

**PENGARUH VARIASI SUHU TERHADAP KEKUATAN TARIK
KOMPOSIT SERAT DAUN PANDAN DURI (*Pandanus tectorius*) DENGAN
POLIESTER SEBAGAI MATRIKS**

(Skripsi)

Oleh

IRMA YULIANTI

2017041023



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

PENGARUH VARIASI SUHU TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT SERAT DAUN PANDAN DURI (*Pandanus tectorius*) DENGAN POLIESTER SEBAGAI MATRIKS

Oleh

IRMA YULIANTI

Telah dibuat komposit serat daun pandan duri (*pandanus tectorius*) dengan poliester sebagai matriks menggunakan metode perendaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi suhu terhadap kekuatan tarik, morfologi dan mikrostruktur serta distribusi serat komposit serat daun pandan duri. Dalam penelitian ini variasi suhu yang digunakan yaitu 35, 40, 45 °C serta tanpa pemanasan. Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa suhu pemanasan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan tarik komposit serat. Kekuatan tarik tertinggi terjadi pada komposit dengan variasi suhu pemanasan 35 °C sebesar 32.92 MPa, diikuti oleh variasi suhu pemanasan 40 °C sebesar 21.84 MPa, lalu pada variasi tanpa suhu pemanasan sebesar 20 MPa, serta pada variasi suhu pemanasan 45 °C sebesar 2.45 MPa. Analisis morfologi dan mikrostruktur komposit serat menggunakan mikroskop optik dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) menunjukkan bahwa distribusi serat cukup merata dengan baik di dalam matriks poliester namun cenderung terkonsentrasi pada area tertentu serta terdapat beberapa void dan retakan di sekitar serat yang dapat mempengaruhi kekuatan mekanik material. Berdasarkan analisis *Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* (EDS) menunjukkan bahwa elemen yang paling dominan pada komposit serat adalah karbon (C) dan juga oksigen (O). Namun terdapat beberapa elemen lain seperti aluminium (Al), silika (Si), kalsium (Ca), natrium (Na) dan juga magnesium (Mg) yang bisa berasal dari kandungan alami serat ataupun pengotor. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa suhu pemanasan memiliki pengaruh terhadap kekuatan tarik komposit serat daun pandan duri dengan poliester sebagai matriks. Suhu pemanasan 35 °C dianggap sebagai kondisi terbaik untuk menghasilkan komposit dengan kekuatan mekanik yang baik.

Kata kunci: komposit, serat daun pandan duri, poliester, uji tarik, SEM-EDS.

ABSTRACT

EFFECT OF TEMPERATURE VARIATION ON TENSILE STRENGTH OF PANDAN DURI (PANDANUS TECTORIUS) LEAF FIBER COMPOSITES WITH POLYESTER AS MATRIX

By

IRMA YULIANTI

Composites of pandan duri leaf fiber (pandanus tectorius) with polyster as the matrix using the immersion method have been made. This study aims to determine the effect of temperature variation on tensile strength, morphology and microstructure as well as fiber distribution of duri pandanus leaf fiber composite. In this study, the temperature variations used were 35, 40, 45 and without heating. The highest tensile strength occurs in composites with a heating temperature variation of 35 at 32.92 MPa, followed by a heating temperature variation of 40 at 21.84 MPa, then in the variation without heating temperature at 20 MPa, and in the variation of heating temperature 45 at 2.45 MPa. Analysis of the morphology and microstructure of the fiber composites using optical microscopy and Scanning Electron Microscopy (SEM) showed that the distribution of fibers was fairly well distributed in the polyester matrix but tended to be concentrated in certain areas and there were some voids and cracks around the fibers that could affect the mechanical strength of the material. Based on Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (SEM-EDS) analysis, the most dominant elements in the fiber composites are carbon (C) and oxygen (O), but there are several other elements present such as aluminium (Al), silica (Si), calcium (Ca), sodium (Na) and magnesium (Mg) which can come from the natural fiber content or impurities. The results of this study conclude that heating temperature has an influence on the tensile strength of pandanus duri leaf fiber composites with poliester as the matrix. A heating temperature of 35 is considered the best condition to produce composites with good mechanical strength.

Keywords: composite, pandan duri leaf fiber, polyster, tensile test, SEM-EDS.

**PENGARUH VARIASI SUHU TERHADAP KEKUATAN TARIK
KOMPOSIT SERAT DAUN PANDAN DURI (*Pandanus tectorius*) DENGAN
POLIESTER SEBAGAI MATRIKS**

Oleh

IRMA YULIANTI

Sebagai Salah Syarat untuk Mencapai Gelar

SARJANA SAINS

Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Lampung



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

Judul Skripsi : **Pengaruh Variasi Suhu terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Daun Pandan Duri (*Pandanus tectorius*) dengan Poliester sebagai Matriks**

Nama Mahasiswa : **Arma Yulianti**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2017041023**

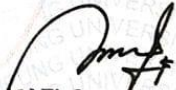
Jurusan : **Fisika**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

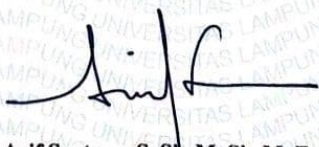
Menyetujui

1. Komisi Pembimbing


Prof. Posman Manurung, M. Si., Ph. D.
NIP. 195903081991031001


Iqbal Firdaus, S. Si., M. Si.
NIP. 199006162019031016

2. Ketua Jurusan Fisika FMIPA


Arif Surtono, S. Si., M. Si., M. Eng.
NIP. 197109092000121001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

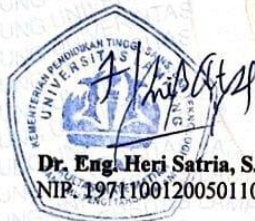
Ketua : Prof. Posman Manurung, M. Si, Ph. D.

Sekretaris : Iqbal Firdaus, S. Si., M. Si.

Penguji bukan : Drs. Syafriadi, M. Si.

Pembimbing

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S. Si., M. Si.
NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 19 Februari 2025

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepengetahuan saya tidak ada karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila ada pernyataan saya yang tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 19 Februari 2025



Irma Yulianti
NPM. 2017041023

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Irma Yulianti, dilahirkan pada tanggal 22 Juli 2002 di Braja Asri. Beliau merupakan anak ketiga dari pasangan Bapak Kadisan dan Ibu Yayah Ruhiyah. Pendidikan yang telah ditempuh oleh penulis adalah Madrasah Ibtidaiyah Muhammadiyah Braja Asri pada Tahun 2014, Sekolah Menengah Pertama Muhammadiyah 1 Way Jepara pada Tahun 2017, Sekolah Menengah Atas Muhammadiyah 1

Way Jepara pada tahun 2020. Beliau diterima di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung pada Tahun 2020 melalui jalur SNMPTN. Beliau menyelesaikan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di PERUMDA Air Minum Way Rilau Kota Bandar Lampung pada Tahun 2023. Beliau juga telah mengikuti program Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Tanjung Agung, Kecamatan Way Lima, Kabupaten Pesawaran. Penulis melakukan penelitian di Laboratorium Fisika Material, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung dengan judul “Pengaruh Variasi Suhu terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Daun Pandan Duri (*Pandanus tectorius*) dengan Poliester sebagai Matriks”. Selama menempuh pendidikan, beliau aktif menjadi pengurus Himpunan Mahasiswa Fisika (HIMAFI) di biro Kesekretariatan dan Rumah Tangga pada tahun 2021-2022 dan juga Rohani Islam di biro Dana dan Usaha pada tahun 2021-2022.

MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dengan suatu urusan), teruslah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada TUHAN mu lah engkau berharap”

(QS. Asy-Syarh, 6-8)

“Berhentilah berfikir berlebihan, tak usah cemas karena cerita hidupmu telah ditulis oleh penulis skenario terbaik”

(Habib Umar bin Hafidz)

“Tidak semua yang kita inginkan harus terjadi saat itu juga. Semua itu butuh proses yang panjang, kadang kita harus melewati badai terlebih dahulu untuk melihat pelangi yang indah”

(Irma Yulianti)

PERSEMBAHAN

**Dengan rasa syukur kepada Allah SWT, karya ini ku persembahkan
kepada:**

Kedua orang tua saya tercinta

Ibu Yayah Ruhiah dan bapak Kadisan

Terimakasih atas segala doa yang selalu dipanjatkan untukku, selalu memberi dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini serta usaha yang diberikan sepenuh hati hingga bisa mengantarkanku sampai titik ini.

