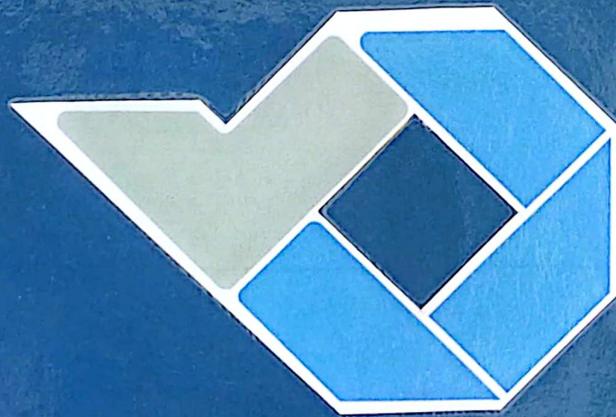


**ANALISIS LAPISAN SERAT KULIT JAGUNG DENGAN  
PENGARUH NaOH 4% KOMPOSIT *MATRIKS POLYESTER*  
TERHADAP PENGUJIAN TARIK dan BENDING**

**PROYEK AKHIR**

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan  
Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh:

Fadhila Muhammad Razqi NIM: 1042140

**POLITEKNIK MANUFaktur NEGERI  
BANGAKA BELITUNG**

2024

**ANALISIS LAPISAN SERAT KULIT JAGUNG DENGAN  
PENGARUH NaOH 4% KOMPOSIT *MATRIKS POLYESTER*  
TERHADAP PENGUJIAN TARIK dan BENDING**

**PROYEK AKHIR**

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan  
Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh:

Fadilla Muhamad Razqi NIM: 1042140

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI  
BANGKA BELITUNG**

**2024**

## LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS LAPISAN SERAT KULIT JAGUNG DENGAN PENGARUH NaOH  
4% KOMPOSIT *MATRIKS POLYESTER* TERHADAP PENGUJIAN TARIK dan  
BENDING

Oleh:

Fadilla Muhamad Razqi NIM: 1042140

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan  
Program Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



Yuliyanto, S.S.T.,M.T.

Pembimbing 2



Zulfan Yus Andi, S.S.T.,M.T.Ph.D.

Penguji 1



Eko Yudo, S.S.T.,M.T.

Penguji 2



Erwanto, S.S.T.,M.T.

## PERYATAAN BUKAN PLAGIAT

Tanda tangan bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Fadilla Muhamad Razqi NIM: 1042140

Dengan Judul : Analisis Lapisan Serat Kulit Jagung Dengan Pengaruh NaOH 4% Komposit *Matriks Polyester* Terhadap Pengujian Tarik dan Bending

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja penulis sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini penulis buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari melanggar pernyataan ini, penulis bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Nama Mahasiswa  
Fadilla MuhamadRazqi

Sungailiat, 28 Juli 2024

Tanda Tangan



## ABSTRAK

*Pemanfaatan serat alam sebagai bahan komposit semakin berkembang, salah satunya adalah penggunaan serat kulit jagung yang murah, melimpah, ramah lingkungan, dan memiliki potensi besar sebagai bahan komposit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lapisan serat kulit jagung dengan fraksi volume serat 50% dan perendaman dalam larutan NaOH 4% selama 1, 2, dan 3 jam terhadap uji tarik dan bending. Selain itu, penelitian untuk mengetahui pengaruh temperatur 80°C, 90°C, dan 100°C selama 60 menit terhadap hasil uji tersebut. Metode yang digunakan dalam pembuatan sampel adalah hand lay-up. Hasil penelitian menunjukkan kekuatan tarik tertinggi sebesar 25,8 Mpa pada spesimen dengan lapisan serat kulit jagung muda yang direndam NaOH selama 1 jam dengan temperatur 90°C. Kekuatan tarik terendah 5,84 Mpa terdapat pada spesimen serat kulit jagung kering yang direndam 2 jam dengan temperatur 80°C. Pada uji bending, kekuatan tertinggi 61,5 Mpa dicapai pada spesimen serat kulit jagung tua yang direndam 1 jam dengan temperatur 80°C, sementara nilai terendah 7,56 Mpa diperoleh pada spesimen serat kulit jagung tua yang direndam 3 jam dengan temperatur 100°C. Penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan kimia dan pengovenan memberikan pengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik dan bending serat kulit jagung.*

**Kata kunci:** Komposit, Serat Kulit Jagung, Pengujian Tarik, Pengujian Bending, Metode Hand Lay-up

## **ABSTRACT**

*The utilization of natural fibers as composite materials continues to grow, one example being corn husk fibers, which are inexpensive, abundant, environmentally friendly, and have great potential as a composite material. This study aims to determine the effect of corn husk fiber layers with a 50% fiber volume fraction and soaking in 4% NaOH solution for 1, 2, and 3 hours on tensile and bending tests. Additionally, the study seeks to assess the effect of temperatures of 80°C, 90°C, and 100°C for 60 minutes on the test results. The method used for sample preparation was the hand lay-up method. The results showed that the highest tensile strength of 25.8 MPa was obtained in specimens with young corn husk fiber layers soaked in NaOH for 1 hour at 90°C. The lowest tensile strength of 5.84 MPa was found in specimens with dry corn husk fiber layers soaked for 2 hours at 80°C. In the bending test, the highest strength of 61.5 MPa was achieved in specimens with old corn husk fiber layers soaked for 1 hour at 80°C, while the lowest bending strength of 7.56 MPa was obtained in specimens with old corn husk fiber layers soaked for 3 hours at 100°C. This study demonstrates that chemical treatment and heating significantly affect the tensile and bending strength of corn husk fibers.*

**Keywords:** Composite, Corn Husk Fiber, Tensile Test, Bending Test, Hand Lay-up Method.

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya yang memungkinkan penulis menyelesaikan proyek akhir dengan judul “Analisis Lapisan Serat Kulit Jagung dengan Pengaruh NaOH 4% Komposit *Matriks Polyester* Terhadap Pengujian Tarik dan Bending”.

Proyek akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Terapan pada Program Studi D-IV Teknik Mesin & Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Penulis menyadari bahwa proyek akhir ini masih memiliki kekurangan, baik dalam penulisan maupun pembahasan materi, yang disebabkan oleh keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi perbaikan di masa mendatang.

Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan, terutama kepada:

1. Saudara sepupu penulis, Bapak Gerian Dwiki Sakti Sanusi Putra dan Ibu Gabreilla Szasza Monica Sanusi Putri, atas bantuan dan dukungan mereka dalam menyelesaikan proyek akhir ini serta kesabaran mereka dalam mendidik penulis.
2. Bapak Yuliyanto, S.S.T., M.T., sebagai pembimbing pertama yang telah memberikan banyak waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing dan mengarahkan penulis selama proses pengerjaan proyek akhir.
3. Bapak Zulfan Yus Andi, S.S.T., M.T.Ph.D., sebagai pembimbing kedua yang telah memberikan saran dan arahan dalam penulisan makalah proyek akhir ini.
4. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D., sebagai Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

5. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng., sebagai Kepala Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Bapak Boy Rollastin, S.Tr., M.T., sebagai Kepala Program Studi D-IV Teknik Mesin & Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
7. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin dan Staf Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah memberikan ilmu berharga kepada penulis.
8. Dewan penguji proyek akhir Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
9. Rekan-rekan mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan proyek akhir ini. Penulis mohon maaf apabila ada yang tidak disebutkan, dan berharap proyek akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis serta pembaca. Semoga kebaikan yang diberikan mendapatkan balasan yang berlimpah dari Tuhan Yang Maha Esa.

Sungailiat, 28 juli 2024

Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>PERYATAAN BUKAN PLAGIAT</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Masalah.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
<b>BAB II DASAR TEORI</b> .....	5
2.1 Kulit Jagung.....	5
2.2 Komposit.....	8
2.2.1 Pengertian Komposit.....	8
2.2.2 Jenis Serat Pada Komposit.....	10
2.2.3 Faktor Yang Mempengaruhi Kekuatan Komposit Serat.....	11
2.3 Serat (Fiber).....	13
2.4 Matriks.....	15
2.5 NaOH.....	16
2.6 Komposisi Komposit.....	17
2.7 Metode Hand Lay-Up.....	18
2.8 Uji Tarik.....	19
2.9 Uji Bending.....	20
2.10 Penelitian Terdahulu.....	21

<b>BAB III METODELOGI PELAKSANAAN.....</b>	<b>24</b>
3.1 Tahapan Penelitian.....	24
3.2 Studi Literatur.....	25
3.3 Penentuan Rancangan Penelitian.....	25
3.3.1 Menentukan Rumusan Dan Tujuan Masalah.....	25
3.3.2 Penentuan Tempat Penelitian.....	25
3.4 Persiapan Alat Dan Bahan.....	25
3.4.1 Alat.....	25
3.4.2 Bahan.....	28
3.5 Pengolahan Serat Kulit Jagung.....	30
3.6 Pembuatan Spesimen.....	31
3.7 Validasi Spesimen.....	31
3.8 Pengujian Spesimen.....	32
3.8.1 Proses Pengujian Material Komposit Uji Tarik.....	32
3.8.2 Proses Pengujian Material Komposit Uji Bending.....	32
3.9 Pengolahan Data Dan Analisa Data.....	33
3.9.1 Pengolahan Data.....	33
3.9.2 Analisa Data.....	35
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>36</b>
4.1 Hasil Pengujian.....	36
4.1.1 Pengujian Tarik.....	36
4.1.2 Pengujian Bending.....	39
4.2 Analisis Pengujian Tarik Dan Bending.....	42
4.2.1 Lapisan Serat Kulit Jagung Muda.....	43
4.2.2 Lapisan Serat Kulit Jagung Tua.....	44
4.2.3 Lapisan Serat Kulit Jagung Kering.....	45
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>47</b>
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	48
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>49</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat Mekanik Kulit Jagung .....	6
Tabel 2. 2 Komposisi Kimia Kulit Jagung .....	7
Tabel 2. 3 Perhitungan Nilai Sifat Mekanis Resin .....	16
Tabel 3. 1 Pengujian Tarik (Mpa).....	34
Tabel 3. 2 Pengujian Bending (Mpa). .....	35
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Spesimen Uji Tarik. ....	38
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Spesimen Uji Bending.....	41

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Limbah Kulit Jagung.....	6
Gambar 2. 2 Material Pembentuk Komposit.....	9
Gambar 2. 3 <i>Particulate Composite</i> .....	9
Gambar 2. 4 Komposit <i>Laminat</i> .....	10
Gambar 2. 5 Komposit Serat .....	10
Gambar 2. 6 Jenis-jenis Arah Serat Komposit .....	11
Gambar 2. 7 Orientasi Serat. ....	12
Gambar 2. 8 Serat Alam Hewan dan Tumbuhan.....	14
Gambar 2. 9 Serat Semi-sintetis dan Serat Sintetis. ....	14
Gambar 2. 10 Spesimen Uji Tarik .....	19
Gambar 2. 11 Kurva Tegangan-Rengangan.....	20
Gambar 2. 12 Spesimen Uji Bending .....	21
Gambar 3. 1. Diagram Alir.....	24
Gambar 3. 2 Gelas Ukur.....	26
Gambar 3. 3 Sisir Dan Gunting. ....	26
Gambar 3. 4 Cetakan Uji.....	27
Gambar 3. 5 Jangka Sorong. ....	27
Gambar 3. 6 Timbangan Digital. ....	27
Gambar 3. 7 <i>Airfryer Mito</i> .....	28
Gambar 3. 8 Mesin Uji tarik Dan Uji Bending .....	28
Gambar 3. 9 Serat Kulit Jagung.....	29
Gambar 3. 10 Resin Dan Katalis. ....	29
Gambar 3. 11 NaOH. ....	30
Gambar 3. 12 Wax. ....	30
Gambar 4. 1 Spesimen Uji Tarik Dan Uji Bending.....	36
Gambar 4. 2 Proses Uji Tarik. ....	37
Gambar 4. 3 Spesimen Setelah Uji Tarik.....	37
Gambar 4. 4 Grafik Hasil Uji Tarik.....	39
Gambar 4. 5 Proses Uji Bending. ....	40

Gambar 4. 6 Spesimen Setelah Pengujian Bending.....	40
Gambar 4. 7 Grafik Hasil Uji Bending. ....	42
Gambar 4. 8 Hasil Pengujian Spesimen Uji Tarik Lapisan Muda.....	43
Gambar 4. 9 Hasil Pengujian Spesimen Uji Bending Lapisan Muda .....	44
Gambar 4. 10 Hasil Pengujian Spesimen Uji Tarik Lapisan Tua.....	44
Gambar 4. 11 Hasil Pengujian Spesimen Uji Bending Lapisan Tua .....	45
Gambar 4. 12 Hasil Pengujian Spesimen Uji Tarik Lapisan Kering .....	46
Gambar 4. 13 Hasil Pengujian Spesimen Uji Bending Lapisan Kering .....	46

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup .....	51
Lampiran 2. Proses Pengolahan Kulit Jagung .....	52
Lampiran 3. Proses Pembuatan Spesimen .....	53
Lampiran 4. Validasi Spesimen.....	54
Lampiran 5 Pengovenan Spesimen.....	54
Lampiran 6. Proses Pengujian Spesimen .....	56

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Peningkatan penggunaan material logam dalam industri disertai dengan menipisnya ketersediaannya telah mendorong kebutuhan akan bahan alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. [1]. Harga logam yang terus meningkat akibat kelangkaannya sebagai hasil dari penambangan yang semakin sulit juga menjadi faktor utama dalam pergeseran ini. Oleh karena itu, banyak pihak mulai mencari ide kreatif untuk mengembangkan bahan alternatif yang dapat menggantikan logam. Salah satu pilihan yang semakin populer adalah material komposit. [2]

Komposit adalah jenis material yang terdiri dari gabungan dua atau lebih material yang dicampur secara tidak homogen. Sifat mekanik dari masing-masing bahan pembentuk berbeda, sehingga kombinasi ini menghasilkan material komposit dengan sifat mekanik dan karakteristik unik. Dalam pembentukan komposit, bahan baku yang digunakan sering disebut sebagai serat atau *fiber*. Ini merujuk pada proses di mana serat-serat ini dikombinasikan dengan matriks untuk membentuk material yang lebih kuat dan tahan lama. [3].

