

**PENGARUH PENAMBAHAN MOLASE DAN WAKTU  
PERENDAMAN LARUTAN NATRIUM BIKARBONAT  
(NaHCO<sub>3</sub>) KOMPOSIT SERAT KULIT BATANG WARU  
TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN BENDING**

**PROYEK AKHIR**

Laporan ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan sarjana terapan/diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun oleh :  
Sandi NIM 1042226

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI  
BANGKA BELITUNG  
TAHUN 2025**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGARUH PENAMBAHAN MOLASE DAN WAKTU PERENDAMAN  
LARUTAN NATRIUM BIKARBONAT ( $\text{NaHCO}_3$ ) KOMPOSIT SERAT  
KULIT BATANG WARU TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN  
BENDING**

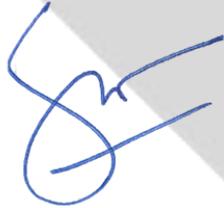
Oleh:

Sandi NIM 1042226

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

Menyetujui,

Pembimbing 1



(Muhammad Subhan, S.S.T., M.T.)

Pembimbing 2



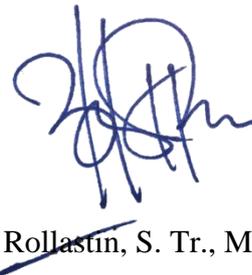
(Sugiyarto, S.S.T., M.T.)

Penguji 1



(Yuliyanto, S.S.T., M.T.)

Penguji 2



(Boy Rollastin, S. Tr., M.T.)

## PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Sandi                      NIM: 1042226

Dengan judul : Pengaruh penambahan molase dan waktu perendaman larutan natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) komposit serat kulit batang waru terhadap kekuatan tarik dan bending

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

Sungailiat, 18 maret 2025

Nama mahasiswa

Tanda tangan

Sandi



## ABSTRAK

*Perkembangan teknologi di bidang industri seperti material tentunya mendorong untuk melakukan pencarian alternatif bahan komposit yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, terutama dari sumber daya alam yang terbarukan seperti komposit yang berpenguat serat alam, salah satu serat alam yang digunakan adalah serat kulit batang waru. Serat batang waru merupakan tanaman yang masih banyak diindonesia terutama dipulau bangka, serat tersebut akan diproses melalui perendaman yang menggunakan larutan natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) sebelum dibuat menjadi komposit. Penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan molase dan mengetahui kombinasi optimal antara penambahan molase dan waktu perendaman menggunakan larutan natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) terhadap kekuatan tarik dan bending. Proses pengujian yang dilakukan yaitu pengujian tarik dan bending dengan penambahan molase 3%, 5%, 7% dengan waktu perendaman larutan natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) selama 5, 6, 7 jam. Spesimen uji tarik mengacu pada standar ASTM D-638 dan pengujian bending mengacu pada standar ASTM D-790. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi yang didapatkan ialah 37,7 Mpa dengan penambahan molase sebanyak 3% sedangkan kekuatan bending tertinggi didapatkan ialah 66,1 Mpa dengan penambahan molase sebanyak 5%, kombinasi yang terbaik kekuatan tarik antara penambahan molase dan waktu perendaman larutan natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) pada penambahan 3% dengan waktu perendaman selama 7 jam, sedangkan kombinasi terbaik kekuatan bending antara penambahan molase dan waktu perendaman larutan natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) pada penambahan 5% dengan waktu perendaman selama 5 jam. Hasil peneltian ini menunjukkan bahwa penambahan molase dan waktu perendaman serat berpengaruh terhadap kekuatan mekanik pada komposit.*

*Kata kunci : Komposit, serat kulit batang waru, molase, larutan natrium bikarbonat, kekuatan tarik, kekuatan bending*

## **ABSTRACT**

*Technological developments in the industrial sector, particularly in materials, have driven the search for environmentally friendly and sustainable composite materials, especially those derived from renewable natural resources such as natural fiber-reinforced composites. One such natural fiber used is aru bark fiber. Waru bark fiber is a plant that is still abundant in Indonesia, particularly on Bangka Island. The fiber is processed through soaking in a sodium bicarbonate ( $\text{NaHCO}_3$ ) solution before being made into a composite. This study aims to determine the effect of molasses addition and to identify the optimal combination of molasses addition and soaking time using sodium bicarbonate solution ( $\text{NaHCO}_3$ ) on tensile strength and bending strength. The testing process involved tensile and bending tests with molasses additions of 3%, 5%, and 7%, and soaking times in sodium bicarbonate ( $\text{NaHCO}_3$ ) solution of 5, 6, and 7 hours. The tensile test specimens referred to the ASTM D-638 standard, and the bending test referred to the ASTM D-790 standard. The results of this study indicate that the highest tensile strength value obtained was 37,7 MPa with a 3% molasses addition, while the highest bending strength was obtained at 66,1 MPa with a 5% molasses addition. The best combination for tensile strength between molasses addition and sodium bicarbonate ( $\text{NaHCO}_3$ ) solution soaking time was achieved with a 3% molasses addition and a soaking time of 7 hours, while the best combination for bending strength between molasses addition and sodium bicarbonate ( $\text{NaHCO}_3$ ) solution soaking time was achieved with a 5% molasses addition and a soaking time of 5 hours. The results of this study indicate that molasses addition and fiber soaking time influence the mechanical strength of the composite.*

*Keywords: Composite, waru bark fiber, molasses, sodium bicarbonate solution, tensile strength, bending strengt*

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh sengaja puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan taufiq dan hidayah-nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyusun laporan proyek akhir ini dengan berjudul “ pengaruh penambahan molase dan waktu perendaman larutan natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) serat kulit batang waru terhadap kekuatan tarik dan bending” dan dapat menyelesaikan program studi D4 Teknik Mesin Dan Manufaktur Di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Sholawat serta salam semoga tercurahkan kepada nabi SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya, serta semoga semua umatnya senantiasa dapat menjalankan syari’at-syari’at nya, Aamiin.