Keluarga dan teman-teman

Terimakasih atas doa dan semangat yang telah diberikan serta menemani dalam keadaan senang ataupun susah.

Almamater Tercinta

Universitas Lampung

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang bertempat di Laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung dengan judul **“Pengaruh Variasi Suhu terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Daun Pandan Duri (*Pandanus tectorius*) dengan Poliester sebagai Matriks”**. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan Tugas Akhir dan memenuhi salah satu mata kuliah wajib di Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna menuju penulisan yang lebih baik lagi. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Bandar Lampung, 19 Februari 2025

Irma Yulianti
NPM. 2017041023

SANWACANA

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan nikmat iman, islam, kesehatan serta rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“Pengaruh Variasi Suhu terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Daun Pandan Duri (*Pandanus tectorius*) dengan Poliester sebagai Matriks”**. Dengan segala kerendahan dan ketulusan hati, penulis mengucapkan terimakasih kepada banyak pihak yang telah mendukung dan membantu dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua yang tidak henti-hentinya memberikan kasih sayang, cinta dan kasihnya kepada penulis. Terimakasih telah memberikan semangat dan dukungan untuk mewujudkan cita-cita.
2. Bapak Prof. Posman Manurung, M. Si., Ph. D. Selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan, saran, motivasi, ilmu dan nasihat kepada penulis selama penelitian dan proses penulisan skripsi.
3. Bapak Iqbal Firdaus, S. Si., M. Si. Selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, saran, masukan dan arahan selama penelitian dan penulisan skripsi.
4. Bapak Drs. Syafriadi, M. Si. selaku dosen penguji yang telah berkenan untuk memberikan kritik dan saran yang membangun kepada penulis.
5. Ibu Dr. Yanti Yulianti, S. Si., M. Si. Selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan nasihat dan juga motivasi selama menempuh pendidikan di Jurusan Fisika.
6. Bapak Arif Surtono, S. Si., M. Si., Eng. Selaku ketua jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan nasihat dan juga motivasi selama menempuh pendidikan di Jurusan Fisika.

7. Seluruh dosen Jurusan Fisika yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya selama penulis menjadi mahasiswa di Fisika FMIPA Universitas Lampung.
8. Staf dan karyawan jurusan Fisika yang telah membantu dan memenuhi kebutuhan administrasi penulis.
9. Untuk kakak, adik dan saudara- saudara penulis yang selalu memberikan doa dan semangat kepada penulis.
10. Teman seperjuangan penulis Devi Mariska Putri, Shinta Amalia Paradita, Mentari Kirana Nariswari, dan Ati laila Kamila yang telah banyak membantu, kebersamai dan memberikan semangat serta menjadi tempat berkeluh kesah penulis.
11. Teman penelitian serat yang sudah banyak membantu dalam proses penelitian.
12. Seluruh teman-teman Fisika angkatan 2020 dan seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
13. Terakhir kepada diri penulis sendiri, Irma Yulianti terimakasih telah mampu berusaha dan berjuang sejauh ini dan tidak pernah memilih untuk menyerah sesulit apapun kondisinya. Penulis bangga pada diri sendiri karena bisa menyelesaikan skripsi ini meskipun dengan kehidupan lika liku yang dijalani penulis.

Semoga Allah SWT. Senantiasa memberikan balasan atas segala kebaikan yang telah dilakukan oleh semua pihak untuk penulis.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabaroktuh.

Bandar Lampung, 19 Februari 2025

Irma Yulianti

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
HALAMAN JUDUL	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
LEMBAR PERNYATAAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
MOTTO	ix
PERSEMBAHAN.....	x
KATA PENGANTAR.....	xi
SANWACANA	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Poliester.....	6
2.2 Serat Alami	7
2.3 Uji Tarik.....	8
2.4 Serat Daun Pandan Duri.....	10
2.5 Komposit Serat.....	11
2.6 <i>Scanning Electron Microscopy – Energy Dispersive Spectroscopy</i> (SEM-EDS)	13

2.7 Mikroskop Optik.....	14
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat	16
3.2 Alat dan Bahan.....	16
3.3 Prosedur Penelitian	16
3.3.1 Pengambilan Serat Daun Pandan Duri	16
3.3.2 Perlakuan Panas Serat Daun Pandan Duri.....	17
3.3.3 Pembuatan Spesimen Uji Tarik	17
3.3.4 Uji Tarik	18
3.3.5 Karakterisasi Spesimen Menggunakan SEM-EDS	19
3.3.6 Karakterisasi Spesimen Menggunakan Mikroskop Optik.....	19
3.4 Diagram Alir Penelitian	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengaruh Variasi Suhu Pemanasan terhadap Kuat Tarik	21
4.2 Distribusi Serat pada Komposit Serat	29
4.3 Morfologi dan Mikrostruktur Komposit Serat.....	32
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	21
5.2 Saran	21
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Mesin uji tarik	9
Gambar 2.2 Pandan duri (<i>Pandanus tectorius</i>).	10
Gambar 2.3 Serat daun pandan duri (<i>Pandanus tectorius</i>).....	11
Gambar 2.4 Alat SEM-EDS	14
Gambar 2.5 Mikroskop optik.	15
Gambar 3.1 Skema pengambilan serat daun pandan duri.	17
Gambar 3.2 Skema pembuatan spesimen.	18
Gambar 3.3 Skema uji tarik.....	18
Gambar 3.4 Diagram alir penelitian	20
Gambar 4.1 Spesimen komposit serat daun pandan duri.....	21
Gambar 4.2 Proses uji tarik.	22
Gambar 4.3 Spesimen komposit setelah uji tarik.	22
Gambar 4.4 Grafik uji tarik komposit non serat.	23
Gambar 4.5 Grafik uji tarik serat daun pandan dengan pemanasan 35 °C	24
Gambar 4.6 Grafik uji tarik serat daun pandan dengan pemanasan 40 °C	25
Gambar 4.7 Grafik uji tarik serat daun pandan dengan pemanasan 45 °C	26
Gambar 4.8 Grafik uji tarik serat daun pandan tanpa pemanasan.	27
Gambar 4.9 Grafik 5 pengujian spesimen.	28
Gambar 4.10 Hasil karakterisasi spesimen menggunakan mikroskop optik (a) dengan pemanasan 35°C (b) dengan pemanasan 40°C (c) dengan pemanasan 45°C (d) dengan tanpa pemanasan (e) non serat.....	30
Gambar 4.11 Hasil karakterisasi menggunakan SEM komposit serat dengan pemanasan 35°C.	33

Gambar 4.12 Hasil karakterisasi menggunakan EDS komposit serat dengan pemanasan 35°C.	34
Gambar 4.13 Hasil karakterisasi menggunakan SEM komposit non serat.....	38
Gambar 4.14 Hasil karakterisasi menggunakan EDS komposit non serat.	39

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Sifat-Sifat Poliester	7
Tabel 4.1 Sifat Mekanik Hasil Uji Tarik.	28
Tabel 4.2 Hasil analisis region 1.	34
Tabel 4.3 Hasil analisis region 2.	36
Tabel 4.4 Hasil analisis poin 1.	36
Tabel 4.5 Hasil analisis region 1.	39
Tabel 4.6 Hasil analisis region 2.	40
Tabel 4.7 Hasil analisis poin 1.	40

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki sumber daya alam yang melimpah salah satunya berupa tanaman penghasil serat. Serat yang berasal dari tumbuhan dikenal dengan nama serat nabati seperti kapas, rami, sisal, serabut kelapa, daun nanas, daun pandan duri, dan lain sebagainya, sedangkan serat yang dihasilkan oleh hewan dikenal dengan nama serat hewani seperti sutra, wol, dan serat kolagen. Serat alam memiliki beberapa keunggulan seperti dapat diperbaharui dan ramah lingkungan. Selain dimanfaatkan dalam bidang industri, serat alam juga memiliki potensi besar untuk terus dikembangkan di masa mendatang (Suparno, 2020).