Pada sisi industri otomotif, telah terjadi peningkatan minat terhadap penggunaan serat alam sebagai bahan alternatif. Serat alam seperti bambu, sisal, hemp, dan pisang telah menjadi pilihan yang diminati sebagai bahan penguat untuk berbagai komponen kendaraan, termasuk panel pintu, kursi belakang, dashboard, dan berbagai perangkat interior lainnya, mencerminkan upaya industri otomotif untuk mencari solusi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dengan memanfaatkan bahan-bahan alami yang lebih mudah didaur ulang dan memiliki jejak karbon yang lebih rendah daripada bahan-bahan *sintetis*. [4]. Komposit berpenguat serat kulit jagung menjadi alternatif yang menjanjikan untuk berbagai aplikasi di dunia otomotif maupun industri.

Kulit jagung adalah salah satu serat alam yang tersedia secara murah, melimpah, dan ramah lingkungan. Data dari Badan Pusat Statistik (BPS)

menunjukkan bahwa produksi jagung di Indonesia pada tahun 2023 mencapai 14,46 juta ton. [5]. Saat musim panen jagung, petani biasanya fokus memisahkan biji jagung dari bongkolnya, kemudian mengeringkan dan menjualnya kepada pengepul. Dari hasil panen, sekitar 60% adalah *rendemen*, sedangkan 40% berupa limbah seperti kulit dan bonggol jagung. Limbah ini umumnya dibakar atau dibuang menjadi sampah yang tidak bernilai, seringkali terlihat di tempat penjemuran jagung atau lahan pertanian. Oleh karena itu, penting untuk memanfaatkan limbah jagung ini sebagai bahan bakar alternatif seperti briket atau sebagai pengganti material komposit. [6].

Berdasarkan kandungan kimianya, kulit jagung kaya akan *selulosa*, dengan kadar mencapai 42%. *Selulosa* memiliki peran penting dalam menjaga struktur dan kekuatan tanaman. Fungsinya sebagai penopang, memungkinkan tanaman untuk mempertahankan kekuatannya dalam beragam bentuk dan ukuran. Untuk memperoleh serat dari bagian kulit jagung, dilakukan ekstraksi *selulosa* dengan perlakuan kimia, yang bertujuan untuk menghilangkan serat-serat pendek. *Natrium hidroksida (NaOH)* dan *asam asetat (CH<sub>3</sub>COOH)*, yang ditemukan dalam cuka dapur, adalah dua bahan yang dipakai untuk menghilangkan *lignin* dan *hemiselulosa* dari bagian kulit jagung. Kekuatan serat alam dapat ditingkatkan dengan memberikan perlakuan kimia pada serat atau dengan menambahkan *coupling agent*. [7].

Menurut Mahmuddin (2018), dalam penelitiannya yang berjudul **“Pengaruh Fraksi Volume Serat Kulit Jagung Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekuatan Bending Komposit Polyester ”** penelitian mengenai serat kulit jagung menunjukkan bahwa serat direndam dalam NaOH 5% selama 2 jam sebelum digunakan. Pengujian meliputi uji tarik (ASTMD 3039) dan uji bending (ASTMD 790). Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan fraksi serat pada spesimen meningkatkan kekuatan tarik dan bending. Pada uji tarik, nilai terendah tercatat pada fraksi serat 20% dengan 9,39 MPa, sementara fraksi serat 50% mencapai nilai tertinggi sebesar 15,70 MPa. Dalam uji bending, nilai terendah pada fraksi serat 20% adalah 7,55 MPa, dan tertinggi pada fraksi serat 50% adalah 14,58 MPa. [8].

Menurut Nurfajriani (2023), dalam penelitiannya yang berjudul “**Mechanical Characterization Of Composites Reinforced By Corn Husk Fiber (*Zea mays*) Waste and Coffee Husk Fiber (*Coffea arabica L*)**” penelitian tentang pemanfaatan limbah kulit jagung dan kopi dilakukan dengan membuat komposit dari serat kulit jagung dan kopi. Tujuan penelitian ini adalah menentukan karakteristik kekuatan tarik dan lentur pada variasi volume serat yang optimal. Variasi rasio volume serat yang digunakan adalah: (10%: 90%), (20%: 80%), (30%: 70%), (40%: 60%) dan (50%: 50%). Serat diolah dengan NaOH 5% untuk kulit jagung dan 3% untuk kulit kopi, lalu dicetak menggunakan metode Hand Lay Up. Hasil uji tarik menunjukkan peningkatan dari 5,174 MPa (tanpa serat) hingga 8,321 MPa (variasi 50%: 50%). Hasil uji lentur maksimum dicapai pada variasi 50%: 50% sebesar 7,720 MPa. [9].

Dapat disimpulkan bahwa fraksi volume serat dan perlakuan NaOH sangat memengaruhi kekuatan tarik dan bending pada komposit. Hasil penelitian menunjukkan nilai tertinggi pada fraksi serat 50% dalam uji tarik dan bending. Namun, penelitian ini belum membedakan antara lapisan kulit jagung muda, tua, atau kering. Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian lebih lanjut untuk menganalisis pengaruh lapisan serat kulit jagung muda, tua, dan kering. Penelitian ini akan menggunakan metode *hand lay-up* untuk pembuatan komposit dan metode eksperimen. Proyek ini akan diberi judul “**Analisis Lapisan Serat Kulit Jagung Dengan Pengaruh NaOH 4% Komposit Matriks Polyester Terhadap Pengujian Tarik & Bending**”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh lapisan serat kulit jagung terhadap fraksi volume serat dan perendaman NaOH terhadap uji tarik dan bending?
2. Bagaimana pengaruh temperatur pengovenan terhadap pengujian tarik dan bending?

### **1.3 Tujuan Masalah**

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui pengaruh lapisan serat kulit jagung terhadap fraksi volume serat dan perendaman NaOH terhadap uji tarik dan bending
2. Untuk mengetahui pengaruh temperatur pengovenan terhadap pengujian tarik dan bending

### **1.4 Batasan Masalah**

Agar penelitian ini dapat berjalan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan, diperlukan adanya batasan. Batasannya adalah:

1. Jenis jagung yang digunakan yaitu jenis jagung tanaman berumur 60-70 hari setelah tanam
2. Pengujian yang dilakukan menggunakan alat uji tarik dan bending yang sesuai dengan standar ASTM D-638 dan ASTM D-790
3. Metode hand lay-up yang digunakan dalam pembuatan komposit dan metode eksperimen
4. Dalam penelitian ini menggunakan 3 lapisan serat kulit jagung yang terdiri dari lapisan muda, tua, dan kering
5. Melakukan perendaman terhadap serat kulit jagung dengan NaOH 4% selama jangka waktu 1 jam, 2 jam, dan 3 jam
6. Dan melakukan pengovenan dengan temperatur 80°C, 90°C, dan 100°C dengan waktu pengovenan selama 60 menit.

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Kulit Jagung**

Jagung, dengan nama ilmiah *Zea Mays*, adalah tanaman pangan yang sangat penting secara global sebagai salah satu penghasil utama karbohidrat, bersama dengan gandum dan padi. Di Indonesia, jagung tidak hanya berfungsi sebagai makanan pokok, tetapi juga menjadi komponen utama dalam pakan ternak. Selain itu, jagung dimanfaatkan untuk menghasilkan minyak pangan dan menjadi bahan dasar tepung maizena. Produk turunan jagung juga digunakan secara luas dalam berbagai industri, termasuk farmasi, kosmetik, dan kimia, karena kandungan nutrisi dan kegunaannya yang beragam. [10].

Berdasarkan dari data Badan Pusat Statistik (BPS) Pada tahun 2023, luas lahan jagung di Indonesia diperkirakan sekitar 2,49 juta hektare, mengalami penurunan dibandingkan tahun sebelumnya yang sebesar 2,76 juta hektare. Bobot limbah kulit jagung pada tahun yang sama diperkirakan mencapai sekitar 5,54 juta ton, berdasarkan asumsi bahwa sekitar 38,38% dari total produksi jagung sebesar 14,46 juta ton adalah limbah kulit jagung. Limbah kulit jagung ini sering kali tidak dimanfaatkan secara optimal dan biasanya dibuang atau dibakar, yang dapat menimbulkan masalah lingkungan. [5].

Jagung telah menjadi subsektor penting dalam tanaman pangan sebagai alternatif utama pengganti beras. Sebagai sumber karbohidrat yang luas dikonsumsi di Indonesia, produksinya terus semakin meningkat setiap tahunnya. Meski kulit jagung sudah pernah digunakan sebagai pakan ternak, pembungkus makanan khas tradisional, dan bahan bakar alternatif, pemanfaatannya masih belum optimal. Hal tersebut memerlukan penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan potensi kulit jagung ini. Mengolah limbah kulit jagung menjadi produk bernilai tinggi akan menambah nilai ekonomi dan memaksimalkan penggunaannya. [7]. Kulit jagung dapat dilihat pada Gambar 2.1 di bawah ini.



Gambar 2. 1 Limbah Kulit Jagung.

Kulit jagung kuat dalam arah serat memanjang, tahan terhadap gesekan, bebas bau, resisten terhadap kontaminasi bakteri, dan memiliki daya serap air yang cukup rendah. Sifat mekanik kulit jagung dapat dilihat pada Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2. 1 Sifat Mekanik Kulit Jagung.

	<b>Membujur</b>		<b>Melintang</b>	
	Kulit Jagung	Standar Deviasi	Kulit Jagung	Standar Deviasi
Keteguhan Tarik (MPa)	10.8	4.32	4.2	2.35
Modulus elastis(MPa)	387.4	141.7	169.3	81.0
Keteguhan belah(%)	5.03	1.02	3.7	1.4

Sumber data: Pengaruh Curing Time Terhadap Material Komposit Serat Kulit Jagung Sebagai Alternatif Bumber Mobil. [7]

Adapun komposisi kimia pada kulit jagung dapat dilihat pada Tabel 2.2 di bawah ini.

Tabel 2. 2 Komposisi Kimia Kulit Jagung.

Unsur	Kulit
<i>Selulosa</i> (%)	42.31 ± 0.7
<i>Lignin</i> (%)	12.58 ± 0.2
Abu (%)	4.16 ± 0.26
Lainnya(%)	40.95
Kristalinitas(%)	34.57 ± 0.91

Sumber data: Pengaruh Curing Time Terhadap Material Komposit Serat Kulit Jagung Sebagai Alternatif Bumber Mobil. [7]

Berdasarkan komposisi kimia kulit jagung kaya akan *selulosa*, dengan kadar mencapai 42%. *Selulosa* memiliki peran penting dalam menjaga struktur dan kekuatan tanaman. Fungsinya sebagai penopang memungkinkan tanaman untuk mempertahankan kekuatannya dalam berbagai bentuk dan ukuran. Untuk memperoleh serat dari kulit jagung, dilakukan ekstraksi *selulosa* dengan perlakuan kimia, yang bertujuan untuk menghilangkan serat-serat pendek. *Natrium hidroksida* (*NaOH*) dan *asam asetat* (*CH<sub>3</sub>COOH*), yang ditemukan dalam cuka dapur, adalah dua bahan yang digunakan untuk menghilangkan *lignin* dan *hemiselulosa* dari kulit jagung. Kekuatan serat alam dapat ditingkatkan dengan memberikan perlakuan kimia pada serat atau dengan menambahkan *coupling agent*. [7]. Adapun kandungan air pada kulit jagung bervariasi tergantung pada tahap pertumbuhannya. Berikut kandungan air pada setiap lapisan kulit jagung.

#### 1. Kulit jagung muda

Kandungan air pada kulit jagung muda sangat tinggi, umumnya antara 80-90% karena kulit masih segar dan dalam tahap pertumbuhan aktif.

#### 2. Kulit jagung tua

Ketika jagung mencapai kematangan, kandungan air pada kulit mulai berkurang menjadi sekitar 60-70%.

### 3. Kulit jagung kering

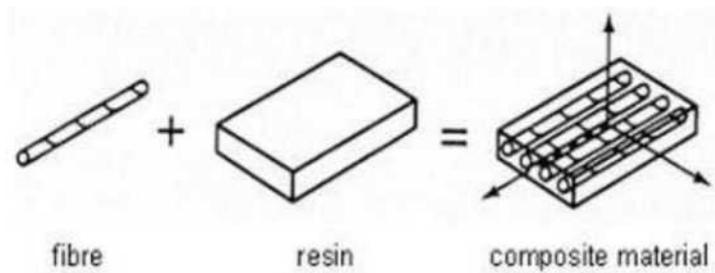
Setelah dikeringkan, kandungan air pada kulit jagung dapat turun signifikan hingga sekitar 10-15%, atau bahkan lebih rendah tergantung pada tingkat pengeringan.

## 2.2 Komposit

### 2.2.1 Pengertian Komposit

Kata komposit berasal dari istilah "*to compose*" yang berarti menyusun atau menggabungkan. Dalam konteks material, komposit adalah hasil dari penggabungan dua atau lebih bahan yang berbeda. Biasanya, komposit terbentuk dari campuran resin polimer yang diperkuat oleh serat alam, sehingga menggabungkan sifat mekanik dan fisik dari kedua bahan tersebut. [11]. Material komposit memiliki beberapa keunggulan dibandingkan logam. Salah satu kelebihan adalah memiliki elastisitas yang tinggi, memungkinkan material ini untuk menahan deformasi tanpa mengalami kerusakan permanen. Selain itu, komposit menunjukkan ketahanan lelah yang lebih baik, membuatnya lebih tahan lama dalam penggunaan jangka panjang dengan beban berulang. Kelebihan lainnya adalah memiliki rasio kekuatan terhadap berat yang lebih tinggi, yang berarti komposit dapat memberikan kekuatan besar dengan massa yang lebih ringan, menjadikannya efisien untuk berbagai aplikasi teknik dan industri. [1].