Penulis menyadari sepenuhnya, bahwa dalam penyusunan laporan proyek akhir ini banyak kekurangan mengingat terbatasnya kemampuan penulis, namun berkat rahmat Allah SWT, serta pengarahan dari berbagai pihak, akhirnya laporan ini dapat diselesaikan. Harapan penulis semoga laporan proyek akhir ini dapat bermanfaat untuk kepentingan bersama.

Sehubungan dengan itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Tuhan yang Maha Esa yang telah memberikan kelancaran serta kesehatan yang dimana penulis bisa menyelesaikan laporan ini.
2. Ibunda dan ayahanda tercinta dan adik tercinta, serta seluruh keluarga yang dengan sepenuh hati selalu memberikan dukungan, doa, dan motivasi yang tak ternilai harganya.
3. Bapak Muhammad Subhan, S.S.T., M.T. dan bapak Sugyanto, S.S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, mengarahkan dan memberi saran dalam pembuatan dan penyusunan laporan akhir ini.
4. Bapak Yuliyanto, S.S.T., M.T. berperan sebagai pembimbing ke 3 yang telah membimbing, mengarahkan dan membantu penulis dalam penggunaan mesin uji tarik dan bending

5. Dosen dan staf pengajar di politeknik manufaktur negeri bangka belitung yang telah mendidik, membina dan mengantarkan penulis untuk menempuh kematangan dalam berfikir dan berperilaku.
6. Sahabat-sahabat yang selalu memberikan support dan motivasi kepada penulis.
7. Bapak I Made Andik Setiawan, S.S.T., M.Eng., Ph.D. selaku direktur di politeknik manufaktur negeri bangka belitung yang telah banyak memberikan kemudahan dalam menyelesaikan pendidikan.
8. Seluruh keluarga besar kelas TMM A Angkatan 22.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak dan apabila ada yang tidak disebutkan penulis mohon maaf. Penulis juga menyadari bahwa penulisan proyek akhir ini masih jauh dari kata sempurna dikarenakan penulis adalah manusia biasa yang tidak luput dari kesalahan. Karena yang benar hanya datang dari Allah SWT dan yang salah datang dari penulis sendiri. Oleh sebab itu, sangat diharapkan segala petunjuk, kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar dapat menunjang pengembangan dan perbaikan penulis selanjutnya.

Penulis juga berharap laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pihak yang berkepentingan terkhusus bagi perkembangan ilmu teknologi pada umumnya.

Sungailiat, 18 maret 2025



Sandi

## DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN .....	II
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT .....	III
ABSTRAK .....	IV
<i>ABSTRACT</i> .....	V
KATA PENGANTAR .....	VII
DAFTAR ISI.....	VIII
DAFTAR TABEL.....	XI
DAFTAR GAMBAR .....	XII
DAFTAR LAMPIRAN.....	XIV
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Tujuan Penelitian .....	2
1.4    Batasan Masalah.....	2
1.5    Manfaat Penelitian .....	2
BAB II LANDASAN TEORI.....	4
2.1    Serat.....	4
2.2    Kulit Batang Waru .....	4
2.3    Komposit.....	5
2.3.1.    Pengertian komposit .....	5
2.4    Resin <i>polyester</i> .....	5
2.5    Molase .....	6
2.6    Larutan natrium bikarbonat.....	6
2.7    Uji komposit.....	7
2.7.1    Uji Tarik.....	7
2.7.2    Uji Bending.....	7

2.8	Metode experimental.....	8
BAB III METODE PELAKSANAAN .....		9
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	9
3.2	Studi Literatur .....	10
3.3	Identifikasi Masalah .....	10
3.4	Mempersiapkan Alat Dan Bahan .....	10
3.4.1	Alat Penelitian.....	10
3.4.1	Bahan .....	13
3.5	Proses Pembuatan Spesimen .....	15
3.5.1	Spesimen Uji Tarik .....	16
3.5.2	Spesimen Uji Bending .....	18
3.6	Proses pengujian .....	21
3.6.1	Pengujian Tarik.....	21
3.6.2	Pengujian Bending.....	21
3.7	Analisis dan Pembahasan.....	22
3.8	Kesimpulan dan Saran.....	22
BAB IV PEMBAHASAN.....		23
4.1	Uji Tarik.....	23
4.1.1	Perhitungan Rasio Komposit Serat.....	23
4.1.2	Proses Pengambilan Data.....	25
4.1.3	Data Pengujian .....	27
4.1.4	Analisis Faktor Pengaruh Penambahan Molase.....	28
4.1.5	Analisis Faktor Waktu Perendaman Serat Menggunakan Larutan Natrium Bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) .....	29
4.1.6	Analisis Interaksi Penambahan Molase Dan Waktu Perendaman Serat Dengan Larutan Natrium Bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) .....	30
4.1.7	Analisis <i>DoE</i> Kekuatan Tarik .....	31
4.2	Uji Bending .....	34
4.2.1	Perhitungan Rasio Komposisi Serat .....	34
4.2.2	Proses Pengambilan Data.....	36
4.2.3	Data Pengujian .....	38