Pengembangan penggunaan berbagai jenis serat alam sudah banyak dilakukan dalam berbagai bidang diantaranya adalah penambahan serat sabut kelapa terhadap campuran beton sebagai peredam suara (Zalukhu *et al.*, 2017), aplikasi komposit serat daun gebang sebagai alternatif bahan komponen kapal (Setiawan *et al.*, 2017) potensi serat rami sebagai bahan baku industri tekstil dan produk tekstil dan tekstil teknik (Novarini dan Sukardan, 2015), aplikasi serat batang sebagai penguat biokomposit untuk otomotif (Mukhammad, 2013), dan aplikasi serat sisal sebagai komposit polimer (Kusumastuti, 2009). Sedangkan Pada penelitian ini serat yang digunakan yaitu serat daun pandan duri (*pandanus tectorius*). Pemilihan serat ini dikarenakan daun pandan duri termasuk salah satu tanaman yang melimpah di alam sehingga cukup mudah untuk memperolehnya. Pandan duri berasal dari suku *Pandanceae* dan biasanya tumbuh di daerah pesisir pantai atau dataran rendah.

Tanaman ini termasuk dalam kategori semak, perdu, atau pohon yang memiliki tinggi sekitar 11 meter (Harahap dan Purba, 2014). Serat daun pandan duri berpotensi dimanfaatkan dalam pembuatan komposit. Dengan menggabungkan serat daun pandan duri dan resin sebagai matriks akan menghasilkan komposit alternatif yang bermanfaat di dunia industri (Sudarisman *et al.*, 2019).

Komposit merupakan hasil gabungan dari dua atau lebih bahan dengan sifat fisik dan kimia yang berbeda yang menghasilkan struktur baru dengan sifat yang lebih baik dari pada bahan pembentuknya tetapi tetap terpisah dalam bahan hasil akhirnya. Kelebihan bahan komposit diantaranya ringan, memiliki kekuatan dan ketahanan yang tinggi, tahan korosi dan tahan keausan. Karakteristik dan sifat komposit dipengaruhi oleh bahan penyusunnya. Komponen penyusun komposit terdiri atas matriks yang berperan sebagai pengikat dan penguat yang biasa berupa serat. Komposit yang dibentuk dengan bahan utama serat dan diikat menggunakan pengikat dikenal dengan nama komposit serat (Mawardi dan Lubis, 2019). Kekuatan komposit serat dipengaruhi oleh beberapa hal seperti bentuk serat, fraksi volume serat, orientasi serat, serta penggunaan zat aditif. Secara teori, semakin besar persentase volume serat, maka kekuatan komposit akan meningkat, dan sebaliknya (Dwiyati, 2014). Menurut Nugroho *et al.*, (2022) semakin banyak serat maka kekuatan tariknya akan semakin baik. Hal tersebut karena serat dan matriks akan saling mengikat. Sebaliknya semakin sedikit serat maka kekuatan tariknya akan kurang baik karena serat dan matriks tidak saling mengikat satu sama lain.

Dalam pembuatan komposit serat diperlukan matriks sebagai pengikat seperti poliester. Poliester merupakan salah satu polimer jenis resin termoset yang dapat digunakan sebagai matriks dalam komposit. Resin termoset mengalami proses ikatan silang kimiawi untuk membentuk rantai polimer yang kuat dan keras. Selama proses pencetakan resin ini tidak memerlukan tekanan karena resin ini memiliki viskositas yang rendah saat masih dalam bentuk cair. Resin poliester juga dapat mengeras pada suhu ruang dengan menggunakan katalis tanpa menghasilkan gas berbeda dengan resin termoset lainnya. Resin poliester umumnya memiliki sifat yang tahan terhadap asam kecuali asam peroksida, namun memiliki ketahanan yang

rendah terhadap basa. Resin poliester juga memiliki batas ketahanan terhadap suhu tinggi. Jika resin ini dimasukkan kedalam air yang mendidih selama 300 jam dapat menyebabkan pecah atau retak. Resin poliester termasuk resin termoset yang sangat populer dan banyak digunakan dalam berbagai aplikasi karena keunggulan yang dimilikinya. Biasanya resin poliester diperkuat dengan menambahkan serat sebagai penguat (*reinforced*) material (Irmadona *et al.*, 2019).

Penelitian mengenai pengaruh pemanasan terhadap kekuatan tarik serat daun pandan duri dengan poliester sebagai matriks masih terbatas. Menurut Fathoni *et al.*, (2017) dalam penelitiannya menyatakan bahwa perlakuan panas dapat menyebabkan peningkatan nilai tegangan tarik pada serat. Hal ini dikarenakan air yang terdapat pada permukaan serat mengalami penguapan sehingga ikatan antara serat dan matriks menjadi lebih kuat. Kuatnya ikatan antara serat dan dapat menyebabkan kegagalan komposit saat menerima beban tarik sehingga serat akan terputus. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa tegangan tarik akan mengalami peningkatan dengan perlakuan panas pada suhu 140 °C selama 10 jam, sedangkan perlakuan panas pada suhu 160 °C serat mulai mengalami kerusakan sehingga tegangan tarik serat menurun.

Menurut Dermawan *et al.*, (2018) dalam penelitiannya serat yang akan digunakan diberi perlakuan panas dengan variasi suhu 30 °C, 50 °C, 70 °C, dan 90 °C. Hasil penelitiannya menunjukkan nilai kekuatan tarik terbesar terjadi pada perlakuan panas dengan suhu 30 °C yaitu sebesar 20,26 MPa, sedangkan nilai kekuatan terkecil terjadi pada perlakuan panas dengan suhu 90 °C yaitu sebesar 9,12 MPa. Pada penelitian ini dijelaskan bahwa perubahan suhu dapat menyebabkan material menjadi lelah atau mengalami *thermal fatigue*, sehingga dapat mengurangi kuat tarik komposit serat.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Mamungkas *et al.*, (2023) dengan menggunakan variasi suhu pemanasan 70 °C, 80 °C, dan 90 °C serta tanpa perlakuan panas dan dengan variasi waktu pemanasan 1 jam, 2 jam, dan 3 jam. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa tegangan tarik terbesar terjadi pada suhu

pemanasan 70 °C dengan lama pemanasan 2 jam sebesar 1,493 MPa, sedangkan tegangan tarik terkecil terjadi pada variasi tanpa perlakuan yaitu sebesar 0,471 MPa. Dari hasil penelitiannya dapat diketahui bahwa semakin tinggi suhu pemanasan, maka tegangan tarik akan menurun dan semakin lama waktu pemanasan, maka tegangan tarik akan semakin menurun.

Berdasarkan uraian diatas, maka akan dilakukan penelitian variasi suhu pemanasan serat daun pandan duri (*pandanus tectorius*) yang bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai kekuatan tarik dari tiap-tiap suhu pemanasan serat komposit berpenguat serat daun pandan duri dan poliester sebagai matriks. Untuk mengetahui besar nilai kekuatan tarik diperlukan untuk melakukan uji tarik serat daun pandan duri yang sudah dilapisi dengan poliester dengan variasi suhu 35 °C, 40 °C, dan 45 °C serta tanpa perlakuan panas.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh variasi suhu pemanasan serat daun pandan duri terhadap kuat tarik?
2. Bagaimana distribusi serat pada matriks?
3. Bagaimana morfologi dan struktur mikro komposit serat?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh variasi suhu pemanasan serat daun pandan duri terhadap kuat tarik.
2. Mengetahui distribusi serat pada matriks.
3. Mengetahui bagaimana morfologi dan struktur mikro komposit serat.

1.4 Batasan Penelitian

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini difokuskan pada pengaruh variasi suhu pemanasan serat terhadap pengujian tarik serat daun pandan duri.
2. Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari sampai dengan Desember 2024.
3. Penelitian ini menggunakan variasi suhu 35°C, 40°C, dan 45°C serta tanpa perlakuan panas.
4. Waktu pemanasan yang digunakan selama 30 menit.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai pengaruh variasi suhu pemanasan serat terhadap pengujian tarik serat daun pandan duri.
2. Memberikan informasi mengenai pengujian tarik.
3. Memberikan informasi mengenai distribusi serat dengan mikroskop optik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Poliester

Resin poliester merupakan salah satu jenis resin termoset yang banyak digunakan sebagai matriks dalam pembuatan komposit. Resin ini terbuat dari bahan asam tereptalat atau dimetil tereptalat dan monoetilen glikol. Umumnya densitas poliester berkisar antara 1,2 hingga 1,5 kg/liter (Hartono *et al.*, 2016). Poliester bersifat hidropobik atau tidak dapat menyerap air (Savetlana dan Andriyanto, 2012). Proses pembentukan Poliester melibatkan reaksi antara asam organik dengan alkohol untuk membentuk ester. Dengan menggunakan asam difungsional dan alkohol difungsional (glukol) akan membentuk poliester linear (Cassis dan Talbot, 1998).

