect Of Vinyl Ester On Mechanical Properties And Thermal Resistance Polymer Blend Epoxy/Vinyl Ester As A Candidate Materials Printed Circuit Board (Pcb)," 2016.
- [31] L. Rusita Isna, A. Nugroho, and B. Sulistiyo, "CPT (Cure Ply Thickness) Komposit Karbon Unidirectional (UD)/ Vinyl Ester dengan Metode Vacuum Assisted Resin Infusion (VARI) untuk Pengembangan Float," 2020.
- [32] A. A. Athawale and J. A. Pandit, "Unsaturated polyester resins, blends, interpenetrating polymer networks, composites, and nanocomposites: State of the art and new challenges," in *Unsaturated Polyester Resins: Fundamentals, Design, Fabrication, and Applications*, Elsevier, 2019, pp. 1–42. doi: 10.1016/B978-0-12-816129-6.00001-6.
- [33] E. H. Ardhyanta, S. T. Sigit, T. Wicaksono, S. Si, and M. Si, "Synthesis And Characterization Of Thermoset Epoxy Modified Rtv (Room Temperature Vulcanization) Silicone Rubber Dan Phthalic Anhydride," 2016.
- [34] A. I. Tauvana, "Pengaruh matrik resin-epoxy terhadap kekuatan impak dan sifat fisis komposit serat nanas," 2020.
- [35] F. W. Billmeyer, *Textbook of polymer science*. Wiley, 1984.
- [36] J.-P. Pascault and R. J. J. Williams, "General Concepts about Epoxy Polymers ," in *Epoxy Polymers*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2010, pp. 1–12.
- [37] A. S. Soekoco, "Studi Perbandingan Kekuatan Tarik Komposit Berbahan Chopped Strand Mat Metode Hand Lay-Up Dan Vacuum Assisted Resin Infusion," *Texere*, vol. 16, no. 1, Aug. 2020, doi: 10.53298/texere.v16i1.4.
- [38] M. Elkington, D. Bloom, C. Ward, A. Chatzimichali, and K. Potter, "Hand layup: understanding the manual process," *Advanced Manufacturing:*

*Polymer and Composites Science*, vol. 1, no. 3, pp. 138–151, Jul. 2015, doi: 10.1080/20550340.2015.1114801.

- [39] K. Abdurohman, T. Satrio, and Teten, “A comparison process between hand lay-up, vacuum infusion and vacuum bagging method toward e-glass EW 185/lycal composites,” 2018.
- [40] D. K. Rajak, D. D. Pagar, P. L. Menezes, and E. Linul, “Fiber-reinforced polymer composites: Manufacturing, properties, and applications,” *Polymers*, vol. 11, no. 10. MDPI AG, Oct. 01, 2019. doi: 10.3390/polym11101667.
- [41] I. Rizki Putra, F. Setiawan, dan Angger Bagus Prasetyo, P. Studi Teknik Mesin, and S. Tinggi Teknologi Kedirgantaraan, “Analisis Pengaruh Metode Vacuum Bag Terhadap Geometri Sayap Uav Skywalker Analysis Of Vacuum Bagging Method On Geometry Of Skywalker Uav Wing,” vol. 8, no. 1, pp. 36–43, 2023, doi: 10.20527/sjmekinematika.v8i.
- [42] F. Hazhari, F. Setiawan, T. Dirgantara, and S. Yogyakarta, “Pengaruh Kekuatan Tarik Dan Kekuatan Bending Komposit Hybrid Dan Non-Hybrid Menggunakan Metode Vacuum Bagging,” *Indonesian Journal of Mechanical Engineering*, vol. 2, 2022, [Online]. Available: <https://politap.ac.id/journal/index.php/injection>
- [43] F. Lufti, “Pembuatan Model Papan Selancar Komposit Serat Bambu Menggunakan Metode Vacuum Bagging,” 2018.
- [44] Y. O. Bani, D. P. Mangesa, J. S. Bale, and J. T. Mesin, “Pembuatan Dan Pengujian Alat Fabrikasi Komposit Vacuum Bag Dengan Menggunakan Metode VDI 2221,” 2017, [Online]. Available: <http://ejournal-fst-unc.com/index.php/LJTMU>
- [45] A. Rahadiyanto, “Perbaikan Proses Pembuatan Produk Komposit Dengan Metode Vacuum Bagging,” 2018.
- [46] R. F. Gibson, “Principle Of Composite Material Mechanic,” 1994.
- [47] A. Rahmatika *et al.*, “Pengujian Merusak Pada Kualifikasi Prosedur Las Plat Baja Karbon SA-36 dengan Proses Pengelasan SMAW Berdasarkan Standar ASME Section IX,” *JVTI*, vol. 3, No 1, 2021.
- [48] M. Martijanti, S. Sutarno, R. Sukwadi, and M. B. Wahyu, “Komparasi Sifat Mekanik antara Komposit Epoksi Berpenguat Abu dan Sekam Padi,” *Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik Mesin*, vol. 13, No. 2, pp. 145–156, 2023.
- [49] U. Chasanah, S. Kiswati, and Soehartono, “Pengujian Kuat Lentur Dan Kuat Tekan Semen Mortarmaterial Konstruksi (Pengujian Pada Laboratorium Pt. Nusantara Building Industries),” *MIJI*, vol. 2, No. 2, 2022.

- [50] U. Mardiyah, S. Nur, A. Jamil, and L. Sandra, “Karakterisasi Mikrostruktur Dan Komposisi Unsur Gelatin Kepala Ikan Kurisi (*Nemipterus Bathybius*) Menggunakan Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray(Sem-Edx),” 2022. [Online]. Available: <http://jfmr.ub.ac.id>
- [51] M. I. Mul’alim, “Pengaruh Variasi Waktu Perendaman Dengan Natrium Hidroksida Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Daun Nanas,” 2024.
- [52] Firman, M. Hasbi, and P. Aksar, “Studi Eksperimen Kekuatan Mekanik Daun Nanas Hutan Dengan Metode Pengujian Tarik,” vol. 3, no. 1, 2018.
- [53] Vacuum Bagging Techniques, “A guide to the principles and practical application of vacuum bagging for laminating composite materials with WEST SYSTEM ® Epoxy,” 2014.
- [54] A. Nayan and T. Hafli, “Analisa Stuktur Mikro Material Komposit Polimer Berpenguat Serbuk Cangkang Kerang,” vol. 6, no. 1, pp. 15–24, 2022.
- [55] R. Orozco, “Effects Of Toughened Matrix Resins On Composite Materials For Wind Turbine Blades,” 1999.
- [56] W. Ouarhim, N. Zari, R. Bouhfid, and A. E. K. Qaiss, “Mechanical performance of natural fibers-based thermosetting composites,” in *Mechanical and Physical Testing of Biocomposites, Fibre-Reinforced Composites and Hybrid Composites*, Elsevier, 2018, pp. 43–60. doi: 10.1016/B978-0-08-102292-4.00003-5.
- [57] J. U. W. N. Saptanno, “Desain Interior (Dashboard) Pada Mobil Listrik Di Universitas Dinamika,” 2022.
- [58] S. Kalpakjian and S. R. Schmid, *Manufacturing engineering and technology*. 2020.
- [59] Zulkifli, H. Hermansyah, and S. Mulyanto, “Analisa Kekuatan Tarik dan Bentuk Patahan Komposit Serat Sabuk Kelapa Bermatriks Epoxy terhadap Variasi Fraksi Volume Serat,” *Teknologi Terpadu*, vol. Vol. 6 No. 21, 2018.