4.2.4	Analisis Faktor Pengaruh Penambahan Molase.....	38
4.2.5	Analisis Faktor Waktu Perendaman Serat Menggunakan Larutan Natrium Bikarbonat (NaHCO <sub>3</sub> ).....	39
4.2.6	Analisis Interaksi Penambahan Molase Dan Waktu Perendaman Serat Dengan Larutan Natrium Bikarbonat (NaHCO <sub>3</sub> ).....	40
4.2.7	Analisis <i>DoE</i> Kekuatan Bending .....	41
BAB V PENUTUP.....		45
5.1	Kesimpulan .....	45
5.2	Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA .....		47



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Spesifikasi Serat Waru .....	4
Tabel 2.2 Spesifikasi Jenis Resin .....	5
Tabel 2.3 Kandungan nutrisi molase.....	6
Tabel 3.1 Format Berat Bahan Pengujian Tarik.....	17
Tabel 3.2 Format Berat Bahan Pengujian Bending.....	20
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Rasio Uji Tarik .....	25
Tabel 4.2 Data Hasil Spesimen Uji Tarik .....	27
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Rasio Uji Bending .....	35
Tabel 4.4 Data Hasil Spesimen Uji bending .....	38



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Standard ASTM D638.....	7
Gambar 2.2 Standard ASTM D790.....	8
Gambar 3.1 diagram alir penelitian.....	9
Gambar 3.2 lanjutan diagram alir penelitian.....	10
Gambar 3.3 alat pengujian tarik.....	11
Gambar 3.4 uji bending dan alat tambahan.....	11
Gambar 3.5 timbangan.....	12
Gambar 3.6 cetakan uji tarik.....	12
Gambar 3.7 cetakan uji bending.....	12
Gambar 3.8 resin.....	13
Gambar 3.9 serat kulit waru.....	14
Gambar 3.10 Wax.....	14
Gambar 3.11 molase.....	15
Gambar 3.12 larutan natrium bikarbonat.....	15
Gambar 3.13 standar ASTM D638.....	16
Gambar 3.14 standard ASTM D790.....	19
Gambar 4. 1 Spesimen Uji Tarik.....	26
Gambar 4. 2 Proses Pengujian Tarik.....	26
Gambar 4. 3 Spesimen Setelah Dilakukan Uji Tarik.....	27
Gambar 4. 4 Kekuatan Tarik Berdasarkan Variasi Penambahan Molase.....	28
Gambar 4. 5 kekuatan tarik berdasarkan waktu perendaman.....	29
Gambar 4. 6 kekuatan tarik berdasarkan interaksi kedua faktor.....	30
Gambar 4. 7 ANOVA Uji Tarik.....	31
Gambar 4. 8 Diagram Pareto Uji Tarik.....	33
Gambar 4. 9 Spesimen Uji Bending.....	36
Gambar 4.10 Proses Pengujian Bending.....	37

Gambar 4.11 Spesimen Setelah Dilakukan Uji Bending .....	37
Gambar 4.12 Kekuatan Bending Berdasarkan Penambahan Molase.....	39
Gambar 4.13 kekuatan bending berdasarkan waktu perendaman .....	40
Gambar 4.14 Kekuatan Bending Berdasarkan Interaksi Kedua Faktor .....	40
Gambar 4.15 ANOVA Uji Bending.....	42
Gambar 4.16 Diagram Pareto Uji Bending .....	43



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Perhitungan Volume Cetakan Tarik

Lampiran 2: Perhitungan Volume Cetakan Bending

Lampiran 3: Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 4: Poster

Lampiran 5: Bukti Plagiasi



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi di bidang industri seperti material tentunya mendorong untuk melakukan pencarian alternatif bahan komposit yang berkelanjutan, terutama dari sumber daya alam yang terbarukan. Salah satu upaya yang terjadi saat ini ialah pemanfaatan bahan alam sebagai penguat material komposit. Komposit merupakan gabungan dari dua atau lebih jenis bahan yang terdiri dari buah penyusun yaitu filler dan matriks (Prakoso, 2020). Permintaan bahan alternatif pengganti bahan buatan seperti serat karbon untuk bahan produksi komposit di dunia industri meningkat pesat sehingga penggunaan biaya produksi begitu tinggi. Maka mencari solusi bahan komposit seperti serat alam tersebut. Serat alam merupakan alternatif filler komposit untuk berbagai komposit polimer karena keunggulannya dibanding serat sintetis mudah didapatkan dengan harga yang murah, mudah diproses, densitasnya rendah, serta ramah lingkungan (Siagian, 2024).

Tanaman waru adalah salah satu tanaman yang banyak tumbuh di Indonesia (Faiza, 2024). Di Pulau Bangka, Indonesia pohon waru memiliki tingkat kelangsungan hidup tertinggi 90,2 – 100% (Nurtjahya, 2008). Tumbuhan ini umumnya digunakan untuk tali pengikat, akan tetapi di dunia industri tumbuhan waru juga dapat di jadikan serat sebagai bahan material untuk komposit. Namun pemakaian serat waru untuk material penguat komposit sulit ditemukan padahal serat waru mempunyai sifat mekanis lumayan baik. Salah satu penelitian menyatakan bahwa serat waru memiliki kekuatan tarik, nilai uji tarik 13.328 *Mpa*, Sedangkan pada pengujian bending dengan nilai 56.029 *Mpa* (Dwiki Marsetio Widagdo, 2019).