Resin poliester berbentuk resin cair yang memiliki viskositas yang rendah. Resin ini akan mengeras pada suhu ruangan dengan penggunaan katalis tanpa menghasilkan gas saat proses pengerasan sehingga tidak memerlukan tekanan saat proses pencetakan seperti resin termoset lainnya (Surdia dan Saito, 1999). Selain itu resin poliester memiliki tingkat laju korosi yang rendah karena resin ini memiliki reaktifitas yang tinggi dan cenderung mengeras dengan cepat. Hal ini mengurangi kemampuan zat korosif atau zat lainnya untuk berinteraksi dengan resin dan meminimalkan terjadinya korosi (Novitrie *et al.*, 2020). Terdapat dua jenis resin poliester yaitu poliester jenuh dan poliester tak jenuh. Untuk membentuk matriks komposit digunakan jenis poliester tak jenuh. Sifat sifat resin poliester dipengaruhi oleh jenis bahan baku, katalis, monomer, dan suhu pengerasan (Saleh, 2012). Sifat-sifat poliester ditunjukkan pada **Tabel 2.1** (Reis *et al.*, 2014)

Tabel 2.1 Sifat-Sifat Poliester

Sifat	Satuan	Poliester
Viskositas pada 250C (μ)	(cP)	250-350
Densitas (ρ)	(g/cm ³)	1,09
Suhu distorsi panas (HDT)	(°C)	85
Modulus elastisitas (E)	Ga	3,3
Kuat lentur	MPa	45
Kuat tarik	MPa	40
Elongasi maksimum	%	1

Resin poliester memiliki beberapa keunggulan seperti resistensi yang memadai terhadap air, bahan kimia, pelapukan dan penuaan, harga terjangkau, dapat menahan suhu hingga 80 °C, dan ekspansi termal linier berkisar antara $100\text{-}200 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Akan tetapi resin ini juga memiliki beberapa kekurangan seperti bau yang kuat karena kandungan stirena, sulit untuk dicampurkan dengan bahan lain, serta asap yang dihasilkan saat pengolahan berpotensi berbahaya dan beracun. Dalam penggunaan resin poliester terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan seperti tingkat penyusutan volume yang tinggi pada saat proses pengerasan, waktu pengerjaan yang terbatas dan emisi gas *styrene* yang dapat membahayakan kesehatan (Sari dan Suteja, 2021).

1.2 Serat Alami

Serat alami adalah salah satu bahan yang memiliki potensi sebagai bahan baku pembuatan komposit yang ramah lingkungan. Hal ini disebabkan oleh beberapa keunggulan yang dimiliki seperti dapat diperbaharui dan mudah ditemukan di alam, dapat terurai secara alami, mudah diolah dan juga murah (Habibie *et al.*, 2021). Umumnya, serat-serat tersebut mengandung selulosa, hemiselulosa, pektin, dan lignin. Sifat-sifat dari setiap komponen tersebut berperan dalam menentukan sifat keseluruhan serat. Hemiselulosa berperan dalam biodegradasi, penyerapan kelembaban, dan degradasi termal serat karena memiliki resistansi yang paling rendah, sedangkan lignin memiliki stabilitas termal, namun berperan dalam degradasi sinar UV. Persentase komposisi setiap komponen ini berbeda-beda tergantung pada jenis serat yang digunakan. Secara umum, serat-serat tersebut

mengandung 60-80% selulosa, 5-20% lignin, dan hingga 20% kelembaban (Saheb dan Jog, 1999).

Serat alami memiliki banyak kelebihan sehingga saat ini mulai digunakan sebagai bahan campuran dalam berbagai bidang. Dalam bidang teknologi material bahan-bahan dari serat alam digunakan sebagai bahan penguat dan diharapkan dapat menghasilkan bahan campuran yang memiliki beberapa keunggulan seperti memiliki kekuatan yang baik namun ringan, ramah lingkungan, serta ekonomis. Dengan menggunakan serat alam sebagai pengganti serat sintesis termasuk salah satu cara untuk melestarikan lingkungan dari limbah dan menjaga sumber daya alam yang terbatas dan tidak dapat diperbaharui. Jenis-jenis serat alami yang mulai digunakan sebagai bahan penguat antara lain serat rami, serat eceng gondok, serat nanas, serat daun pandan dan masih banyak lagi (Wardhana dan Haryanti, 2016).

1.3 Uji Tarik

Uji tarik adalah suatu metode pengujian material dengan memberikan beban gaya yang berlawanan arah dalam satu garis lurus. Uji tarik dilakukan untuk mengukur kekuatan material terhadap gaya statis yang diberikan secara perlahan (Budiyanto dan Handono, 2020). Dalam pengujian tarik terdapat beberapa parameter umum yang dapat diukur seperti modulus elastisitas, batas elastis, perpanjangan, batas proporsional, pengurangan luas penampang, kekuatan tarik, titik leleh, dan kekuatan luluh. Uji tarik memiliki beberapa kelebihan seperti sangat sederhana dalam pelaksanaannya sehingga dapat dilakukan dengan mudah, uji tarik juga relatif lebih murah dibandingkan dengan metode pengujian lainnya, selain itu uji tarik telah sudah mengalami standarisasi di seluruh dunia. Dalam pengujiannya, Uji tarik dilakukan dengan menarik bahan uji hingga putus atau rusak (Riaz dan Atiqah, 2016).

Dengan menarik suatu bahan uji maka akan diketahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tarikan dan sejauh mana bahan itu bertambah panjang dan bertahan pada titik putus. Pengujian tarik dilakukan dengan menggunakan mesin

uji tarik atau *testing machine* (Muhammad dan Putra, 2017). Mesin uji tarik harus memiliki cengkaman (grip) yang kuat dan kekauan yang tinggi (*highly stiffness*) untuk memastikan keberhasilan dalam uji tarik (Nasution, 2017). Setelah dilakukan uji tarik, panjang patahan setelah proses pengujian tarik akan otomatis terbaca melalui program pengujian tarik pada layar monitor komputer. Program ini berfungsi untuk melihat perubahan panjang bahan uji sesuai selama proses pengujian (Rusly *et al.*, 2023). Mesin uji tarik ditunjukkan pada **Gambar 2.1**.



Gambar 2.1 Mesin uji tarik (Dokumen pribadi).

Dalam uji tarik melibatkan faktor-faktor seperti tegangan atau kekuatan tarik (*stress*), regangan (*strain*), dan modulus elastisitas (modulus young). Tegangan didefinisikan sebagai beban yang diterapkan pada bahan dibagi dengan luas penampangnya. Rumus yang digunakan untuk mengetahui nilai kekuatan tarik sesuai dengan ASTM D 638 -02a *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastic* dapat dilihat pada **persamaan 2.1, 2.2 dan 2.3**.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2.1)$$

dengan σ adalah tegangan tarik (N/mm²), F adalah gaya tarikan (N), dan A adalah luas penampang (mm²).

Hubungan perpanjangan tarik:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (2.2)$$

dengan ε adalah regangan, ΔL adalah pertambahan panjang (mm), dan L adalah panjang mula-mula (mm).

Hubungan antara tegangan dan regangan:

$$E = \sigma / \varepsilon \quad (2.3)$$

dengan E adalah modulus elastisitas (N/mm^2), σ adalah tegangan (*stress*) (N/mm^2), dan ε adalah regangan (*strain*) (%).

1.4 Serat Daun Pandan Duri

Pandan duri adalah salah satu jenis pandan yang hidup liar dan tersebar luas di daerah-daerah terbuka di dataran rendah. Biasanya, pandan ini tumbuh secara berkelompok di sepanjang pantai. Pandan duri memiliki serat yang kuat yang cocok untuk digunakan sebagai bahan anyaman, bahan bangunan dan masih banyak lagi. Daun pandan duri memiliki panjang mencapai 1-3 m dengan lebar 2-16 cm (Muhammad dan Putra, 2017). Pandan duri dapat ditunjukkan pada **Gambar 2.2**.



Gambar 2.2 Pandan duri (*Pandanus tectorius*) (Dokumen pribadi).