Komposit terdiri dari dua komponen utama yaitu serat sebagai bahan utama dan matriks sebagai pengikat. Serat berfungsi sebagai elemen kunci dalam komposit, sedangkan polimer digunakan sebagai matriks karena memiliki daya ikat yang kuat dan mudah dibentuk. Salah satu keunggulan menggunakan material komposit adalah kemampuannya untuk menyesuaikan sifat-sifatnya dalam arah tertentu, yang dikenal sebagai "*Tailoring Properties*". [7].



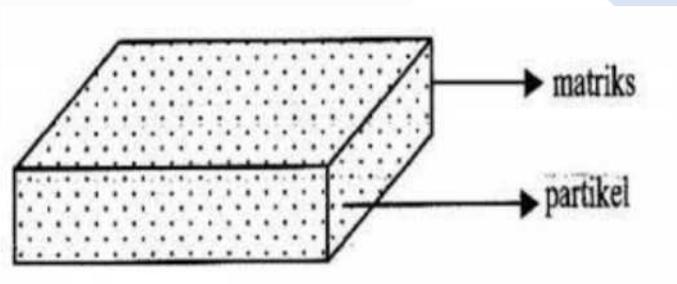
Gambar 2. 2 Material Pembentuk Komposit. [12].

Secara garis besar terdapat tiga jenis komposit yang berbeda berdasarkan jenis penguat yang digunakan, yaitu:

### 1. Komposit Partikel (*Particulate Composites*)

Komposit Partikel adalah jenis komposit di mana partikel padat ditambahkan ke dalam matriks untuk meningkatkan sifat material. Contohnya adalah beton bangunan, di mana semen berfungsi sebagai matriks, sementara agregat seperti pasir, kerikil, atau batu pecah berperan sebagai penguat.[1].

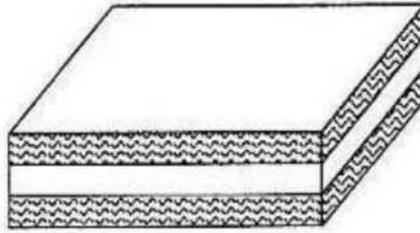
Ditunjukkan Gambar 2.3 di bawah ini.



Gambar 2. 3 *Particulate Composite*. [1].

### 2. Komposit Laminat (*Laminated Composites*)

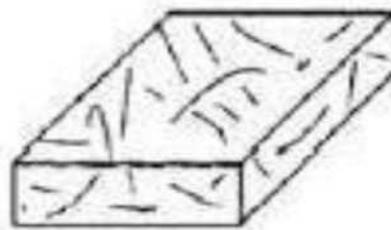
Komposit laminat adalah material komposit yang terdiri beberapa lapisan yang disatukan dengan serat dan diikat dalam matriks. Salah satu contohnya adalah serat kaca yang diperkuat dengan resin epoksi. [1]. Dapat dilihat pada Gambar 2.4 di bawah ini.



Gambar 2. 4 Komposit *Laminat*. [1].

### 3. Komposit Serat (*Fibrous Composites*)

Komposit serat adalah jenis material yang terdiri dari dua komponen utama yaitu serat sebagai bahan penguat dan matriks sebagai bahan pengikat. Serat, yang dapat berasal dari berbagai jenis seperti serat kaca, serat karbon, atau serat aramid, memberikan kekuatan dan kekakuan struktural pada material. [1]. Komposit serat dapat dilihat pada Gambar 2.5 di bawah ini.



Gambar 2. 5 Komposit Serat. [1].

#### 2.2.2 Jenis Serat Pada Komposit

Berikut ini jenis serat pada komposit berdasarkan penempatannya, yaitu:

##### a. Komposit Serat Beruntun (*Continuous Fiber Composites*)

Komposit yang menggunakan serat panjang tanpa putus atau jeda sebagai bahan penguat dalam matriks. Serat-serat ini biasanya terbuat dari material seperti kaca, karbon, atau aramid, dan disusun dalam matriks polimer atau logam untuk membentuk bahan komposit dengan sifat mekanis yang unggul. [7].

##### b. Komposit Serat Anyaman (*Woven Fiber Composites*)

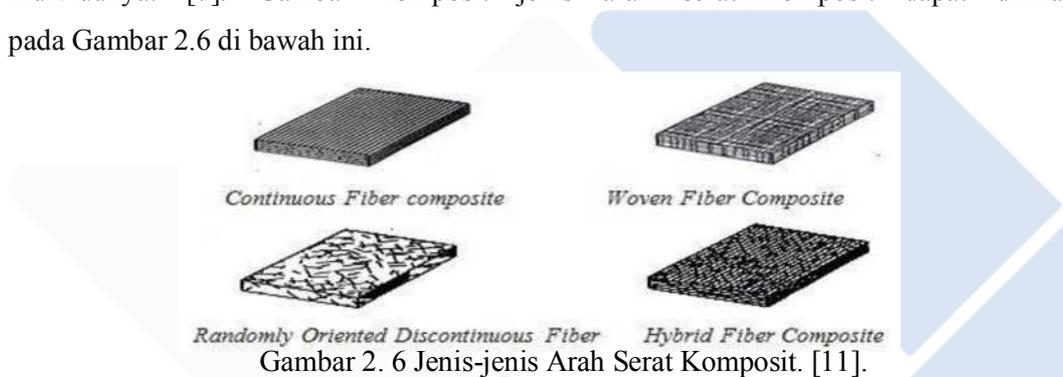
Komposit berpenguat dengan serat anyaman memiliki kekakuan dan kekuatan yang tidak sebaik tipe Continuous Fiber, meskipun susunan serat yang kurang lurus tidak memengaruhi pemisahan antar lapisan. [7].

c. Komposit Serat Pendek (Discontinuous Fiber Composites)

Komposit dengan serat-serat pendek sebagai penguat dalam matriks. Serat-serat ini tidak membentang secara kontinu sepanjang material, melainkan tersebar secara acak atau teratur di dalam matriks. [7].

d. Komposit Gabungan (Hybrid Composites)

Komposit berpenguat yang digabungkan dengan serat secara acak adalah jenis material yang dibentuk dari penyatuan serat sebagai penguat dalam matriksnya, dengan tujuan menciptakan sebuah material yang memiliki sifat-sifat unik atau kinerja yang lebih unggul daripada komponen individunya. [7]. Gambar komposit jenis arah serat komposit dapat dilihat pada Gambar 2.6 di bawah ini.



### 2.2.3 Faktor Yang Mempengaruhi Kekuatan Komposit Serat

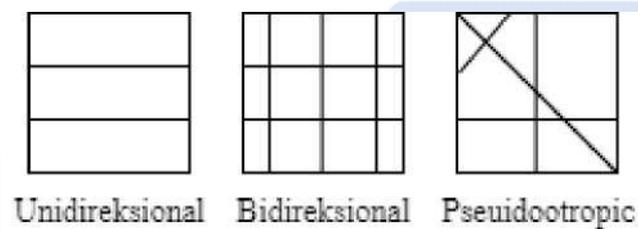
Komposit serat adalah jenis komposit yang diperkuat oleh serat, di mana serat-serat tersebut diikat dalam suatu bahan lain yang disebut matriks. Beberapa faktor yang mempengaruhi sifat bahan komposit yang diperkuat dengan serat meliputi orientasi, panjang, bentuk, komposisi serat, serta sifat mekanik dari matriks, dan ikatan antara serat dan matriks dalam campuran tersebut. [12].

1. Orientasi Serat

- a. *Unidirectional*: di mana serat-seratnya disusun sejajar dalam satu arah, sementara matriksnya melingkupi dan menyelubungi serat-serat tersebut. Dalam komposit ini, serat-serat bekerja secara optimal dalam satu arah, memberikan kekuatan dan kekakuan yang tinggi sepanjang arah tersebut. Namun, kekuatan dalam arah tegak lurus terhadap arah serat biasanya lebih rendah.
- b. *Bidirectional*: di mana serat-seratnya disusun dalam dua arah yang saling tegak lurus atau sejajar, seringkali dalam pola anyaman atau bertumpukan.

Dalam komposit ini, serat-serat bekerja secara optimal baik dalam arah sejajar maupun tegak lurus terhadap arah serat, menghasilkan kekuatan dan kekakuan yang merata di seluruh material.

- c. *Pseudoisotropic*: di mana serat-seratnya disusun dalam pola tertentu yang dirancang untuk menciptakan sifat-sifat material yang mendekati isotropis, atau memiliki sifat seragam dalam semua arah. Meskipun serat-seratnya mungkin tidak teratur dalam arah tertentu, struktur kompositnya didesain sedemikian rupa sehingga memberikan sifat-sifat yang seragam di berbagai arah.



Gambar 2. 7 Orientasi Serat.

## 2. Ukuran Serat

Penentuan ukuran serat dalam pembuatan material komposit sangat penting karena serat, terutama serat alam, memiliki panjang dan diameter yang tidak seragam. Ada dua jenis ukuran serat dalam komposit yaitu serat pendek dan serat panjang. Serat panjang umumnya lebih efisien dalam menyusun komposit karena mampu mentransfer beban atau gaya dengan lebih baik ke serat lain. Namun, jika serat pendek diarahkan dengan tepat, kekuatannya bisa melebihi serat panjang. [1].

## 3. Faktor Matriks

Dalam pembuatan bahan komposit, fungsi dan matriks adalah:

- a. Mengikat Serat: Matriks mengikat serat-serat bersama-sama, memberikan integritas struktural pada komposit.

- b. Transfer Beban: Matriks membantu mendistribusikan dan mentransfer beban dari serat ke serat lain, meningkatkan kekuatan keseluruhan komposit.
- c. Perlindungan Serat: Matriks melindungi serat dari kerusakan lingkungan, seperti kelembaban, panas, dan bahan kimia.
- d. Stabilitas Termal dan Dimensional: Matriks membantu menjaga stabilitas termal dan dimensional komposit, mencegah perubahan bentuk akibat perubahan suhu.
- e. Ketangguhan: Matriks memberikan ketangguhan, yaitu kemampuan komposit untuk menyerap energi dan mengalami deformasi tanpa retak.

#### 4. Fase Ikatan

Kemampuan ikatan antara serat dan matriks dapat ditingkatkan dengan menggunakan *Coupling Agent*, yang meningkatkan adhesi antara kedua material. *Coupling Agent* ini diterapkan pada serat melalui perlakuan kimiawi dalam dua tahap yaitu *Sizing* (perlakuan permukaan saat serat dibentuk) dan *Finishing* (perlakuan setelah serat diproduksi menjadi benang atau kain tenun). Proses *Finishing* juga membantu melindungi serat dan mencegah kerusakan akibat gesekan antar serat sebelum dibuat menjadi struktur komposit. [12]

### 2.3 Serat (Fiber)

Serat dalam material komposit bertindak sebagai komponen utama yang menahan beban, sehingga kekuatan keseluruhan komposit sangat dipengaruhi oleh kekuatan serat penyusunnya. Semakin kecil diameter serat (mendekati ukuran kristal), semakin kuat material tersebut, karena cacat pada material menjadi lebih sedikit. [13].

#### 1. Serat Alam (*Nature Fiber*)

Serat alam adalah serat yang berasal dari sumber alam, khususnya dari bagian hewan seperti rambut, bulu, dan kepompong. Selain itu, serat dari tumbuhan, seperti yang berasal dari daun, akar, dan batang, juga diolah menjadi serat.

Serat alam ini banyak dikembangkan karena limbahnya lebih ramah lingkungan. Gambar serat alam dapat dilihat pada Gambar 2.8 di bawah ini.



Gambar 2. 8 Serat Alam Hewan dan Tumbuhan.

## 2. Serat Buatan

Serat buatan adalah serat yang dihasilkan melalui proses kimiawi, dan tidak secara langsung diambil dari sumber alam seperti tumbuhan atau hewan. Serat ini dapat dibagi menjadi dua kategori utama yaitu:

- a. Serat Semi-Sintetis: Serat yang dibuat dari bahan alam yang telah diproses secara kimiawi menggunakan polimer alam seperti selulosa yang berasal dari tumbuhan. Proses kimia mengubah bahan alam ini menjadi serat yang dapat digunakan untuk berbagai aplikasi tekstil dan industri.
- b. Serat Sintetis: serat yang sepenuhnya dihasilkan dari bahan kimia melalui proses industri. Berbeda dengan serat alam yang berasal dari tumbuhan atau hewan, serat sintetis dibuat dari polimer buatan yang umumnya berasal dari produk petrokimia.



Gambar 2. 9 Serat Semi-sintetis dan Serat Sintetis.

## 2.4 Matriks

Matriks dalam komposit berfungsi untuk mengikat serat menjadi satu kesatuan struktural, melindunginya dari kerusakan eksternal, dan meneruskan atau memindahkan beban eksternal melalui bidang geser antara serat dan matriks, sehingga serat dan matriks saling berhubungan. Matriks merupakan fase dalam material komposit yang memiliki fraksi volume atau bagian dominan utama. Umumnya, matriks memiliki kekuatan dan kekakuan yang lebih rendah tetapi lebih ulet. Matriks harus mampu mentransfer beban ke serat agar serat dapat menempel pada matriks. Selain itu, serat dan matriks harus kompatibel tanpa mengganggu reaksi, yang merupakan persyaratan dasar dalam penggunaan matriks pada komposit. Matriks yang dipilih umumnya memiliki ketahanan panas yang tinggi. [12].