Selain itu serat waru akan dilakukan proses akalisasi, Akalisasi adalah proses perendaman yang dilakukan dalam waktu tertentu pada larutan larutan alkali,

contohnya Natrium Hidroksida (NaOH), Fungsinya melunturkan lapisan atau kotoran yang membungkus serat (Yuliyanto, 2022).

Berdasarkan penjelasan di atas dan penelitian. Maka dapat ditentukan bahwa penelitian yang akan dilakukan ini berfokus pada setiap perlakuan uji tarik ataupun bending.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dibawah ini ialah rumusan masalah:

1. Bagaimana pengaruh penambahan molase dan waktu perendaman  $\text{NaHCO}_3$  pada serat terhadap komposit ?
2. Bagaimana menentukan kombinasi yang optimal antara penambahan molase dan waktu perendaman larutan  $\text{NaHCO}_3$  untuk mnghasilkan komposit dengan kekuatan tarik dan bending terbaik ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan akhir penelitian bisa dapat dilihat dibawah berikut:

1. Mengetahui bagaimana pengaruh penambahan molase 3%, 5%, 7% kekuatan tarik dan bending komposit menggunakan serat waru
2. Mengetahui kombinasi yang paling optimal antara penambahan molase 3%, 5%, 7% dan waktu perendaman dalam larutan  $\text{NaHCO}_3$  untuk menghasilkan kombinasi dengan kekuatan tarik dan bending terbaik

## **1.4 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Analisis memakai metode experimental
2. presentase campuran dalam pembuatan spesimen
3. Hasil komposit akan di uji tarik dan bending sesuai tujuan yang diinginkan
4. Alkaliiasi  $\text{NaHCO}_3$  dengan kadar 4% selama 5 jam, 6 jam, 7 jam
5. Penggunaan Resin polyester dicampur molase dan katalis

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Dibawah ini ialah manfaat penelitian yang akan dilakukan :

1. Penelitian yang akan dilakukan bisa menjadi bagian referensi/informasi untuk penelitian selanjutnya menggunakan serat kulit batang waru.
2. Bisa dijadikan sebagai sarana pengetahuan baru pada bidang material komposit.
3. Dalam ranah akademik, penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk pengembangan kajian lebih lanjut sehingga dapat mendekati hasil yang lebih sempurna.



## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1 Serat

Fungsi utama dari serat adalah sebagai penopang kekuatan dari komposit, sehingga tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari serat yang digunakan, karena tegangan yang dikenakan pada komposit mulanya diterima oleh matrix akan diteruskan kepada serat, sehingga serat akan menahan beban sampai beban maksimum (Nayiroh, 2013).

Serat alam merupakan serat testil yang bahannya diambil dari hewan, tumbuh-tumbuhan, dan barang-barang galian (Kusumaningtyas, 2021). Contoh serat alam sering digunakan adalah serat dari tumbuhan yaitu serat kulit waru.

Penelitian ini penggunaan serat alam berasal dari serat kulit batang waru. Penjelasan serat kulit batang waru secara spesifik seperti dibawah ini.

### 2.2 Kulit Batang Waru

Pohon waru merupakan tumbuhan yang kaya akan serat, terutama terdapat dalam kulit batangnya. Kayu waru ini digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk sebagai bahan bangunan, pembuatan perahu, perkakas, ukiran, serta kayu bakar. Serat yang berasal dari pohon waru dari kulit nya (Aras, 2023). Serat kulit waru diperoleh dari pohon waru (*Hibiscus Tiliaceus*) merupakan serat yang mempunyai sifat mekanik yang baik (Wahid, 2017), menurut penelitian (Umar, 2019) massa jenis serat mentah  $0,17 \text{ g/cm}^3$ .

Tabel 2.1 Spesifikasi Serat Waru

Spesifikasi kimia (dalam % berat)	
Komponen	Kisaran nilai
Selulosa	55 – 65%
Hemi-selulosa	8 – 12%
Lignin	10 – 20%

Pektin & Lilin	<5%
Kadar air	8 – 12%

## 2.3 Komposit

### 2.3.1. Pengertian komposit

Komposit merupakan dua bagian atau lebih yang diikat menjadi satu dalam satu atau lebih sehingga material tidak dapat larut satu sama lain. Komposit disebut material yang memiliki sifat berbeda dari komponen lainnya, namun memiliki kekuatan dan kelemahannya masing-masing. Hal ini bisa saja kombinasi tersebut terbatas pada bahan matriks (Fajri, 2013).

### 2.4 Resin *polyester*

Resin *Polyester* merupakan resin yang kondisi lembab serta tahan terhadap sinar matahari, kemampuan tahan ini sangat baik tetapi sifat penembusan cahaya akan rusak dalam keterbatasan waktu. Resin ini merupakan resin yang terbentuk akibat reaksi alkohol polihidrik dan asam organik. (Widodo, 2022), Menurut penelitian (Putra Zarviansyah1, 2023) massa jenis resin 1,215 g/cm<sup>3</sup>.