Serat daun pandan duri diperoleh dengan merendam daun pandan duri hingga membusuk supaya mudah dikikis dan mendapatkan seratnya. Serat daun pandan duri ditunjukkan pada **Gambar 2.3**.



Gambar 2.3 Serat daun pandan duri ((Dokumen pribadi).

Terdapat beberapa kelebihan yang dimiliki serat daun pandan duri seperti mudah didapat, murah, dan memiliki kuat tarik yang cukup baik. Serat ini mengandung lignin sebesar 12-22 % yang berfungsi sebagai perekat untuk mengikat sel bersama-sama. Selain itu serat ini juga mengandung selulosa sebesar 83-88 % yang berfungsi sebagai pemberi ketegaran pada sel sehingga dapat meningkatkan kekuatan tarik dan kelenturan bahan. Serat daun pandan duri juga mengandung holoselulosa sebesar 37-76 % (Harahap dan Purba, 2014).

1.5 Komposit Serat

Komposit merupakan bahan yang terbentuk dari gabungan dua atau lebih bahan pembentuk yang memiliki sifat mekanik yang berbeda-beda dan menghasilkan bahan baru dengan sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari bahan pembentuknya. Komposit terdiri dari gabungan antara bahan matriks atau pengikat dan penguat (Zulkifli *et al.*, 2018). Komposit yang dibentuk dengan bahan utama serat dan diikat menggunakan pengikat dikenal dengan nama komposit serat. Komposit serat alam semakin meningkat dan mulai bersaing dengan komposit serat

sintetis. Salah satu ciri khas yang dimiliki komposit serat alam yaitu ringan yang membuat material komposit serat alam menjadi material alternatif yang dapat menggantikan komposit serat sintetis. Komposit serat alam memiliki beberapa keunggulan seperti ketersediaannya yang melimpah, ramah lingkungan, murah, dan juga elastis. Namun disamping memiliki banyak keunggulan komposit serat alam juga memiliki beberapa kekurangan diantaranya kualitasnya tidak seragam, tingkat penyerapan air yang tinggi, memiliki kekuatan yang rendah, dan bersifat hidrofilik. Komposit berpenguat serat alam memiliki kekuatan 40% lebih kuat dan lebih ringan dibandingkan dengan komposit serat sintetis (Arsyad dan Salam, 2017).

Dalam pembuatan komposit serat sangat penting untuk memperhatikan proses ekstraksi serat alam dari tanamannya. Proses ini sangat mempengaruhi sifat mekanis serat yang akan mempengaruhi sifat komposit yang dihasilkan. Ekstraksi serat dilakukan untuk memisahkan serat tanaman dari lapisan lilin, pektin, hemiselulosa, dan lignin. Terdapat beberapa metode yang dapat dilakukan untuk melakukan ekstraksi serat salah satunya dengan metode perendaman. Metode perendaman termasuk salah satu metode yang sangat mudah dilakukan (Sulardjaka *et al.*, 2020). Kekuatan komposit sangat bergantung pada jenis serat yang digunakan. Hal ini disebabkan tegangan yang diberikan pada komposit akan diterima oleh matriks akan diteruskan ke serat sehingga serat akan menahan beban sampai beban maksimum. Oleh karena itu tegangan tarik dan modulus elastisitas serat harus lebih tinggi dari pada matriksnya. Komposit serat dibagi menjadi beberapa jenis antara lain *continuous fiber composite* (komposit diperkuat dengan serat kontinu), *woven fiber composite* (komposit yang diperkuat dengan serat anyaman), *chopped fiber composite* (komposit yang diperkuat serat pendek/acak), dan *hybrid composite* (komposit yang diperkuat serat kontinu dan serat acak) (Utama dan Zakiyya, 2016).

1.6 *Scanning Electron Microscopy – Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (SEM-EDS)*

SEM merupakan salah satu jenis mikroskop yang memanfaatkan elektron untuk menghasilkan gambar dengan resolusi tinggi yaitu sekitar 0,1 – 0,2 mm (Wijayanto dan Bayuseno, 2014). Cara kerja SEM yaitu berkas elektron yang berasal dari elektron gun ditembakkan menuju spesimen. Berkas elektron tersebut difokuskan oleh lensa magnetik. Berkas elektron akan berinteraksi dengan atom spesimen dan menghasilkan sinyal, yang ditangkap oleh detektor dan diubah menjadi gambar digital dan ditampilkan pada monitor yang berisi informasi tentang topografi permukaan, morfologi, komposisi unsur spesimen, dan konduktivitas listrik (Kannan *et al.*, 2018). SEM memungkinkan untuk mendapatkan informasi detail tentang permukaan suatu sampel dengan memindai sampel dalam pola raster menggunakan sinar elektron. SEM menghasilkan gambar tiga dimensi hitam putih dengan perbesaran gambar dapat mencapai 10 nm (Choudhary dan Priyanka, 2017).

SEM memiliki beberapa keunggulan diantaranya keberagaman aplikasinya, dapat menghasilkan pencitraan tiga dimensi dan topografi yang detail. Selain itu instrumen SEM mudah digunakan karena teknologinya yang canggih dan juga dapat menghasilkan data dalam bentuk digital dengan cepat. Namun SEM juga memiliki beberapa kelemahan seperti biaya penggunaan SEM yang cukup mahal (Ural, 2021), selain itu ukurannya yang besar dan harus ditempatkan di tempat yang bebas dari gangguan listrik, magnet, dan getaran serta resiko terpapar sinar radiasi (Choudhary dan Priyanka, 2017).

Sebagian besar alat SEM dilengkapi dengan fitur EDS yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi komposisi unsur yang terkandung pada suatu material. EDS memanfaatkan interaksi sinar -X yang dipancarkan oleh sampel setelah mengalami tumbukan dengan berkas elektron dari SEM. Sinar X ini kemudian ditangkap oleh detektor EDS dan menghasilkan spektrum untuk mengetahui unsur-unsur yang ada dalam sampel serta menghitung persentase konsentrasinya (Newbury dan Ritchie, 2015). EDS juga dapat digunakan untuk membuat *elemental mapping* (pemetaan

elemen) dengan memberikan tanda pada masing-masing elemen (Dantes dan Aprianto, 2017). Alat SEM-EDS ditunjukkan pada **Gambar 2.4**.



Gambar 2.4 Alat SEM-EDS (Dokumen pribadi).

1.7 Mikroskop Optik

Mikroskop berasal dari kata “mikro” yang berarti kecil dan “scopium” yang berarti penglihatan. Mikroskop berguna untuk memberikan bayangan yang diperbesar dari benda-benda yang terlalu kecil untuk dilihat dengan mata telanjang. Mikroskop terbagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian optik, penerangan, dan mekanis. Pada bagian optik terdapat dua jenis lensa yaitu lensa objektif dan lensa okuler yang dapat membuat bayangan benda menjadi lebih besar. Bagian penerangan berhubungan dengan pencahayaan agar dapat melihat objek dengan jelas. Sedangkan bagian mekanis berfungsi untuk menggerakkan dan mengatur fokus saat mengamati objek (Suparti, 2010). Mikroskop optik merupakan salah satu jenis mikroskop yang memanfaatkan cahaya untuk menganalisis struktur mikro maupun struktur makro dari komposit yang diperkuat dengan serat. Selain itu mikroskop optik juga dapat digunakan untuk mengukur kandungan void, jumlah lapisan, orientasi serat, serta morfologi serat (Hayyes dan Gammon, 2010).

Mikroskop optik mampu memperbesar objek mulai dari 400x hingga 1400x sehingga memungkinkan untuk mengamati objek yang berukuran sangat kecil.

Mikroskop optik bekerja dengan memanfaatkan cahaya yang diarahkan dan difokuskan oleh lensa kondensor menuju spesimen. Setelah itu sinar cahaya yang melewati spesimen akan diterima oleh lensa objektif. Bayangan tersebut kemudian diproses oleh lensa okuler dan diteruskan pada mata atau kamera (Sibilia, 1996). Alat mikroskop optik ditunjukkan pada **Gambar 2.5**.