Jenis polimer merupakan matriks yang banyak digunakan dalam bidang industri, dan jenis polimer yang tersedia adalah sebagai berikut:

1. Resin *Polyester*: Jenis resin ini sering digunakan dalam proses manufaktur, dan katalisnya digunakan dalam pelapisan untuk mempercepat pengerasan resin.
2. Resin Epoxy: Jenis resin ini merupakan hasil dari reaksi antara epiklorohidrin dan senyawa polihidroksi.
3. Resin Silicon: jenis resin yang mengandung ikatan antara silikon dan atom oksigen. Biasanya terbentuk melalui reaksi polimerisasi senyawa silikon dengan senyawa silanol atau senyawa yang menghasilkan silanol saat bereaksi dengan air.
4. Resin Furan: Jenis resin ini merupakan hasil proses kondensasi furfuryl alcohol dengan furfural. Proses ini menghasilkan senyawa polimer yang kuat dan tahan terhadap panas serta berbagai bahan kimia.
5. Resin Phenolic: Jenis resin ini yang dihasilkan melalui reaksi antara fenol (atau senyawa turunannya) dengan formaldehida. Proses ini menghasilkan senyawa polimer yang kuat dan tahan terhadap panas serta berbagai zat kimia.

Berikut merupakan sifat mekanis dari beberapa jenis resin. Ditunjukkan pada Tabel 2.3 di bawah ini.

Tabel 2. 3 Perhitungan Nilai Sifat Mekanis Resin.

Jenis Resin	Massa Jenis (gr/cm <sup>3</sup> )	Modulus Young (Gpa)	Angka Possion	Kekuatan Tarik (Mpa)
<i>Polyester</i>	1,2	3,2	0,33	65
<i>Epoxy</i>	1,19	3,65	0,35	76
<i>Silicon</i>	1,2	3,2	0,37	85
<i>Furin</i>	1,12	3,4	-	85
<i>Felonix</i>	1,15	3,0	-	50

Sumber data: Analisa Kekuatan Tarik dan Bending Komposit Polyester Yang Diperkuat Serat Rami Tenun Dengan Oriantasi Arah Sudut 0° dan 45° Sebagai Altematif Bumper Mobil. [12].

Matrik atau pengikat yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis resin polyester. Pilihan ini dipilih karena proses pembentukkan komposit menggunakan resin polyester sangat cepat dan sederhana, sementara harganya juga lebih terjangkau jika dibandingkan dengan matrik anorganik seperti matrik logam dan matrik keramik.

## 2.5 NaOH

Natrium hidroksida (NaOH) adalah senyawa kimia yang merupakan larutan basa kuat dan mudah larut dalam air. Dalam air, NaOH terionisasi sempurna, menghasilkan ion OH<sup>-</sup> dan ion natrium (Na<sup>+</sup>). Menurut teori Arrhenius, basa adalah zat yang menghasilkan ion OH<sup>-</sup> ketika dilarutkan dalam air. Larutan basa, seperti NaOH, memiliki rasa pahit dan terasa licin seperti sabun jika terkena kulit. Sifat licin ini dikenal sebagai sifat kaustik basa. Natrium hidroksida murni berbentuk padatan putih dan dapat ditemukan dalam berbagai bentuk, seperti pelet, serpihan, butiran, atau larutan jenuh 50%. Natrium hidroksida bersifat higroskopis, yang berarti dapat menyerap uap air dan karbon dioksida dari udara.

Ketika dilarutkan dalam air, NaOH melepaskan panas (eksotermis). Selain larut dalam air, NaOH juga larut dalam etanol dan metanol. [14].

## 2.6 Komposisi Komposit

Rumus komposisi komposit merupakan metode untuk menghitung dan mengetahui persentase komponen-komponen dalam bahan komposit, yaitu serat, resin, dan katalis yang digunakan dalam proses pembuatan spesimen komposit. Rumus ini membantu menentukan proporsi masing-masing komponen agar bahan komposit memiliki sifat-sifat yang diinginkan. Berikut adalah cara menghitung komposisi komposit. [1].

- Volume Cetakan

$$VC = P.l.t$$

Keterangan:

$VC$  : Volume Cetakan ( $\text{cm}^3$ )

$P$  : Panjang Komposit (cm)

$l$  : Lebar Komposit (cm)

$t$  : Tebal Komposit (cm)

Volume komposit tanpa serat

$$V_{matriks} = VC \times P_{matriks}$$

Keterangan:

$V_{matriks}$ : Volume Matriks ( $\text{g}/\text{mm}^3$ )

$VC$  : Volume Cetakan ( $\text{cm}^3$ )

$P_{matriks}$  : Persentase Matriks ( $\text{g}/\text{mm}^3$ )

- Volume komposit tanpa matriks

$$VS = VC \times P_{serat}$$

Keterangan:

$VS$  : Volume Serat ( $\text{g}/\text{mm}^3$ )

$VC$  : Volume Cetakan ( $\text{cm}^3$ )

$P_{serat}$ : Persentase Serat ( $\text{g}/\text{mm}^3$ )

Jadi untuk mencari komposit dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut

- Volume komposit

$$V_{komposit} = (\%serat \times V_{serat}) + (\% matriks \times V_{matriks})$$

Keterangan:

$V_{komposit}$  : Volume Komposit (gr)

$V_S$  : Volume Serat (cm<sup>3</sup>)

$V_{matriks}$  : Volume Matriks(cm<sup>3</sup>)

## 2.7 Metode Hand Lay-Up

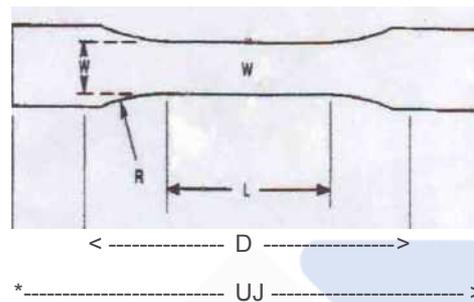
*Hand lay-up* adalah metode paling sederhana dalam proses manufaktur komposit. Proses ini terdiri dari beberapa langkah utama yang dilakukan berulang kali untuk mencapai ketebalan dan kekuatan yang diinginkan. Proses pembuatan komposit dengan metode ini melibatkan menuangkan resin ke serat yang telah dibentuk seperti anyaman, kemudian memberikan tekanan dan meratakannya menggunakan roller. Keutamaan menggunakan metode *Hand lay-up* yaitu:

1. Mudah dicetak
2. Cocok digunakan untuk komponen yang besar
3. Volumanya rendah.

Metode *hand lay-up* sering digunakan untuk pembuatan berbagai jenis komponen yang menggabungkan kekuatan, fleksibilitas desain, dan biaya produksi yang terjangkau. Contoh komponen yang sering diproduksi menggunakan metode *hand lay-up* meliputi bodi kapal, bodi kendaraan, bilah turbin angin, bak mandi, dan perahu. Metode ini memungkinkan pembuatan komponen dengan berbagai bentuk dan ukuran yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan, serta memberikan fleksibilitas dalam pemilihan material seperti fiberglass, serat karbon, atau serat aramid yang diperkuat dengan resin epoxy, polyester, atau vinyl ester. [15].

## 2.8 Uji Tarik

Pengujian tarik bertujuan untuk mengukur tegangan, regangan, dan modulus elastisitas suatu bahan dengan menarik spesimen hingga putus. Pengujian ini dapat dilakukan menggunakan mesin uji tarik atau mesin uji universal sesuai dengan standar ASTM D 638.



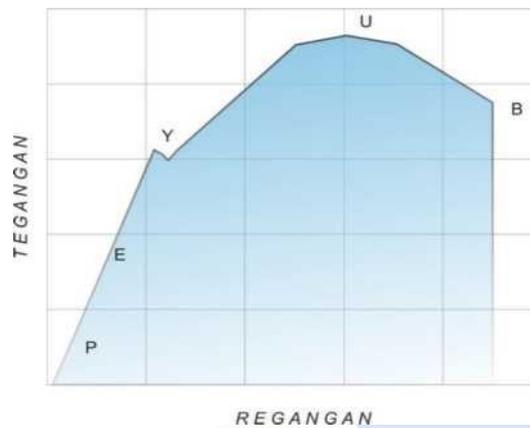
Gambar 2. 10 Spesimen Uji Tarik. [16].

Geometri dan dimensi bahan uji menurut standar ASTM D 638 dapat dilihat pada Gambar 2.10. Dalam gambar tersebut,  $W_0$  adalah lebar spesimen (mm),  $L$  adalah panjang daerah ukur (mm),  $W$  adalah lebar daerah pengujian (mm),  $L_0$  adalah panjang spesimen (mm),  $D$  adalah diameter (115 mm), dan  $R$  adalah jari-jari bahu (mm).

Gambar 2.11 menunjukkan kurva tegangan-regangan pada spesimen yang diuji tarik. Dalam gambar ini, notasi  $P$  adalah batas proporsional, di mana penambahan panjang berbanding lurus dengan penambahan beban (berlaku hukum *Hooke*). Biasanya, titik ini dianggap sama dengan titik elastis. Notasi  $E$  adalah batas elastis, yang menunjukkan bahwa spesimen akan kembali ke bentuk semula jika beban dihilangkan. Notasi  $Y$  adalah yield, yaitu batas luluh, di mana terjadi penguluran tanpa adanya penambahan beban. Tegangan pada titik  $Y$  disebut tegangan luluh (*Yield stress*).

Setelah titik  $Y$  terlampaui, terjadi perpanjangan plastis hingga titik  $U$  yang merupakan batas ultimate. Jika beban diteruskan hingga melebihi tegangan luluh, tegangan akan terus meningkat seiring dengan peningkatan regangan dan mencapai nilai maksimum. Setelah tahap ini, beban akan menurun kembali. Batas ini menentukan kekuatan tarik maksimum, dan tegangan tarik pada titik ini

disebut tegangan tarik. Notasi B adalah batas patah, di mana spesimen uji akan mengalami patah dan putus karena tegangan akhir yang diterima.



Gambar 2. 11 Kurva Tegangan-Rengangan. [16].

Hubungan antara tegangan dan regangan pada beban tarik dapat dinyatakan dengan rumus berikut. [16]

$$F = G \cdot A \text{ atau } G = \frac{F}{A}$$

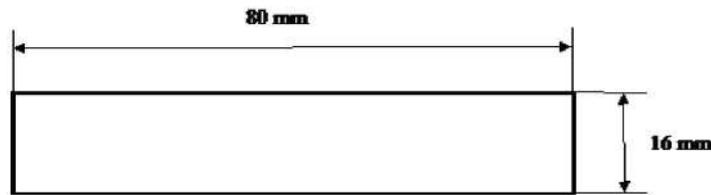
Dimana:

F = Bebas (N)

A = Luas Penampang (mm<sup>2</sup>)

## 2.9 Uji Bending

Material komposit memiliki sifat tekan yang lebih baik dibandingkan dengan sifat tariknya. Dalam pengujian bending, bagian atas spesimen mengalami tekanan, sedangkan bagian bawah spesimen mengalami tarikan. Hal ini menyebabkan spesimen patah di bagian bawah karena tidak mampu menahan tegangan tarik. [16].



Gambar 2. 12 Spesimen Uji Bending. [16].

Spesimen uji bending dapat dibuat sesuai standar ASTM D790. Dapat dilihat pada gambar 2. 12 Perhitungan kekuatan bending dapat menggunakan persamaan:

$$ab = \frac{FL}{B^2D}$$

2.b.d2

Dimana:

$ab$  = Kekuatan Bending (MPa)

$F$  = Gaya Tarik (N)

$L$  = Panjang Spesimen (mm)

$B$  = Lebar (mm)

$D$  = Tebal (mm)

## 2.10 Penelitian Terdahulu

Menurut Wahyu Rachmadi (2023) dalam penelitiannya yang berjudul **“Optimasi Perlakuan Konsentrasi dan Waktu Perendaman NaOH Serta Fraksi Volume Pada Komposit Serat Kulit Jagung Terhadap Pengujian Bending Metode Taguchi”** material yang digunakan untuk bagian bumper mobil memiliki kelemahan dalam hal sifat mekaniknya. Oleh karena itu, komposit serat alam dapat menjadi inovasi masa depan yang potensial. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan urutan level faktor yang mempengaruhi sifat mekanik serta kombinasi level faktor optimal untuk uji bending komposit serat kulit jagung. Metode yang digunakan adalah metode Taguchi. Rata-rata hasil tertinggi dari uji bending adalah 31,93 MPa. Rata-rata nilai prediksi Taguchi untuk uji bending adalah 32,17 MPa, dan hasil konfirmasi balik menunjukkan rata-rata uji bending sebesar 32,71 MPa. Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa urutan level faktor yang paling berpengaruh signifikan adalah fraksi volume serat, diikuti oleh waktu perendaman serat, dan konsentrasi NaOH. Kombinasi level faktor

yang optimal untuk uji bending adalah konsentrasi NaOH 5%, waktu perendaman 2 jam, dan fraksi volume serat 40%. [17].

Menurut A. Ramadahni (2022) dalam penelitiannya yang berjudul **“Pengaruh Fraksi Volume Pada Komposit serat Kulit Jagung Dengan Matriks Polyester Terhadap Kekuatan Tarik Sebagai Bahan Baku Industri Papan”** jagung merupakan tanaman penting di Indonesia, namun limbah hasil panennya seperti kulit jagung sering tidak dimanfaatkan secara optimal. Inovasi dalam bidang teknik telah mengembangkan bahan komposit yang menggunakan kulit jagung sebagai penguat karena kandungan selulosanya yang mencapai 38%. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan kekuatan tarik maksimum dari bahan komposit serat kulit jagung dan matriks poliester dengan variasi fraksi volume 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10%. Metode yang digunakan adalah eksperimen, yang dimulai dari proses perendaman kulit jagung, penambahan 5% NaOH, pencetakan spesimen, hingga pengujian kekuatan tarik menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) HT-2402. Semua hasil pengujian kekuatan tarik memenuhi standar industri papan JISA5905-2003, dengan hasil tertinggi pada fraksi volume 4% sebesar 26,84 MPa, dan hasil terendah pada fraksi volume 2% sebesar 18,21 MPa. [18].