Tabel 2.2 Spesifikasi Jenis Resin

Spesifikasi Jenis Resin			
Jenis Resin	Berat Jenis	HDT / Tg	Ketahanan
Ortho/Isophthalic UPR	1,20-1,23	70-80 °C	Sedang (jika diformulasi)
Terephthalic (PET) UPR	1,20	100-140 °C	Lebih baik dari Ortho/ISO
Epoxy	1,10-1,20	120 °C	Sangat baik
Vinyl Ester	1,12-1,30	110-150 °C	Sangat baik (korosi/temp)
Fenolik	1,15	Tinggi ≥ 120 °C	Tahan panas & api sangat baik

Yukalac 157 BQTN-EX	1,20 - 1,22	120 °C	Tahan kimia & suhu sedang–baik
---------------------	-------------	--------	--------------------------------

## 2.5 Molase

Molases merupakan hasil samping dari industri pengolahan gula dengan bentuk cair. Molases merupakan sumber energi yang esensial dengan kandungan gula didalamnya, oleh karena itu molasses banyak dimanfaatkan sebagai bahan tambahan untuk pakan dengan kandungan nutrisi atau zat gizi yang cukup baik. Kandungan nutrisi molase menurut (Larangahen, 2017), menurut (Snyder, 1927) massa jenis molase 1,42 g/cm<sup>3</sup>.

Tabel 2.3 Kandungan nutrisi molase

Kandungan nutrisi molase	
Komponen	Kisaran nilai
Kadar Air	23%
Bahan Kering	77%
Protein Kasar	4,2%
Lemak Kasar	0,2%
Serat Kasar	7,7%
Ca	0,84%
P	0,09%
BETN	57,1%
Abu	0,2%

## 2.6 Larutan natrium bikarbonat

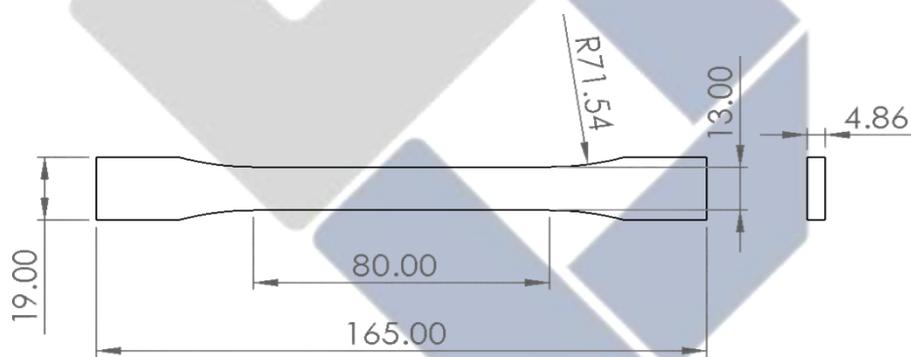
Larutan natrium bikarbonat (NaHCO<sub>3</sub>) untuk menghilangkan pengotor seperti lignin dan hemiselulosa serta meningkatkan sifat mekanik komposit. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa perendaman serat kersen dalam larutan natrium bikarbonat NaHCO<sub>3</sub> selama 96 jam meningkatkan kekuatan tarik komposit hingga 57,55 Mpa dibandingkan dengan perendaman selama 24

jam 45,38 Mpa dan 192 jam 54,76 Mpa (Lutfinandha, 2020). Perlakuan terbaik dengan penambahan 4%  $\text{NaHCO}_3$  (Irzam, 2014).

## 2.7 Uji komposit

### 2.7.1 Uji Tarik

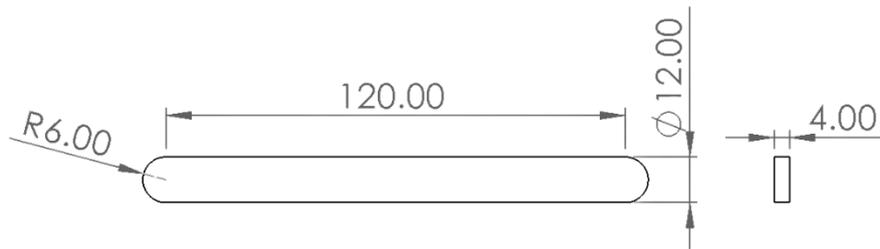
Uji Tarik adalah proses pengujian sifat mekanik untuk mengetahui nilai tegangan dan perpanjangan serat pada komposit menggunakan mesin uji tarik. Proses ini material komposit diberikan beban dengan cara ditarik perlahan sampai terputus. Setelah pengujian selesai maka mesin uji tarik akan mengetahui keuletan, elastistas, dan titik putus maksimum dalam bentuk angka maupun grafik (Hazmi, 2016). Adapun spesimen uji yang akan dilakukan pengujian dibuat mengacu sesuai format sampel yang diterapkan, mengenai penelitian yang akan dilakukan kriteria yang dipakai acuan ASTM D638. Format gambar standar ASTM D638 bisa dilihat dibawah ini 2.1



Gambar 2.1 Standard ASTM D638

### 2.7.2 Uji Bending

Uji bending (bending test) merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Selain itu uji bending digunakan untuk mengukur kekuatan kelenturan dari spesimen (Beliu, 2016). Adapun pengujian yang dilakukan spesimen uji tarik dibuat mengacu kriteria ukuran sampel yang diterapkan, dimana mengenai penelitian ini kriteria yang digunakan acuan ASTM D790 sesuai dengan yang telah ditetapkan. Gambar standard ASTM D790 bisa dilihat pada Gambar 2.2 dibawah ini\