Gambar 2.5 Mikroskop optik.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilakukan pada bulan Agustus sampai dengan Desember 2024 di Laboratorium Fisika Material, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, Jalan Sumantri Brojonegoro No.1, Gedong Meneng, Rajabasa, Bandar Lampung, Lampung 35145.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisau, sendok, baskom atau wadah, oven, amplas ukuran 1000, cetakan dengan standar ASTM D-638, spatula, gelas beker, jangka sorong merk Mitutoyo dengan ketelitian 0.001 mm, SEM merk Axia dari Thermo Scientific, asal negara Amerika Serikat, tahun produksi 2022, mikroskop optik merk Olympus CX23 asal negara Jepang tahun produksi 2015, dan mesin uji tarik dengan merk MTS Landmark, kapasitas 100 kN tipe U PD tahun produksi 2015. Sementara bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu serat daun pandan duri (*Pandanus tectorius*) yang diperoleh dari desa Sukanegara, kec. Tanjung Bintang, Kab. Lampung Selatan dan resin poliester ($-R-COO-R'-$)_n dengan merk Showa Highpolymer, tipe resin cair.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Pengambilan Serat Daun Pandan Duri

Pengambilan serat daun pandan dimulai dengan mengambil daun pandan duri dari pohonnya. Selanjutnya daun pandan duri dicuci hingga bersih dengan air agar debu-

debu yang menempel hilang. Kemudian potong daun pandan menjadi 2 atau 3 bagian jangan terlalu panjang dan jangan terlalu pendek agar mudah dalam proses perendaman. Setelah itu daun pandan direndam dengan menggunakan air selama kurang lebih 25-30 hari atau hingga lembek dan busuk agar mudah saat mengambil seratnya. Setelah itu langkah selanjutnya yaitu mengikis daun pandan menggunakan sendok atau pisau (jangan terlalu tajam) untuk memperoleh serat yang benar-benar bersih. Kemudian serat daun pandan yang telah diperoleh dicuci kembali hingga bersih lalu dijemur dibawah sinar matahari hingga kering dan serat siap untuk digunakan. Skema pengambilan serat daun pandan duri ditunjukkan pada **Gambar 3.1**.



Gambar 3.1 Skema pengambilan serat daun pandan duri.

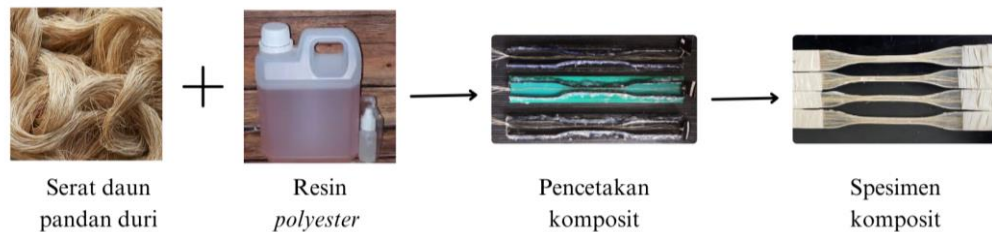
3.3.2 Perlakuan Panas Serat Daun Pandan Duri

Pada penelitian ini serat yang akan digunakan diberi perlakuan panas dengan variasi suhu 35 °C, 40 °C, dan 45 °C serta tanpa perlakuan panas. Proses perlakuan panas dimulai dengan memanaskan serat menggunakan oven dengan variasi suhu yang sudah ditentukan selama 30 menit. Setelah itu serat dapat diaplikasikan pada cetakan dan dibuat spesimen sesuai dengan standar uji tarik.

3.3.3 Pembuatan Spesimen Uji Tarik

Spesimen yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah lima spesimen dengan empat spesimen dibuat menggunakan serat dan satu spesimen dibuat tidak menggunakan serat atau hanya resin saja. Pembuatan spesimen uji tarik dimulai dengan menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan. Setelah itu mencetakan spesimen dengan menyusun serat dan dibentangkan dari kedua ujung cetakan. Setelah itu menuangkan resin poliester sebanyak ± 15 ml pada cetakan lalu

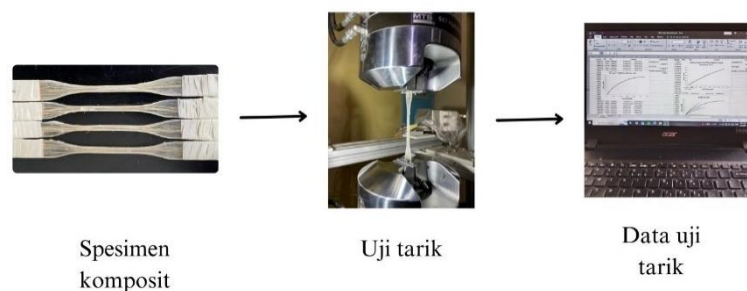
diratakan hingga ketebalan 3-4 mm kemudian diamkan hingga kering dan mengeras. Setelah itu lepaskan spesimen dari cetakan dan langkah terakhir haluskan spesimen menggunakan amplas untuk meratakan permukaan spesimen. Skema pembuatan spesimen ditunjukkan pada **Gambar 3.2**.



Gambar 3.2 Skema pembuatan spesimen.

3.3.4 Uji Tarik

Komposit yang sudah terbentuk menjadi spesimen selanjutnya diuji tarik menggunakan mesin uji tarik dengan standar ASTM D638. Sebelum dilakukan pengujian spesimen uji diukur panjang lebar dan ketebalannya untuk memastikan spesimen telah sesuai dengan standar yang digunakan. Selanjutnya spesimen uji dipasang pada mesin uji tarik dengan dengan menjepit spesimen uji dengan pencengkram pada setiap ujung-ujungnya. Pastikan spesimen terpasang dengan baik dan tidak mengalami gesekan tidak normal dengan pegangan uji. Kemudian nyalakan mesin uji tarik lalu spesimen ditarik sampai spesimen putus. Langkah terakhir analisis data yang diperoleh. Skema uji tarik ditunjukkan pada **Gambar 3.3**.



Gambar 3.3 Skema uji tarik.

3.3.5 Karakterisasi Spesimen Menggunakan SEM-EDS

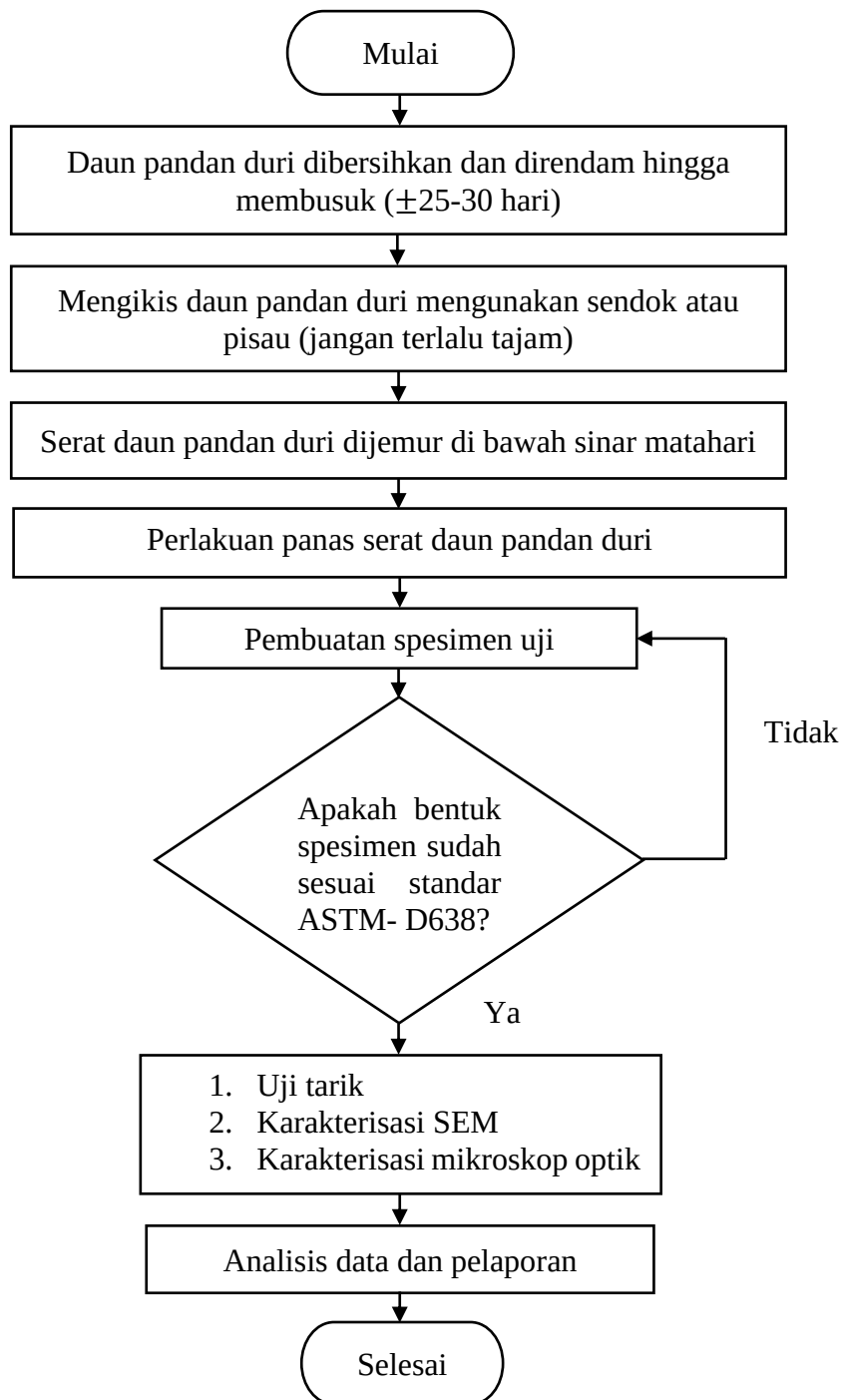
Karakterisasi spesimen menggunakan SEM-EDS dilakukan untuk untuk menganalisis morfologi, struktur mikro, cacat spesimen, dan ikatan antar serat dan matriks serta mengetahui komposisi unsur suatu material. Karakterisasi dimulai dengan menyiapkan spesimen yang akan di karakterisasi dan pastikan alat yang akan digunakan dalam keadaan baik. Kemudian tempatkan spesimen di dalam alat SEM dan pastikan spesimen sudah terkunci dengan aman. Selanjutnya spesimen dikarakterisasi dan akan memperoleh gambar struktur mikro dari spesimen yang diuji lalu pilih perbesaran sesuai yang diinginkan. Langkah terakhir analisis gambar yang diperoleh.