Menurut Adha (2023) dalam penelitiannya yang berjudul **“Pengaruh Curing Time Terhadap Material Komposit Serat Kulit Jagung Sebagai Alternatif Bumper Mobil”** Serat dari kulit jagung, yang memiliki banyak keunggulan seperti murah, melimpah, dan ramah lingkungan. Dengan meningkatnya produksi jagung, limbah kulit jagung juga semakin bertambah. Padahal, serat dari kulit jagung sangat kuat dan potensial untuk dijadikan komposit serat alam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek perendaman NaOH 7% selama 1, 2, dan 3 jam, serta efek curing time pada suhu 95°C, 105°C, dan 115°C selama 4 jam terhadap kekuatan tarik dan bending komposit anyaman serat kulit jagung. Sampel dibuat dengan metode hand lay-up dan dianalisis menggunakan metode faktorial. Hasil tertinggi untuk uji tarik adalah 19,93 Mpa pada spesimen yang direndam NaOH selama 2 jam pada suhu 95°C, sedangkan hasil terendah adalah 12,13 Mpa pada spesimen yang direndam selama 3 jam pada

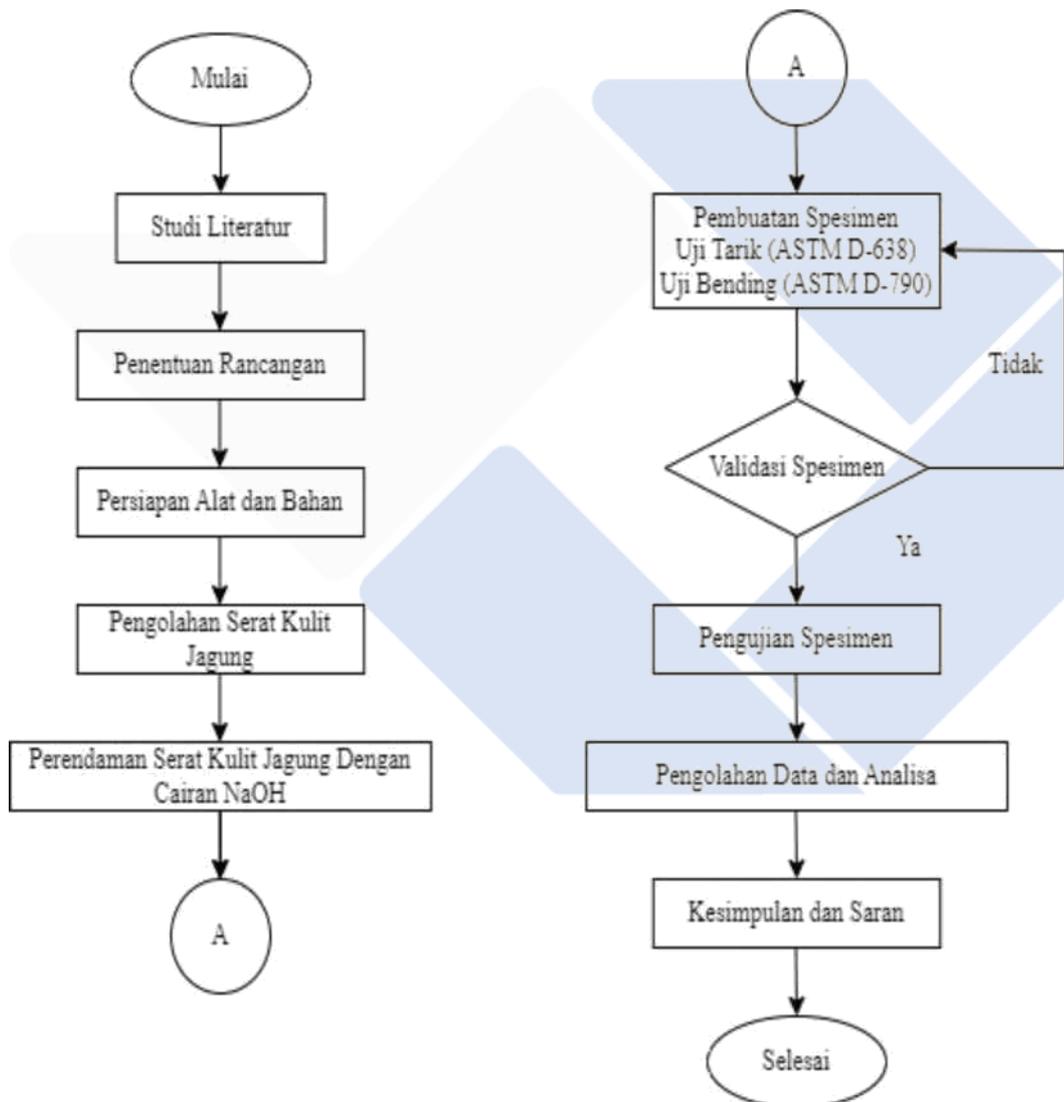
suhu 115°C. Untuk uji bending, nilai tertinggi adalah 55,33 Mpa pada spesimen yang direndam selama 2 jam pada suhu 95°C, sementara nilai terendah adalah 23,27 Mpa pada spesimen yang direndam selama 2 jam pada suhu 105°C. [7].



### BAB III METODELOGI PELAKSANAAN

#### 3.1 Tahapan Penelitian

Proses penelitian ini mengikuti beberapa tahapan, dimulai dari pemilihan judul, persiapan alat dan bahan, pembuatan spesimen, serta pelaksanaan uji. Setelah itu, hasil maksimum diperoleh, kemudian data diolah, dianalisis, dan dibuat kesimpulan. Tahapan-tahapan selengkapnya ditunjukkan pada Gambar 3.1, diagram alir penelitian.



Gambar 3. 1. Diagram Alir

## **3.2 Studi Literatur**

Studi literatur adalah langkah awal dalam pengumpulan data untuk referensi penelitian. Langkah ini melibatkan identifikasi permasalahan yang akan dihadapi serta penyusunan rencana kerja. Pada tahap awal penelitian, dilakukan pengumpulan jurnal maupun artikel dan dilanjutkan dengan langkah-langkah berikutnya sesuai rencana penelitian. Data yang terkumpul dari penelitian kemudian dibandingkan dengan hasil pengujian untuk dianalisis lebih lanjut.

## **3.3 Penentuan Rancangan Penelitian**

### **3.3.1 Menentukan Rumusan Dan Tujuan Masalah**

Sebelum memulai penelitian, penulis harus menentukan permasalahan dan tujuan yang ingin dicapai. Permasalahan dalam penelitian ini adalah memahami pengaruh lapisan serat kulit jagung terhadap fraksi volume serat, serta efek perendaman NaOH terhadap uji tarik dan bending. Selain itu, penelitian ini juga akan mengeksplorasi pengaruh temperatur pengovenan terhadap hasil uji tarik dan bending. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana lapisan serat kulit jagung dan perendaman NaOH mempengaruhi uji tarik dan bending, serta memahami dampak temperatur pengovenan terhadap hasil uji tersebut.

### **3.3.2 Penentuan Tempat Penelitian**

Spesimen penelitian dibuat di rumah yang berlokasi di Jl. Depati Amir No. 34, Sungailiat. Pengambilan data untuk uji tarik dan uji bending dilakukan di Laboratorium Material, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung (POLMAN BABEL).

## **3.4 Persiapan Alat Dan Bahan**

### **3.4.1 Alat**

Penelitian ini menggunakan alat-alat sebagai berikut:

1. Gelas Ukur

Untuk mengukur takaran campuran NaOH pada proses perendaman serat kulit jagung. Ditunjukkan pada Gambar 3.2 di bawah ini.



Gambar 3. 2 Gelas Ukur.

## 2. Sisir Dan Gunting

Sisir untuk pengambilan serat dari kulit jagung setelah melewati proses perendaman yang berisikan air, dan gunting digunakan untuk merapikan panjang serat. Ditunjukkan pada Gambar 3.3 di bawah ini.



Gambar 3. 3 Sisir Dan Gunting.

## 3. Cetakan Spesimen

Menggunakan cetakan uji tarik ASTM D-638 dan uji bending ASTM D-790, dibentuk sesuai ukuran sempel uji untuk membuat komposit serat kulit jagung. Ditunjukkan pada Gambar 3.4 di bawah ini.



Gambar 3. 4 Cetakan Uji.

#### 4. Jangka Sorong

Digunakan untuk memvalidasi spesimen yang akan diuji tarik dan uji bending. Ditunjukkan pada Gambar 3.5 di bawah ini.



Gambar 3. 5 Jangka Sorong.

#### 5. Timbangan Digital

Timbangan digital digunakan untuk meninmbang serat, resin, dan katalis. Ditunjukkan pada Gambar 3.6 di bawah ini



Gambar 3. 6 Timbangan Digital.

#### 6. *Airfryer Mito*

Airfryer Mitot berfungsi untuk memanaskan dan mengeringkan sampel uji. Ditunjukkan pada Gambar 3.7 di bawah ini.



Gambar 3. 7 *Airfryer Mito*.

#### 7. Mesin Uji Tarik Dan Uji Bending *Zwick/Roell Z020*

Standar pengujian ASTM D-638 digunakan untuk menentukan sifat mekanik material berupa kekuatan tarik, sedangkan standar pengujian ASTM D-790 digunakan untuk menentukan sifat mekanik material berupa kekuatan bending. Ditunjukkan pada Gambar 3.8 di bawah ini.



Gambar 3. 8 Mesin Uji tarik Dan Uji Bending

### 3.4.2 **Bahan**

Penelitian ini menggunakan bahan-bahan sebagai berikut:

#### 1. Serat Kulit Jagung

Serat kulit jagung sebagai penguat komposit, serat kulit jagung dapat dilihat pada Gambar 3.9 di bawah ini.



Gambar 3. 9 Serat Kulit Jagung.

## 2. Resin Dan Katalis

Resin sering digunakan dalam pembuatan komposit, terutama resin poliester, karena keunggulannya seperti harga yang relatif terjangkau dan kemudahan dalam prosesnya. Katalis digunakan untuk mempercepat proses pengerasan pada komposit. Ditunjukkan pada Gambar 3.10 di bawah ini.



Gambar 3. 10 Resin Dan Katalis.

## 3. NaOH

NaOH berfungsi untuk membersihkan lapisan *lignin* yang menyerupai lilin pada permukaan serat, serta menghilangkan *hemiselulosa*, minyak, dan kotoran lainnya dengan konsentrasi 4%. Ditunjukkan pada Gambar 3.11 di bawah ini.



Gambar 3. 11 NaOH.

#### 4. Wax

Wax berfungsi untuk melapisi cetakan supaya tidak lengket pada saat proses pencetakan, biasanya wax yang digunakan berbentuk pasta. Ditunjukkan pada Gambar 3.12 di bawah ini.



Gambar 3. 12 Wax.

### 3.5 Pengolahan Serat Kulit Jagung

Proses pengambilan serat kulit jagung dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Siapkan kulit jagung yang sudah dipisahkan dari tongkolnya.
2. Kulit jagung muda dan tua perlu direndam dalam air selama 7 hari. Sementara itu, kulit jagung kering dijemur di bawah sinar matahari seharian penuh hingga berwarna kecokelatan, lalu direndam selama 20 hari. Proses pembusukan ini akan mempermudah pengambilan serat dari kulit jagung.
3. Pengambilan serat kulit jagung dilakukan dengan cara menyisir kulit jagung yang sudah membusuk tersebut menggunakan sisir.
4. Proses pengeringan serat kulit jagung dikeringkan di bawah sinar matahari. Proses ini dilakukan sampai serat kulit jagung kering.
5. Serat kemudian dilakukan perendaman kembali menggunakan cairan NaOH 4% selama 1 jam, 2 jam, 3 jam.

6. Serat kemudiang dikeringkan kembali di bawah sinar matahari hingga kering.

### **3.6 Pembuatan Spesimen**

Pembuatan model spesimen uji dibuat berdasarkan standar ukuran spesimen yang digunakan yaitu ASTM D-638 untuk uji tarik dan ASTM D-790 untuk uji bending:

1. Siapkan cetakan yang telah dibentuk sesuai dengan spesimen uji.
2. Cetakan yang bersih, lalu oleskan permukaan cetakan menggunakan wax dengan menyeluruh.
3. Siapkan serat, resin, dan katalis sesuai volume cetakan yang telah dibuat, dengan perhitungan berdasarkan 100% volume cetakan sebagai acuannya.
4. Campurkan resin dan katalis dengan perbandingan 95:5 hingga merata untuk membuat campuran. Diaduk dengan merata.
5. Tuangkan campuran resin dan katalis ke permukaan cetakan sebagai lapisan pertama, lalu letakkan serat di atasnya. Setelah itu, tuangkan resin kedua di atas serat.
6. Tutup bagian atas cetakan dengan penutup atau pengepres yang telah dibuat, tekan menggunakan pelat, lalu jepit dengan penjepit agar resin menyebar merata ke seluruh permukaan serat.
7. Biarkan komposit mengeras hingga bisa dilepaskan dari cetakan. Pengerasan dilakukan pada suhu lingkungan. Ulangi proses ini hingga jumlah dan variasi yang diinginkan tercapai.

### **3.7 Validasi Spesimen**

Spesimen yang telah dibentuk diukur sesuai dengan standar yang ditetapkan. Proses ini melibatkan penghalusan atau pengamplasan spesimen, kemudian pengukuran dilakukan menggunakan jangka sorong dan mistar. Untuk memastikan ukuran sesuai dengan standar, spesimen yang tidak memenuhi kriteria akan dibuat ulang oleh peneliti.