Gambar 2.2 Standard ASTM D790

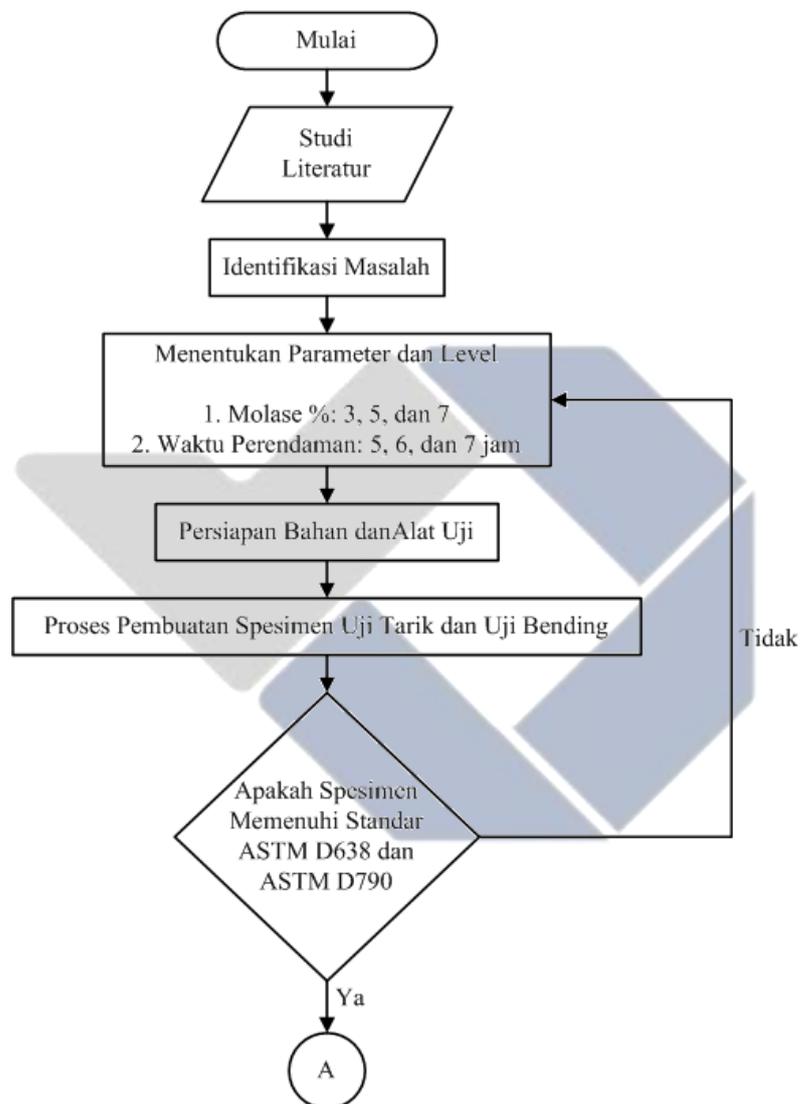
## 2.8 Metode experimental

Metode eksperimental, yaitu suatu penelitian yang berusaha mencari pengaruh variabel tertentu terhadap variabel yang lain dalam kondisi terkontrol secara total (Lumbanbatu, 2020).

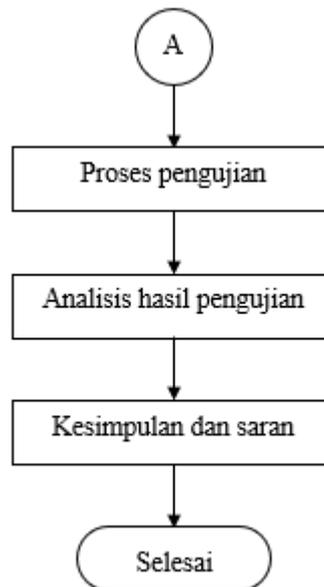


**BAB III**  
**METODE PELAKSANAAN**

**3.1 Diagram Alir Penelitian**



Gambar 3.1 diagram alir penelitian



Gambar 3.2 lanjutan diagram alir penelitian

### 3.2 Studi Literatur

Mencarikan informasi/referensi berkaitan dengan diteliti seperti jurnal ilmiah, *handbook*, penelitian terdahulu, berhubungan dengan yang diteliti ialah tujuan dari studi literatur. Target dari kajian literatur agar mendapatkan materi dan konsep yang bisa dipakai dalam kapasitas dasar menjelaskan persoalan.

### 3.3 Identifikasi Masalah

Pemanfaatan serat kulit batang waru sebagai penguat komposit masih terbatas, padahal potensinya tinggi terutama setelah perlakuan alkali. Selain itu, belum banyak penelitian yang mengeksplorasi pengaruh penambahan molase sebagai aditif alami pada resin polyester terhadap sifat mekanik komposit. Maka dari itu, perlu diteliti bagaimana pengaruh berapa lama perendaman serat dalam larutan  $\text{NaHCO}_3$  dan variasi konsentrasi molase terhadap kekuatan tarik dan bending berbasis serat alam yaitu serat waru.