3.3.6 Karakterisasi Spesimen Menggunakan Mikroskop Optik

Karakterisasi foto mikro dilakukan menggunakan mikroskop optik. Langkah pertama siapkan spesimen yang akan diuji dan pastikan mikroskop optik yang akan digunakan dalam keadaan baik. Setelah alat dan bahan siap letakkan spesimen pada preparat lalu letakkan pada meja preparat mikroskop dan pastikan berada di posisi yang tepat. Kemudian atur diafragma untuk menyesuaikan jumlah cahaya yang masuk. Selanjutnya atur fokus lensa agar objek terlihat semakin jelas. Setelah itu pilih perbesaran sesuai dengan yang diinginkan lalu amati struktur mikroskopis yang terlihat. Selanjutnya analisis gambar yang diperoleh, lalu tampilkan skala pada gambar menggunakan *software image Raster* dengan memasukkan gambar mikroskop optik ke *software* lalu pilih skala lalu klik *enable scale*. Selanjutnya atur posisi skala sesuai dengan yang diinginkan lalu ubah skala menjadi 200 μm kemudian simpan gambar.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini ditunjukkan pada **Gambar 3.4**.



Gambar 3.4 Diagram alir penelitian

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini yaitu:

1. Kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada pemanasan 35 °C dengan nilai sebesar 32,92 MPa, sedangkan kekuatan tarik terendah diperoleh pada pemanasan 45 °C dengan nilai 2,45 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa pemanasan pada suhu terlalu tinggi dapat menurunkan kekuatan komposit.
2. Hasil karakterisasi menggunakan SEM pada komposit serat dengan pemanasan 35 °C menunjukkan bahwa distribusi serat terlihat cukup merata dengan baik di dalam matriks poliester namun cenderung terkonsentrasi pada area, dan juga terdapat retakan dan void di sekitar serat.
3. Hasil karakterisasi mikroskop optik menunjukkan bahwa pada suhu 35 °C nampak distribusi serat dalam matriks poliester cukup merata dengan baik, tetapi pada suhu yang lebih tinggi yaitu pada suhu 40 dan 45 °C menunjukkan bahwa serat tidak terdistribusi secara merata dan terlihat ada beberapa serat yang terlepas dari matriks.

5.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengurangi atau menghilangkan void dengan memastikan resin poliester menyatu secara sempurna dengan serat sehingga dapat meningkatkan ikatan antara serat dan matriks serta menghasilkan komposit dengan kekuatan mekanik yang lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, M., dan Salam, A. 2017. Analisis Pengaruh Konsentrasi Larutan Alkali Terhadap Perubahan Diameter Serabut Kelapa. *Journal Intek*, 4(1), 10–13.
- ASTM. 2003. ASTM D638-02a: *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastic*. West Conshohocken, PA:ASTM International.
- Bledzki, A. K., dan Gassan, J. 1999. Composites Reinforced with Cellulose Based Fibres. *Progress in polymer science*, 24(2), 221-274.
- Budiyanto, E., dan Handono, S. D. 2020. *Pengujian Material*. Penerbit Landuny. Lampung. 45-46.
- Cassis, F. A., dan Talbot, R. C. 1998. Poliester and Vinyl Ester Resins. In *Handbook of Composites*. Botton, MA. US. 34-35.
- Choudhary, O. P., dan Priyanka. 2017. Scanning Electron Microscope: Advantages and Disadvantages in Imaging Components. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(5), 1877–1882.
- Dantes, K. R., dan Aprianto, G. 2017. *Composite Manufacturing and Testing*. PT.RajaGrafindo. Depok. 90.
- Damaru, R., Novaringga, A., Darmansyah, D., dan Ginting, S. B. 2021. Resin Composite Synthesis Reinforced with Banana Tree Fiber with Carboxylic Silica (SiO₂-COOH) Addition as a Nanofiller. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 10(1), 21-26.
- Dermawan, W. R., Sembada, I. V., Pambudi, R. F., Aulia, R. H., dan Musaffa, Q. S. 2018. Pengaruh Siklus Termal terhadap Kekuatan Tarik Komposit Unsaturated Poliester Serat Kelapa. *Jurnal Stator*, 1(1), 121–123.
- Dwiyati, S. T. 2014. Pengaruh Fraksi Volume Serat terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat. *Jurnal Konversi Energi Dan Manufaktur*, 1(3), 164-168.

- Fajri, R.I., Tarkono., dan Sugiyanto. 2013. Studi Sifat Mekanik Komposit Serat *Sansevieria Cylindrica* dengan Variasi Fraksi Volume Bermatriks Poliester. *Jurnal Fisika*, 1(1), 85-93.
- Fathoni, A., Raharjo, W. W., dan Triyono, T. 2017. Pengaruh Perlakuan Panas Serat terhadap Sifat Tarik Serat Tunggal dan Komposit Cantula-rHDPE. *Jurnal Simetris* , 8(1), 67–74.
- Ganesh, B. N., dan Muralikannan, R. 2016. Comprehensive Characterization of Lignocellulosic Fruit Fibers Reinforced Hybrid Poliester Composites. *Int J Mater Sci Appl*, 5(6), 302-307.
- Habibie, S., Suhendra, N., Roseno, S., Setyawan, B. A., Anggaravidya, M., Rohman, S., Tasomara, R., dan Muntarto, A. 2021. Serat Alam sebagai Bahan Komposit Ramah Lingkungan, Suatu kajian Pustaka. *Jurnal Inovasi Dan Teknologi Material*, 2(2), 1–13.
- Harahap, M. H., dan Purba, E. Y. 2014. Pemanfaatan Serat Daun Pandan Duri sebagai Campuran dalam Peningkatan Karakteristik Genteng Beton. *Jurnal Einstein*, 2(1), 1–10.
- Hartono, Rifai, M., dan Subawi, H. 2016. *Pengenalan Teknik Komposit*. Deepublish. Yogyakarta. 13-14.
- Hayyes, B. S., dan Gammon, L. M. 2010. *Optical Microscopy of Fiber-Reinforced Composite*. ASM International. Amerika. 17-20.
- Irmadona, I., Marbun, E. A., Ilmi Lubis, A. N., dan Luthan, P. L. A. 2019. Analysis of Banana Leaves as Noise Reducing Media with Addition of Zalacca Plum Peel. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology (IJCST)*, 2(1), 71-74.
- Kabir, M. M., Wang, H., Lau, K. T., dan Cardona, F. (2012). Chemical Treatments on Plant-Based Natural Fibre Reinforced Polymer Composites: An overview. *Composites Part B: Engineering*, 43(7), 2883-2892.
- Kalia, S., Kaith, B. S., & Kaur, I. (2009). Pretreatments of Natural Fibers and Their Application as Reinforcing Material in Polymer Composites—a review. *Polymer Engineering & Science*, 49(7), 1253-1272.
- Kannan, M., Subramanian, K. S., Janavi, G. J., Marimuthu, S., Raja, K., Haripriya, S., Sharmila, D. J. S., dan Moorthy, P. S. 2018. Scanning Electron Microscopy: Principle, Components and Applications. In *Fundamentals and Applications*

of Nanotechnology. 81-92.