### **3.8 Pengujian Spesimen**

#### **3.8.1 Proses Pengujian Material Komposit Uji Tarik**

Pengujian tarik material komposit dilakukan menggunakan *Universal Testing Machine* jenis *Zwick/Roell Z020*. Langkah-langkah dalam pengujian tarik komposit, yaitu

1. Nyalakan mesin uji tarik dan komputer yang digunakan untuk operasional mesin.
2. Buka perangkat lunak *Zwick Test Expert* pada komputer.
3. Pasang dan atur titik nol pada benda uji di dalam cekam mesin uji sesuai dengan tanda yang telah ditentukan dengan menekan tombol *UP* untuk menaikkan atau *DOWN* untuk menurunkan cekam.
4. Isi data material pada Method Window:
  - a. Spesimen, untuk data material mencakup: Bentuk (*Shape*), Ukuran (*Gauge*), Pegangan (*Grip*), dan Panjang (*Length*).
  - b. Siapkan Pengujian (*Prepare Test*) untuk menentukan metode pengujian.
5. Buka layar laporan (report screen) untuk menampilkan hasil pengujian yang mencakup nomor pengujian (test no), tanggal pengujian (test date), dan nama material.
6. Lakukan pengujian dengan menekan tombol TEST pada *toolbox*.
7. Lepaskan material dari cekam mesin uji.
8. Ulangi pengujian sampai semua spesimen telah diuji dan catat hasil pengujian yang diperoleh.

#### **3.8.2 Proses Pengujian Material Komposit Uji Bending**

Pengujian bending material komposit dilakukan menggunakan *Universal Testing Machine* jenis *Zwick/Roell Z020*. Langkah-langkah dalam pengujian bending komposit, yaitu

1. Nyalakan mesin uji bending dan komputer yang digunakan untuk operasional mesin.
2. Buka perangkat lunak *Zwick Test Expert* pada komputer.
3. Tentukan titik tumpu dan titik tengah sampel.

4. Tentukan jumlah gaya yang akan diberikan.
5. Tempatkan sampel uji pada meja mesin uji bending.
6. Putar *handle* hingga gaya menyentuh sampel uji dan indikator manometer menunjukkan angka nol.
7. Lakukan proses uji bending dengan mengklik tombol *TEST* pada *toolbar*.
8. Ulangi pengujian sampai semua spesimen telah diuji dan catat hasil pengujian yang diperoleh.

### **3.9 Pengolahan Data Dan Analisa Data**

#### **3.9.1 Pengolahan Data**

Data hasil pengujian akan diperoleh setelah melakukan uji tarik dan uji bending, dengan nilai yang ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi hasil dari spesimen komposit yang diperkuat dengan serat kulit jagung. Berikut tabel yang digunakan dalam pengujian tarik dan pengujian bending dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 di bawah ini.

Tabel 3. 1 Pengujian Tarik (Mpa).

No	Lama Perendaman Serat (Jam)	Jenis Serat	Temperatur (°C)	Kekuatan Tarik (Mpa) Spesimen
1	1	Muda	80	
2	1	Muda	90	
3	1	Muda	100	
4	2	Muda	80	
5	2	Muda	90	
6	2	Muda	100	
7	3	Muda	80	
8	3	Muda	90	
9	3	Muda	100	
10	1	Tua	80	
11	1	Tua	90	
12	1	Tua	100	
13	2	Tua	80	
14	2	Tua	90	
15	2	Tua	100	
16	3	Tua	80	
17	3	Tua	90	
18	3	Tua	100	
19	1	Kering	80	
20	1	Kering	90	
21	1	Kering	100	
22	2	Kering	80	
23	2	Kering	90	
24	2	Kering	100	
25	3	Kering	80	
26	3	Kering	90	
27	3	Kering	100	

Tabel 3. 2 Pengujian Bending (Mpa).

No	Lama Perendaman Serat (Jam)	Jenis Serat	Temperatur (°C)	Kekuatan Tarik (Mpa) Spesimen
1	1	Muda	80	
2	1	Muda	90	
3	1	Muda	100	
4	2	Muda	80	
5	2	Muda	90	
6	2	Muda	100	
7	3	Muda	80	
8	3	Muda	90	
9	3	Muda	100	
10	1	Tua	80	
11	1	Tua	90	
12	1	Tua	100	
13	2	Tua	80	
14	2	Tua	90	
15	2	Tua	100	
16	3	Tua	80	
17	3	Tua	90	
18	3	Tua	100	
19	1	Kering	80	
20	1	Kering	90	
21	1	Kering	100	
22	2	Kering	80	
23	2	Kering	90	
24	2	Kering	100	
25	3	Kering	80	
26	3	Kering	90	
27	3	Kering	100	

### 3.9.2 Analisa Data

Analisa data yang digunakan pada penelitian menggunakan metode eksperimen langsung untuk menguji pengaruh durasi perendaman dalam NaOH 1 jam, 2 jam, dan 3 jam serta variasi suhu 80°C, 90°C, dan 100°C. Terhadap komposit serat kulit jagung, pengujian meliputi uji tarik dan uji bending.

## BAB IV PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini menggunakan komposit serat dari lapisan kulit jagung. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hasil klarifikasi kekuatan uji tarik dan uji bending dari penelitian terdahulu. Pengujian tarik dan bending dengan menggunakan *Universal Testing Machining* merek *Zwick Roell Model Z020 Xforce K*. Penelitian ini meneliti komposit serat dari lapisan kulit jagung, dengan menguji perbedaan kekuatan dari lapisan kulit jagung muda, tua, dan kering yang dipengaruhi perendaman NaOH 4% selama 1 jam, 2 jam, dan 3 jam, serta pengaruh temperatur 80°C, 90°C, dan 100°C selama 60 menit. Setiap pengujian dilakukan dengan satu kali pengulangan. Data yang diperoleh akan diolah untuk menyimpulkan kekuatan tarik dan kekuatan bending yang dihasilkan dari eksperimen ini. Dapat dilihat pada Gambar 4.1 spesimen uji tarik dan uji bending yang telah dicetak dan diukur sesuai standar yang telah ditetapkan



Gambar 4. 1 Spesimen Uji Tarik Dan Uji Bending.

### 4.1 Hasil Pengujian

#### 4.1.1 Pengujian Tarik

Setelah sampel uji dicetak dan diberi tanda, langkah selanjutnya adalah menyiapkan mesin uji tarik serta komputer yang akan digunakan. Kemudian, pasang benda uji di cekaman mesin uji dan atur titik nol. Masukkan data material pada *Method Window*, lalu tekan tombol *TEST* pada komputer untuk memulai

pengujian dan memperoleh hasil kekuatan tarik dari sampel yang telah dibuat. Kegiatan pengujian tarik spesimen ditunjukkan pada Gambar 4.1 dan hasil spesimen uji yang telah ditarik menggunakan mesin ditunjukkan pada gambar 4.2 di bawah ini.



Gambar 4. 2 Proses Uji Tarik.



Gambar 4. 3 Spesimen Setelah Uji Tarik.

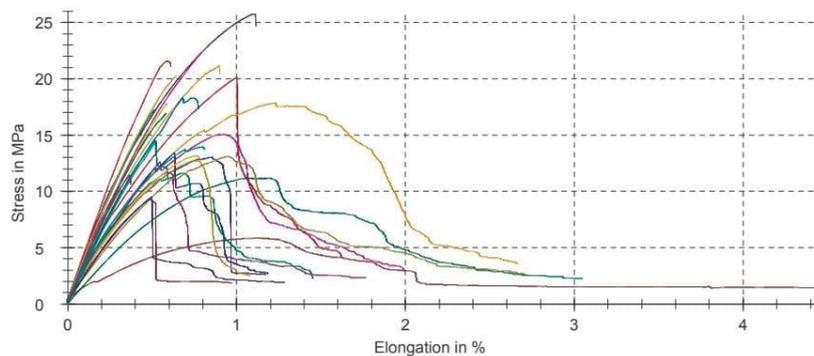
Pengujian tarik menggunakan mesin *Universal Testing Machine* merek *Zwick Roell Model Z020* telah dilakukan untuk menghasilkan nilai kekuatan tarik. Hasil kekuatan tarik ini kemudian disusun dari nilai tertinggi hingga terendah

untuk mendapatkan data yang sesuai dengan tujuan penelitian yang telah ditetapkan. Data hasil uji tarik ditampilkan dalam Tabel 4.1 di bawah ini

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Spesimen Uji Tarik.

No	Lama Perendaman Serat (Jam)	Jenis Serat	Temperatur (°C)	Kekuatan Tarik (Mpa) Spesimen
1	1	Muda	80	20,2
2	1	Muda	90	25,8
3	1	Muda	100	22,3
4	2	Muda	80	11,6
5	2	Muda	90	12,7
6	2	Muda	100	13,9
7	3	Muda	80	13,0
8	3	Muda	90	11,7
9	3	Muda	100	13,2
10	1	Tua	80	17,8
11	1	Tua	90	14,5
12	1	Tua	100	9,34
13	2	Tua	80	15,1
14	2	Tua	90	13,1
15	2	Tua	100	16,9
16	3	Tua	80	14,4
17	3	Tua	90	21,6
18	3	Tua	100	9,53
19	1	Kering	80	17,8
20	1	Kering	90	17,2
21	1	Kering	100	20,2
22	2	Kering	80	5,84
23	2	Kering	90	13,5
24	2	Kering	100	11,4
25	3	Kering	80	11,2
26	3	Kering	90	21,1
27	3	Kering	100	18,3

Berdasarkan Tabel 4.1 jika dibuat dalam bentuk grafik maka didapat sebuah grafik seperti di Gambar 4.4 di bawah ini.



Gambar 4. 4 Grafik Hasil Uji Tarik.

Berdasarkan tabel dan grafik pengujian tarik, dapat diketahui bahwa nilai kekuatan tarik bervariasi pada spesimen yang menggunakan variasi lapisan serat kulit jagung, pengaruh waktu perendaman NaOH, dan pengaruh temperatur. Faktor-faktor tersebut mempengaruhi hasil kekuatan tarik yang berbeda-beda. Hasil tertinggi pada penelitian ini ditunjukkan spesimen lapisan serat kulit jagung muda diengaruhi adanya perendaman NaOH selama 1 jam yang membuat serat benar-benar bersih dari lapisan yang membentuk lilin di permukaan serat. Temperatur 90°C mengakibatkan sampel uji akan semakin keras, hal ini terjadi dikarenakan resin yang sudah melekat pada serat mengeras akibat pemanasan dari pengovenan dengan hasil uji 25,8 Mpa. Sedangkan hasil terendah didapatkan pada lapisan serat kulit jagung kering diengaruhi waktu perendaman NaOH selama 2 jam dan temperatur 80°C, yaitu 5,84 Mpa. Dikarenakan rendaman NaOH yang terlalu lama mengakibatkan serat mudah putus dan ringan. Pada saat pencetakan proses penuangan resin tidak merata terhadap serat dan penekanan masih kurang di semua bidang cetakan spesimen sehingga resin kehilangan daya rekat terhadap serat.

#### 4.1.2 Pengujian Bending

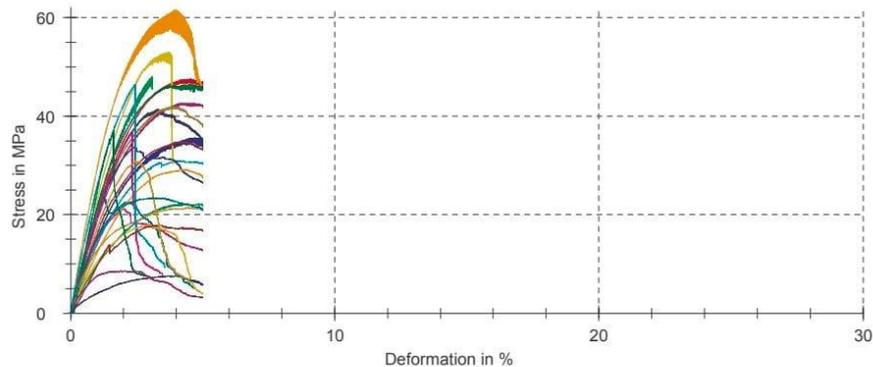
Setelah spesimen uji bending dibuat dan diberi tanda, langkah selanjutnya adalah menyiapkan alat pengujian dan komputer yang akan digunakan. Spesimen kemudian dipasang dan diatur dalam dudukan mesin uji. Data material dimasukkan ke dalam *Method Window*, dan pengujian dilakukan dengan menekan



Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Spesimen Uji Bending.

No	Lama Perendaman Serat (Jam)	Jenis Serat	Temperatur (°C)	Kekuatan Bending (Mpa) Spesimen
1	1	Muda	80	47,5
2	1	Muda	90	41,4
3	1	Muda	100	36,8
4	2	Muda	80	22,1
5	2	Muda	90	21,5
6	2	Muda	100	46,4
7	3	Muda	80	35,6
8	3	Muda	90	42,6
9	3	Muda	100	17,9
10	1	Tua	80	61,5
11	1	Tua	90	24,4
12	1	Tua	100	17,8
13	2	Tua	80	21,2
14	2	Tua	90	41,9
15	2	Tua	100	37,1
16	3	Tua	80	30,9
17	3	Tua	90	37,3
18	3	Tua	100	7,56
19	1	Kering	80	53,0
20	1	Kering	90	48,0
21	1	Kering	100	30,8
22	2	Kering	80	34,8
23	2	Kering	90	33,6
24	2	Kering	100	8,53
25	3	Kering	80	46,4
26	3	Kering	90	29,1
27	3	Kering	100	23,4

Berdasarkan Tabel 4.2 jika dibuat dalam bentuk grafik maka didapat sebuah grafik seperti di Gambar 4.5 di bawah ini.



Gambar 4. 7 Grafik Hasil Uji Bending.

Berdasarkan hasil pada tabel dan grafik di atas, dapat diketahui bahwa nilai kekuatan bending tertinggi terdapat pada lapisan serat kulit jagung tua dengan waktu perendaman NaOH selama 1 jam dan temperatur 80°C, yaitu sebesar 61,5 Mpa. Penyebabnya rendaman waktu NaOH mencukupi pembersihan serat dari lapisan menyerupai lilin di permukaan serat, sehingga serat tidak mudah putus. Temperatur 80°C membuat spesimen mengeras yang disebabkan adanya pemanasan dari pengovenan. Sedangkan, nilai kekuatan bending terendah terdapat pada lapisan serat kulit jagung tua, yaitu 7,56 Mpa dengan waktu perendaman NaOH selama 3 jam, terlalu lama melakukan perendaman mengakibatkan serat mudah putus. Temperatur yang digunakan pada hasil terendah, yaitu 100°C yang mengakibatkan sempel uji menjadi tidak mengeras seutuhnya diakibatkan pemanasan pada suhu temperatur yang berlebihan.

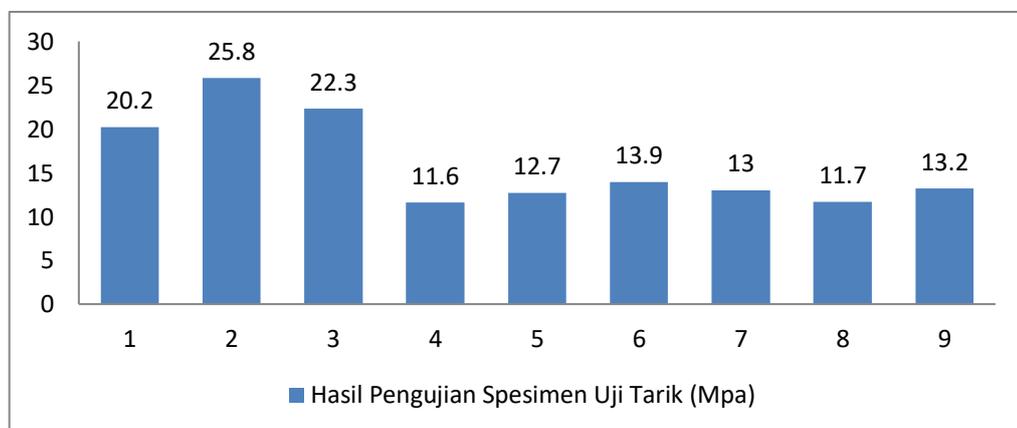
#### 4.2 Analisis Pengujian Tarik Dan Bending

Dari hasil data dan analisis terhadap kekuatan respon uji tarik dan uji bending dengan satuan (Mpa). Didapatkan nilai tertinggi dari kekuatan uji tarik sebesar 25,8 Mpa, menggunakan lapisan serat kulit jagung muda dengan waktu perendaman NaOH selama 1 jam dan temperatur 90°C. Sedangkan, nilai terendah dari hasil uji tarik yang menggunakan lapisan serat kulit jagung kering dengan waktu perendaman NaOH selama 2 jam dan temperatur 80°C, yaitu sebesar 5,84 Mpa. Sedangkan pada kekuatan uji bending didapatkan nilai tertinggi pada lapisan serat kulit jagung tua yang dipengaruhi waktu perendaman NaOH selama 1 jam

dan temperatur 80°C, yaitu sebesar 61,5 Mpa. Dan untuk nilai kekuatan bending yang terendah didapatkan sebesar 7,56 Mpa, yang menggunakan lapisan serat kulit jagung tua dengan waktu perendaman NaOH selama 3 jam dan temperatur 100°C. Perendaman NaOH selama satu jam terbukti menjadi yang terbaik berdasarkan hasil uji pada penelitian ini. Perendaman selama satu jam membuat serat benar-benar bersih dari lapisan yang menyerupai lilin di permukaan serat. Namun, perendaman NaOH yang terlalu lama menyebabkan serat menjadi lembut dan mudah putus. Proses pengovenan juga mempengaruhi, di mana sampel uji tarik dan bending akan semakin mengeras. Hal ini terjadi karena resin yang sudah melekat pada komposit mengeras akibat pemanasan dari proses pengovenan. Berikut beberapa grafik perbandingan lapisan serat kulit jagung dari spesimen tertinggi terhadap pengujian tarik dan bending.

#### 4.2.1 Lapisan Serat Kulit Jagung Muda

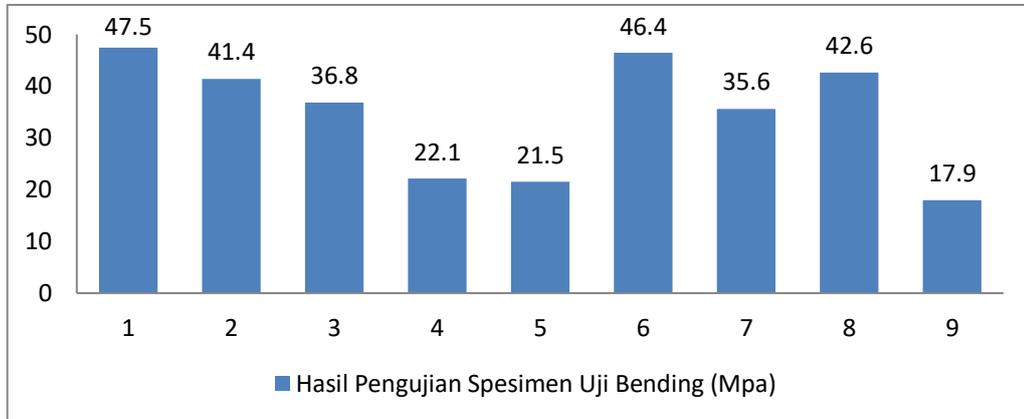
Berikut data grafik hasil pengujian spesimen uji tarik dari lapisan serat kulit jagung muda. Dapat dilihat pada gambar 4.8 di bawah ini.



Gambar 4. 8 Hasil Pengujian Spesimen Uji Tarik Lapisan Muda

Berdasarkan dari grafik pengujian tarik lapisan serat kulit jagung muda maka dapat diketahui nilai kekuatan tarik tertinggi didapatkan pada hasil uji tarik, yaitu 25,8 Mpa dengan pengaruh waktu rendaman NaOH selama 1 jam dan temperatur 90°C. Sedangkan, kekuatan tarik terendah lapisan serat kulit jagung muda dengan pengaruh waktu rendaman NaOH selama 2 jam dan temperatur 80°C, yaitu 11,6 Mpa.

Berikut data grafik hasil pengujian spesimen uji bending dari lapisan serat kulit jagung muda. Dapat dilihat pada gambar 4.9 di bawah ini.

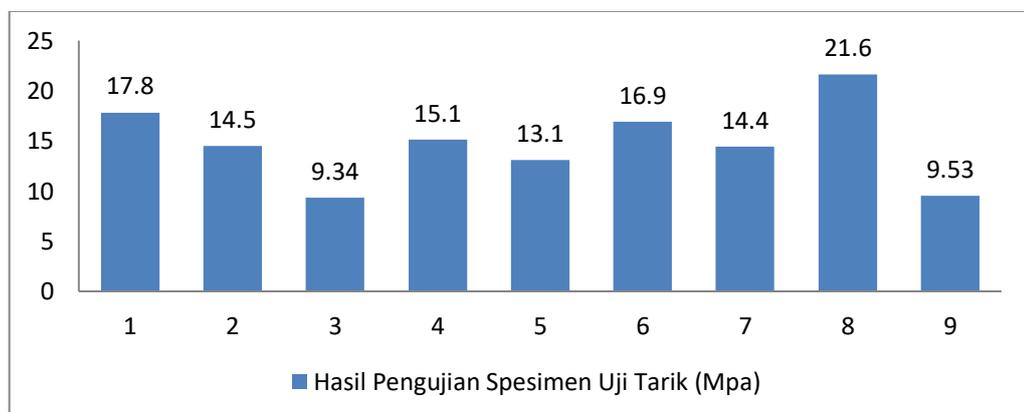


Gambar 4. 9 Hasil Pengujian Spesimen Uji Bending Lapisan Muda

Berdasarkan grafik dari pengujian bending dapat diketahui nilai kekuatan tertinggi dari hasil pengujian bending, lapisan serat kulit jagung muda dengan pengaruh waktu rendaman NaOH selama 1 jam dan temperatur 80°C, yaitu 47,5 Mpa. Sedangkan nilai kekuatan terendah lapisan serat kulit jagung muda pada pengujian bending dengan pengaruh waktu rendaman NaOH selama 3 jam dan temperatur 100°C, yaitu 17,9 Mpa.

#### 4.2.2 Lapisan Serat Kulit Jagung Tua

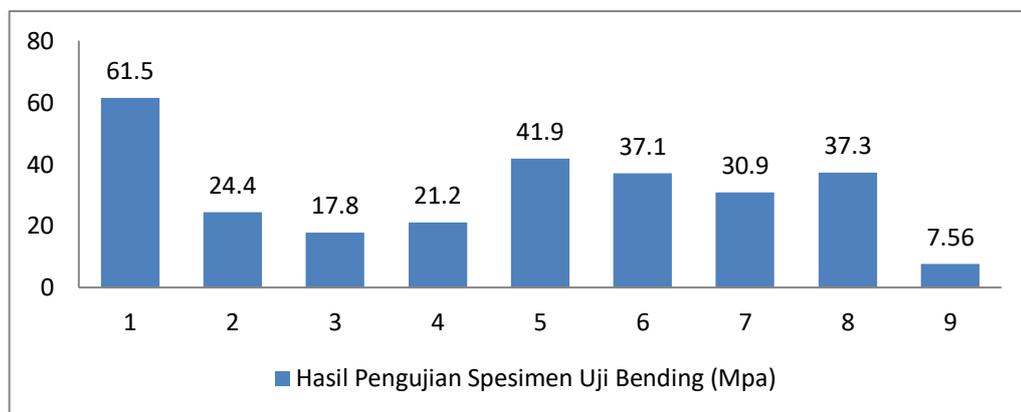
Berikut data grafik hasil pengujian spesimen uji tarik dari lapisan serat kulit jagung tua. Dapat dilihat pada gambar 4.10 di bawah ini.



Gambar 4. 10 Hasil Pengujian Spesimen Uji Tarik Lapisan Tua

Berdasarkan hasil grafik pengujian tarik lapisan serat kulit jagung tua nilai uji kekuatan tarik tertinggi, yaitu 21,6 Mpa dengan pengaruh waktu perendaman NaOH selama 3 jam dan temperatur 90°C. Sedangkan hasil pengujian tarik lapisan serat kulit jagung terendah dengan pengaruh waktu perendaman NaOH selama 1 jam dan temperatur 100°C, yaitu 9,34 Mpa.

Berikut data grafik hasil pengujian spesimen uji bending dari lapisan serat kulit jagung tua. Dapat dilihat pada gambar 4.11 di bawah ini.

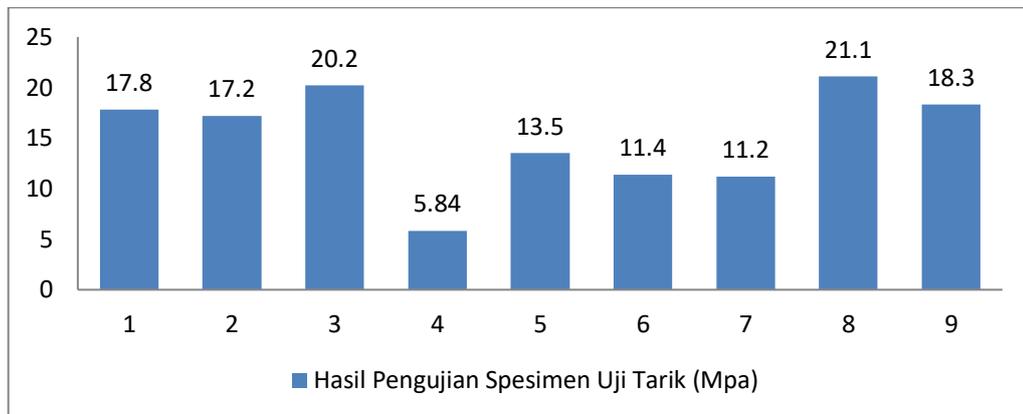


Gambar 4. 11 Hasil Pengujian Spesimen Uji Bending Lapisan Tua

Berdasarkan hasil grafik pengujian bending lapisan serat kulit jagung tua, nilai tertinggi sebesar 61,5 Mpa dicapai dengan waktu perendaman NaOH selama 1 jam pada temperatur 80°C. Sebaliknya, nilai terendah sebesar 7,56 Mpa diperoleh dengan waktu perendaman NaOH selama 3 jam pada temperatur 100°C.

#### 4.2.3 Lapisan Serat Kulit Jagung Kering

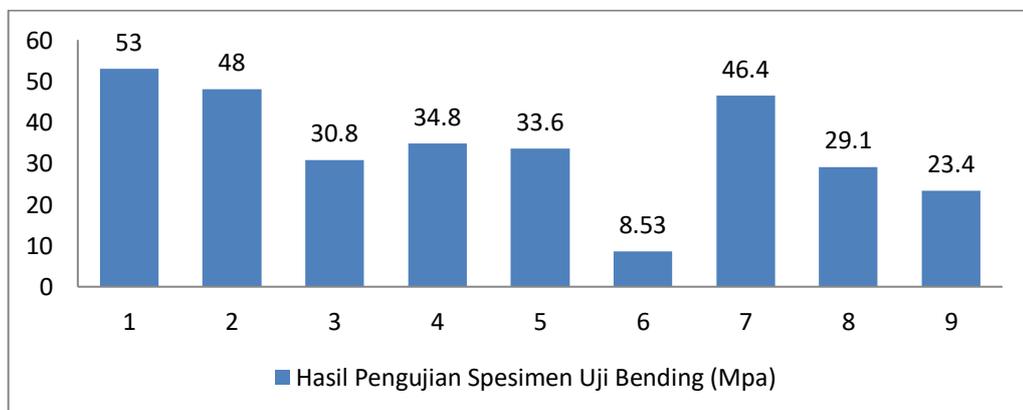
Berikut data grafik hasil pengujian spesimen uji tarik dari lapisan serat kulit jagung kering. Dapat dilihat pada gambar 4.12 di bawah ini.