- Kusumastuti, A. 2009. Aplikasi Serat Sisal Sebagai Komposit Polimer. *Kompetensi Teknik*, 1(1), 27–32.
- Mamungkas, M. I., Hendaryati, H., dan Murjito. 2023. Pengaruh Perlakuan Pemanasan terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Daun Nanas dengan Metode Vacuum Infusion. *J-Proteksion: Jurnal Kajian Ilmiah Dan Teknologi Teknik Mesin*, 7(2), 69–72.
- Mawardi, I., dan Lubis, H. 2019. *Proses Manufaktur Plastik dan Komposit Edisi Revisi*. ANDI. Yogyakarta. 75-81.
- Muhammad dan Putra, R. (2017). Uji Mekanik Komposit Berpenguat Serat Pandan Duri dan Resin Poliester dengan Variasi Komposisi Metoda Fraksi Berat. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 6(2), 63–72.
- Mukhammad, A. F. H. 2013. Potensi Serat Batang (*Bast Fibers*) sebagai Penguat Biokomposit Untuk Aplikasi Otomotif. *Traksi*, 13(2), 38–51.
- Nasution, F. A. H. 2017. Penyelidikan Karakteristik Mekanik Tarik Komposit Serbuk Kasar Kenaf. *Jurnal Inotera*, 2(1), 1–8.
- Newbury, D. E., dan Ritchie, N. W. M. 2015. Performing Elemental Microanalysis with High Accuracy and High Precision by Scanning Electron Microscopy/Silicon Drift Detector Energy-Dispersive X-ray Spectrometry (SEM/SDD-EDS). *Journal of materials science*, 50(3) 493-518.
- Novarini, E., dan Sukardan, M. D. 2015. Potensi Serat Rami (*Boehmeria Nivea S. Gaud*) Sebagai Bahan Baku Industri Tekstil dan Produk Tekstil dan Tekstil Teknik. *Arena Tekstil*, 30(2), 113–122.
- Novitrie, N. A., Wijaya, A. T., dan Antoko, B. 2020. Studi Pengaruh Variasi Resin terhadap laju Korosi pada Material *Fiberglass Reinforced Plastic* (FRP). *Journal of Research and Technology*, 6(2), 209–216.
- Nugroho, R. D., Alfatih, M. F., dan Alimi, S. 2022. Eksperimen Uji Tarik Komposit Serat Jerami Padi dan Eceng Gondok dengan Fraksi Volume Berat dan Arah Serat Acak. *Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(2), 232–236.
- Oktaviameta, A., Kardiman, K., dan Suci, F. C. 2021. Pengaruh Fraksi Volume Serat Jerami terhadap Kekuatan Material Komposit Aplikasi Kayu Lapis. *Jurnal Teknik Mesin*, 14(2), 70-74.

- Reis, J. M. L. D., Cardoso, J. L., dan Castro, P. F. E. 2014. Mechanical Properties of Recycled Kraft Paper Residue Poliester Composites. *Materials Research*, 17(4), 888–892.
- Riaz, M., dan Atiqah, N. 2016. A Study on the Tensile Test Properties of Medium Carbon Steel Specimens Under Specific Manufacturing Conditions. *Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 8(1), 1–12.
- Riyanto, A., Respati, S. M. B., dan Syafa'at, I. 2019. Tegangan *Pullout* dan Perekaan Permukaan pada Serat Daun Pandan Duri (*Pandanus Tectorius*) – Resin Poliester. *Momentum*, 15(1), 70–78.
- Rusly, M., Sulistyowati, R., dan Toruan, P. L. 2023. Analisis Uji Tarik Komposit Serat Batang Kelakai dengan Variasi Katalis Untuk Pembuatan Material Bumper Mobil. *Journal Online of Physics*, 9(1), 43–48.
- Saheb, D. N., dan Jog, J. P. 1999. Natural Fiber Polymer Composite: A Review. *Advances in Polymer Technology*, 18(4), 351–363.
- Saleh, H. E. D. M. 2012. Poliester. InTech. Croatia. 141-142.
- Sari, N. H., dan Suteja. 2021. *Polimer Termoset*. Deepublish. Yogyakarta. 94- 104
- Savetlana, S., dan Andriyanto, A. 2012. Sifat-Sifat Mekanik Komposit Serat TKKS-Poliester. *Jurnal Mechanical*, 3(1), 45–50.
- Setiawan, H. B., Yudo, H. dan Jokosisworo, S. 2017. Analisis Teknis Komposit Serat Daun Gebang Sebagai Alternatif Bahan Komponen Kapal Ditinjau dari Kekuatan Tekuk dan Impak. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 5(2), 456–464.
- Sgriccia, N., Hawley, M. C., dan Misra, M. 2008. Characterization of Matural Fiber Surfaces and Natural Fiber Composites. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 39(10), 1632-1637.
- Sibilia, J. P. 1996. *A Guide to Materials Characterization and Chemical Analysis 2nd Edition*. Wiley- VCH. New York, USA. 167.
- Sinha, E., dan Panigrahi, S. 2009. Effect of Plasma Treatment on Structure, Wettability of Jute Fiber and Flexural Strength of its Composite. *Journal of composite materials*, 43(17), 1791-1802.
- Sudarisman., Atmaja, N. S., Rahman, M. B. N., dan Purbono, K. 2019. *Degumming, Perlakuan Alkali, dan Karakterisasi Serat Pandan Berduri (Pandanus*

tectorius). *Jurnal Material Dan Proses Manufaktur*, 3(1), 42–49.

Sulardjaka., Nugroho, S., dan Ismail, R. 2020. Peningkatan Kekuatan Sifat Mekanis Komposit Serat Alam Menggunakan Serat Eceng Gondok (Tinjauan Pustaka). *Teknik*, 41(1), 27–39.

Suparno, O. 2020. Potensi dan Masa Depan Serat Alam Indonesia Sebagai Bahan Baku Aneka Industri. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(2), 221–227.

Suparti. 2010. *Mikroskop*. Alprin.Semarang. 2 dan 5.

Surdia, T., dan Saito, S. 1999. *Pengetahuan Bahan Teknik*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta. 256-257.

Ural, N. 2021. The Significance of Scanning Electron Microscopy (SEM) Analysis on The Microstructure of Improved Clay: An Overview. *Open Geosciences*, 13(1), 197–218.

Utama, F. Y., dan Zakiyya, H. 2016. Pengaruh Variasi Arah Serat Komposit Berpenguat Hibrida *Fiberhybrid* terhadap Kekuatan Tarik dan Densitas Material dalam Aplikasi *Body Part* Mobil. *Mekanika*, 15(2), 60–69.

Wardhana, H., dan Haryanti, N. 2016. *Serat Alam: Potensi & Pemanfaatan Nya*. Lambung Mangkurat University Press. Banjarmasin. 1-2.

Wijayanto, S. O., dan Bayuseno. 2014. Analisis Kegagalan Material Pipa *Ferrule Nickel Alloy* N06025 pada *Waste Heat Boiler* Akibat Suhu Tinggi Berdasarkan Pengujian : Mikrografi dan Kekerasan. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(1), 33–39.

Zalukhu, P. S., Irwan., dan Hutaaruk, D. M. 2017. Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa (*Cocofiber*) terhadap Campuran Beton sebagai Peredam Suara. *Journal of Civil Engineering, Building and Transportation*, 1(1), 27-36.

Zulkifli., Hermansyah, H., dan Mulyanto, S. 2018. Analisis kekuatan Tarik dan Bentuk Patahan Komposit Serat Sabut Kelapa Bermatriks *Epoxy* terhadap Variasi Fraksi Volume Serat. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 6(2), 90–95.