Gambar 4. 12 Hasil Pengujian Spesimen Uji Tarik Lapisan Kering

Berdasarkan hasil grafik pengujian tarik lapisan serat kulit jagung kering, kekuatan tertinggi sebesar 21,1 Mpa diperoleh dengan waktu perendaman NaOH selama 3 jam pada temperatur 90°C. Sementara itu, kekuatan tarik terendah sebesar 5,84 Mpa didapatkan dengan waktu perendaman NaOH selama 2 jam pada temperatur 80°C.

Berikut data grafik hasil pengujian spesimen uji bending dari lapisan serat kulit jagung kering. Dapat dilihat pada gambar 4.13 di bawah ini.



Gambar 4. 13 Hasil Pengujian Spesimen Uji Bending Lapisan Kering

Berdasarkan hasil grafik pengujian bending lapisan serat kulit jagung kering, kekuatan tertinggi terdapat sebesar 53,0 Mpa dengan waktu perendaman NaOH selama 1 jam pada temperatur 80°C. Sementara itu, kekuatan uji bending terendah tercatat sebesar 8,53 Mpa dengan waktu perendaman NaOH selama 2 jam pada temperatur 100°C.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang dilakukan dengan judul “Analisis Lapisan Serat Kulit Jagung Dengan Pengaruh NaOH 4% Komposit *Matriks Polyester* Terhadap Pengujian Tarik dan Bending” maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Dapat diketahui bahwa lapisan serat kulit jagung muda, tua, dan kering terhadap fraksi volume serat 50%, serta pengaruh waktu perendaman NaOH 4% selama 1 jam, 2 jam, dan 3 jam terhadap pengujian tarik dan bending. Terdapat pengaruh signifikan pada respon uji tarik dan uji bending dalam satuan (Mpa). Data tertinggi untuk spesimen uji tarik dan uji bending ditemukan pada lapisan serat kulit jagung muda dan tua, yang keduanya dipengaruhi oleh perendaman NaOH selama 1 jam. Sebaliknya, hasil uji tarik dan bending terendah terdapat pada lapisan serat kulit jagung kering dan tua, yang dipengaruhi oleh perendaman NaOH dengan waktu yang berbeda, yaitu 2 jam dan 3 jam. Maka dapat disimpulkan bahwa setiap lapisan serat kulit jagung memiliki kekuatan tarik dan bending yang berbeda setelah dipengaruhi oleh perendaman NaOH. Waktu perendaman NaOH sangat mempengaruhi serat kulit jagung semakin lama perendaman dilakukan, serat menjadi lebih mudah putus dan lebih ringan.
2. Telah diketahui pengaruh temperatur pada spesimen lapisan serat kulit jagung dengan temperatur 80°C, 90°C, dan 100°C selama 60 menit terhadap uji kekuatan tarik dan bending. Hasil menunjukkan nilai tertinggi pada uji tarik dan bending dicapai pada temperatur 90°C dan 80°C, sedangkan nilai terendah didapatkan pada temperatur 80°C dan 100°C. Dapat disimpulkan bahwa proses pengovenan mempengaruhi kekerasan sampel uji tarik dan bending. Pemanasan membuat resin basah melekat pada komposit, sehingga meningkatkan kekerasan. Namun, temperatur yang terlalu tinggi dan durasi pemanasan yang lebih lama dapat menyebabkan resin pada komposit meleleh.

## **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan terkait penggunaan komposit dengan lapisan serat kulit jagung, peneliti ingin menyampaikan beberapa saran untuk membantu penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Untuk penelitian mendatang, disarankan untuk terlebih dahulu menstandarkan kadar air pada lapisan serat kulit jagung muda, tua, dan kering. Supaya kandungan air yang terdapat pada lapisan serat kulit jagung seragam, agar tidak terjadi kelebihan kandungan air yang bisa mempengaruhi hasil uji terhadap spesimen.
2. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengambil kulit jagung sebanyak mungkin, menggunakan fraksi volume serat yang berbeda, serta menggunakan pengaruh perendaman yang berbeda.
3. Lebih teliti dalam melakukan pencetakan dan pengujian.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Muriana, “Analisis Komposit Berpenguat Serat Tandan Sawit Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekuatan Impak Dengan Perendaman Asap Cair,” *EDUSAINTEK J. Pendidikan, Sains dan Teknol.*, vol. 10, no. 1, pp. 43–57, 2023.
- [2] D. Darianto, A. Siregar, B. Umroh, and D. Kurniadi, “Simulasi Kekuatan Mekanis Material Komposit Tempurung Kelapa Menggunakan Metode Hlingga Mechanical,” *J. Mech. Eng. Manuf. Mater. Energy*, vol. 3, no. 1, p. 39, 2019.
- [3] M. D. Arya N, M. Rasid, and H. Indra, “Pengaruh Struktur Penyusunan Filler/Serat Kulit Jagung Pada Komposit Resin Polyester Terhadap Uji Bending Sebagai Pengganti Plafon,” *J. Teknol. Terap.*, vol. 2, no. 2, pp. 2723–3359, 2021.
- [4] H. Hestiawan and A. Fauzi, “Studi Pengaruh Fraksi Volume dan Susunan Serat Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending Komposit Resin Berpenguat Serat Rotan ( Calamus Trachycoleus ),” *J. Mech.*, vol. 5, no. 1, pp. 3–6, 2014.
- [5] BPS, “Luas Panen dan Produksi Jagung di Indonesia 2023 (Angka Sementara),” 2023.
- [6] F. S. Wahyu and A. Nuha, “Pengolahan Limbah Bonggol Jagung Menjadi Briket Sebagai Upaya Peningkatan Ekonomi Kreatif Desa Surajaya Pematang,” *Pros. Kampelmas*, vol. 2, no. 1, pp. 345–354, 2023.
- [7] E. Yudo, A. Adha, M. Subhan, and Y. Yuliyanto, “Pengaruh Curing Time Terhadap Material Komposit Serat Kulit Jagung Sebagai Alternatif Bumper Mobil,” *Manutech J. Teknol. Manufaktur*, vol. 15, no. 02, pp. 159–166, 2023, doi: 10.33504/manutech.v15i02.275.
- [8] S. Salman, I. M. A. Sayoga, and R. Maulana, “Pengaruh Fraksi Volume Serat Kulit Jagung Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekuatan Bending Komposit Polyester,” *J. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 1, p. 29, 2018.
- [9] Nurfaejriani, “Mechanical Characterization Of Composites Reinforced By Corn Husk Fiber (*Zea mays*) Waste and Coffee Husk Fiber (*Coffea arabica* L),” *Mater. Sci. Forum*, vol. 1080, pp. 75–81, 2023, doi: <https://www.scientific.net/MSF.1080.75>.

- [10] A. Syarief and M. Amin, "Pengaruh Variasi Fraksi Volume Komposit Polyester-Serat Kulit Jagung (*Zea Mays*) Terhadap Kekuatan Impak, Bending, dan Tarik," *Sci. J. Mech. Eng. Kinemat.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2016.
- [11] I. M. . Dwipayana and I. K. . Widi, "Analisa Uji Tarik dan Uji Impak Komposit Penguat Karbon, Campuran Epoxy-Karet Silikon 30%, 40%, 50%, Rami, Kenaf Matrik Epoxy," *Made Agung Dwipayana*, vol. 1, 2020.
- [12] A. Alrosyid, "Analisa Kekuatan Tarik dan Bending Komposit Resin Polyester Yang Diperkuat Serat Rami Tenun Dengan Orientasi Arah Sudut 0° dan 45° Sebagai Alternatif Bumper Mobil," *Skripsi, Tek. Mesin Univ. Sultan Ageng Tirtayasa*, 2023.
- [13] I. P. W. S. P. ARISUDANA, "Analisa Uji Tarik dan Impak Penguat Karbon Campuran Epoxy-Karet Silikon 30%,40%,50%, Rami, dan Kapas Matrik Epoxy," vol. 21, no. 1, pp. 1–9, 2020.
- [14] J. J. S. Nesimnasi, K. Boimau, Y. M. Pell, J. T. Mesin, and U. N. Cendana, "Pengaruh Perlakuan Alkali ( NaOH ) pada Serat Agave Cantula terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester," vol. 02, no. 01, pp. 29–38, 2015.
- [15] R. H. Setyanto, "Review : Teknik Manufaktur Komposit Hijau dan Aplikasinya," vol. 11, no. 1, pp. 9–18, 2012.
- [16] M. Abd. Kadir, Aminur, "Pengaruh Pola Anyaman Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending Komposit Berpenguat Serat Bambu," *Din. J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 9–18, 2014.
- [17] W. Rachmadi, T. H. Ningsih, T. Mesin, U. N. Surabaya, T. Mesin, and U. N. Surabaya, "Optimasi Perlakuan Konsentrasi dan Waktu Perendaman NaOH Serta Fraksi Volume Pada Komposit Serat Kulit Jagung Terhadap Pengujian Bending Metode Taguchi," vol. 2, no. 1, pp. 30–38, 2023.
- [18] R. D. H. A. Ramadhani\*, S.H.B. Prastowo, "Pengaruh Fraksi Volume Pada Komposit Serat Kulit Jagung Dengan Matriks Polyester Terhadap Kekuatan Tarik Sebagai Bahan Baku Industri Papan," *Din. Tek. Mesin J. Keilmuan dan Terap. Tek. Mesin*, vol. 12, no. 2, pp. 129–136, 2022.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup

#### DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Fadilla Muhamad Razqi  
Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 11 Oktober 2001  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Agama : Islam  
Pendidikan Terakhir : DIV (Teknik Mesin Manufaktur)  
Alamat : Jl. Depati Amir No 34, Sungailiat  
Email : [razqifadilla11@gmail.com](mailto:razqifadilla11@gmail.com)

#### Pendidikan Formal

- a. 2007-2013 : SD Negeri 07 Jakarta Barat
- b. 2013-2017 : SMP Muhammadiyah Sungailiat
- c. 2017-2021 : SMK Muhammadiyah Sungailiat

Lampiran 2. Proses Pengolahan Kulit Jagung

No	Gambar Proses Kerja	Keterangan
1		<p>Proses pemisahan lapisan kulit jagung muda, tua, dan kering</p>
2		<p>Proses pengambilan lapisan kulit jagung kering dengan melakukan penjemuran selama satu hari di bawah sinar matahari</p>
3		<p>Proses perendaman lapisan kulit jagung muda, tua, dan kering menggunakan air bersih selama satu minggu</p>
4		<p>Proses pengambilan serat dari lapisan kulit jagung muda, tua, dan kering menggunakan sisir</p>

5		<p>Proses penjemuran serat setelah melakukan pengambilan serat lapisan kulit jagung muda, tua, dan kering dengan dibawah sinar matahari</p>
6		<p>Proses perendaman menggunakan NaOH 4% selama 1 jam, 2 jam, dan 3 jam</p>
7		<p>Proses penjemuran kembali setelah melakukan perendaman menggunakan NaOH 4% dengan di bawah sinar matahari</p>

### Lampiran 3. Proses Pembuatan Spesimen

No	Gambar Proses Kerja	Keterangan
1		<p>Proses pengukuran resin dan katalis dengan dilakukan penimbangan</p>
2		<p>Proses penungan campuran resin dan katalis ke dalam cetakan yang sudah diberi Wax</p>

3		<p>Proses penempatan serat kedalam cetakan yang sudah berisi campuran resin dan katalis setelah itu melakukan penuangan kembali dengan campuran resin dan katalis</p>
4		<p>Proses pengepresan menggunakan stik yang tebal dengan cara melakukan penekanan kedalam cetakan dan ditambah dengan penekanan menggunakan plat agar campuran resin dan katalis merata keseluruh serat</p>

#### Lampiran 4. Validasi Spesimen

No	Gambar Proses Kerja	Keterangan
1		<p>Proses validasi spesimen dengan cara melakukan pengamplasan kasar dan halus setelah itu melakukan pengukuran ketebalan, lebar, dan panjang menggunakan jangka sorong atau mistar</p>

#### Lampiran 5 Pengovenan Spesimen

No	Gambar Proses Kerja	Keterangan
1		<p>Proses penempatan spesimen dengan temperatur 80°C</p>
2		<p>Proses pengovenan spesimen dengan temperatur 176°F=80°C selama 60 menit</p>

3		<p>Hasil spesimen setelah melakukan pengovenan</p>
4		<p>Proses penempatan spesimen dengan temperatur 90°C</p>
5		<p>Proses pengovenan spesimen dengan temperatur 194°F=90°C selama 60 menit</p>
6		<p>Hasil spesimen setelah melakukan pengovenan</p>
7		<p>Proses penempatan spesimen dengan temperatur 100°C</p>
8		<p>Proses pengovenan spesimen dengan temperatur 212°F=100°C selama 60 menit</p>
9		<p>Hasil spesimen setelah melakukan pengovenan</p>

## Lampiran 6. Proses Pengujian Spesimen

No	Gambar Proses Kerja	Keterangan
1		Proses pengujian spesimen uji tarik
2		Proses pengujian spesimen uji bending