### 3.4 Mempersiapkan Alat Dan Bahan

#### 3.4.1 Alat Penelitian

Alat digunakan yang akan digunakan yaitu:

- a. Mesin Pengujian Tarik

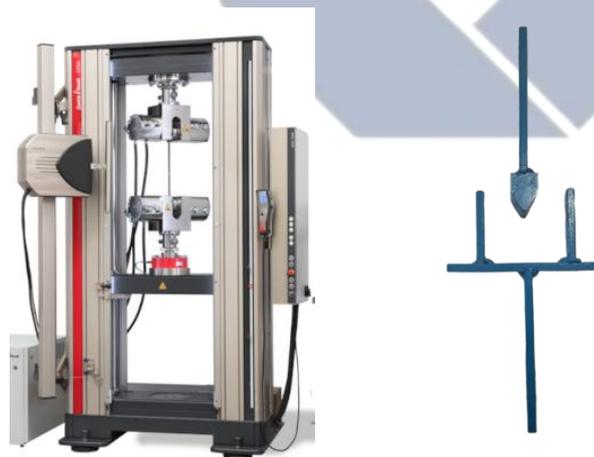
Pengujian tarik dilakukan menggunakan Mesin *universal testing machining* merk *zwickroell Z020 tipe xforce k*. Gambar 3.3 ialah tampilan alat pengujian tarik.



Gambar 3.3 alat pengujian tarik

b. Mesin pengujian bending

Mesin pengujian bending yang digunakan dalam penelitian ini adalah Mesin yang sama dengan pengujian sebelumnya. Mesin yang sama dengan mesin uji tarik akan tetapi akan penambahan pelat dalam proses pengujian untuk uji bending. Alat uji bending dan alat tambahan dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut.



Gambar 3.4 uji bending dan alat tambahan

c. Timbangan

Timbangan digunakan untuk penimbangan bahan yang akan digunakan agar persentase komposisinya tepat. Gambar 3.5 memperlihatkan timbangan yang digunakan.



Gambar 3.5 timbangan

d. Cetakan Material Komposit

Gambar 3.6 dan 3.7 ialah cetakan terdiri atas besi dan silikon, dengan patokan yang digunakan sebagai acuan..



Gambar 3.6 cetakan uji tarik



Gambar 3.7 cetakan uji bending

e. Wadah dan pengaduk

Tempat dapat menggunakan cup plastik air minum, dan lainya. Sedangkan alat pengaduk yang digunakan berupa sedotan plastik, lidi, stick es krim atau pun benda berukuran kecil.

### 3.4.2 Bahan

Beberapa bahan yang akan dipakai yaitu:

a. Resin

Di penelitian ini menggunakan resin *polyester*, resin ini sering dimanfaatkan pada peralatan rumah tangga bisa juga pada alat lainya. Resin dapat dilihat pada Gambar 3.8 berikut.



Gambar 3.8 resin

b. Fiber waru

Serat alam yang akan dipakai adalah serat waru. Sebab serat waru ini jarang dilakukan penelitian. Fiber kulit waru dapat dilihat pada Gambar 3.9 berikut.



Gambar 3.9 serat kulit waru

c. *Wax*

*Wax* atau lapisan yang berperan untuk melapis pada area cetakan, supaya fiber, resin tidak melekat pada cetakan waktu menjadi keras. *Wax* dapat dilihat pada Gambar 3.10 berikut.



Gambar 3.10 *Wax*

d. Molase

Molase adalah bahan yang dipakai pada penelitian ini. Molase akan dicampur dalam proses pencampuran. Molase dapat dilihat pada Gambar 3.11 berikut.



Gambar 3.11 molase

e. Larutan Natrium Bikarbonat

Larutan natrium bikarbonat adalah bahan yang digunakan dalam penelitian ini yang dimana digunakan sebagai bahan proses akalisasi pada serat waru. Pada penelitian ini akan menggunakan 4%  $\text{NaHCO}_3$  sesuai di teori dibab sebelumnya Larutan natrium bikarbonat dapat dilihat pada Gambar 3.12 berikut.



Gambar 3.12 larutan natrium bikarbonat

### 3.5 Proses Pembuatan Spesimen

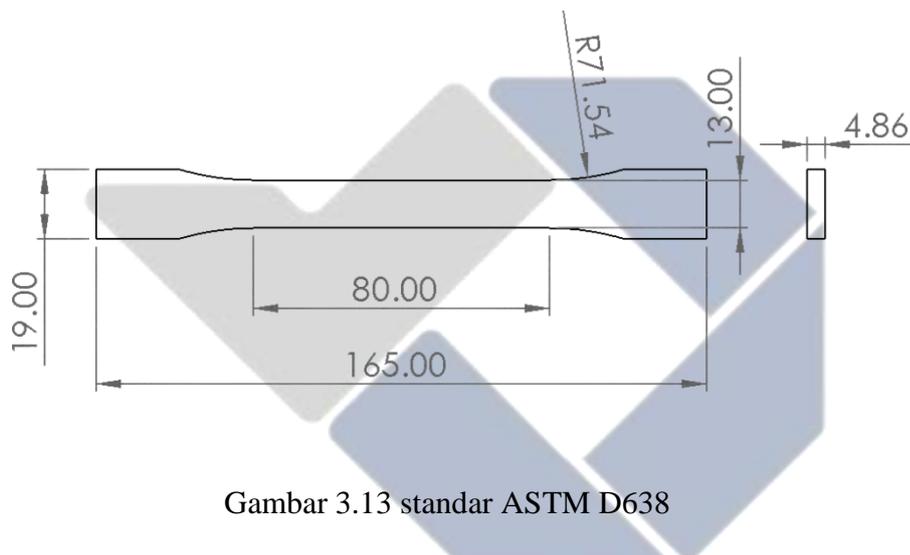
Langkah produksi spesimen komposit berbasis serat kulit waru dalam peran unsur penambah kekuatan komposit. Adapun yang digunakan dalam pembuatan spesimen ialah:

Ditemukan:

- M. J Resin = 1, 215 g/cm<sup>3</sup>
- M. J Molase = 1,42 g/cm<sup>3</sup>
- M. J Waru = 0,17 g/cm<sup>3</sup>
- M. J Katalis = 1,25 g/cm<sup>3</sup> (Aditya, 2022)
- V. Cetakan Tarik = 14 cm<sup>3</sup>
- V. Cetakan Bending = 6,215 cm<sup>3</sup>

### 3.5.2 Spesimen Uji Tarik

Spesimen untuk pengujian tarik dirancang dan dibuat sesuai dengan ketentuan ukuran sampel dalam standar ASTM D638. Bentuk standar ASTM D638 ditunjukkan pada gambar 3.13.



Gambar 3.13 standar ASTM D638

#### 3.5.1.1 Contoh Perhitungan Rasio Spesimen Uji Tarik

Perhitungan komposisi serat, molase, resin, dan katalis yang direncanakan untuk digunakan dapat dilihat pada contoh berikut:

- Menhitung volume serat kulit waru dengan fraksi 15 %
  - V. serat 15 % = 15% × volume cetakan
  - M. serat = V. serat × M. J serat
- Menghitung fraksi 85% terdiri resin 75%, molase 3%, katalis 7%
  - Resin 75% = 75% × V. cetakan × M. jenis resin
  - Molase 3% = 3% × V. cetakan × M. jenis molase

- Katalis 7% =  $7\% \times V. \text{ cetakan} \times M. j \text{ katalis}$

➤ Menghitung fraksi 85% terdiri resin 73%, molase 5%, katalis 7%

- Resin 73% =  $73\% \times V. \text{ cetakan} \times M. \text{ jenis resin}$
- Molase 5% =  $5\% \times V. \text{ cetakan} \times M. \text{ jenis molase}$
- Katalis 7% =  $7\% \times V. \text{ cetakan} \times M. j \text{ katalis}$

➤ Menghitung fraksi 85% terdiri resin 71%, molase 7%, katalis 7%

- Resin 71% =  $71\% \times V. \text{ cetakan} \times M. \text{ jenis resin}$
- Molase 7% =  $7\% \times V. \text{ cetakan} \times M. \text{ jenis molase}$
- Katalis 7% =  $7\% \times V. \text{ cetakan} \times M. j \text{ katalis}$

Perhitungan di atas merupakan contoh untuk fraksi volume 15%, perhitungan serupa perlu disesuaikan untuk volume lain dan setiap variasi rasio. Hasil hitung yang dikerjakan bisa diamati pada Tabel 3.1 berikut

Tabel 3.1 Format Berat Bahan Pengujian Tarik

No	Wkt.Perendaman jam	B. Serat g	B. resin g	Katalis g	Molase g
1	5				
2	6				
3	7				
4	5				
5	6				
6	7				
7	5				
8	6				
9	7				

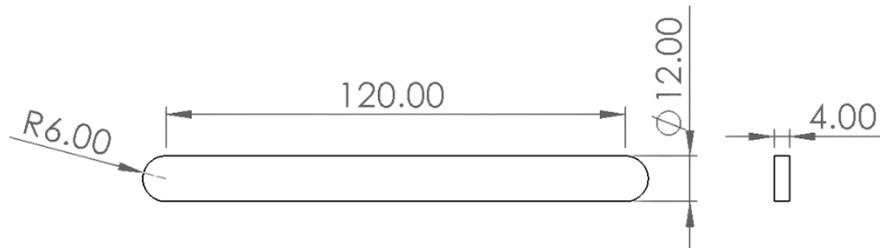
### 3.5.1.2 Proses Pembuatan Spesimen Uji Tarik

Dibawah alur kerja yang dijalankan dalam produksi spesimen uji tarik:

- Siapkan fiber kulit waru yang telah kering setelah perendaman dengan  $\text{NaHCO}_3$  selama 5jam, 6jam, 7jam perendaman. Pada penelitian ini serat kulit waru yang digunakan sepanjang cetakan.
- Hitung berat yang akan dipakai sesuai dengan variabel yang ditetapkan.
- Timbangkan material pas dengan hasil hitung yang telah diperoleh. (Timbangan dikalibrasi terlebih dahulu).
- Susun serat kulit waru pada cetakan sesuai dengan rasio yang ditetapkan. Selanjutnya, campuran molase, resin, dan katalis dengan persentase yang sesuai dituangkan kedalam cetakan setelah diaduk hingga merata. Pastikan saat proses penuangan meratakan agar tidak ada udara yang terperangkap yang akan menyebabkan kecacatan pada spesimen.
- Selanjutnya menunggu spesimen uji mengering. Jika telah mengering keluarkan sampel dari cetakan secara perlahan dan kasih kode cocok dengan komponen yang tercakup didalamnya.
- Selanjutnya melakukan pencetakan secara terus menerus sehingga sampel pengujian didapatkan sesuai jumlah yang diinginkan.

### 3.5.2 Spesimen Uji Bending

Spesimen uji *bending* yang dipakai adalah sesuai dengan standard ASTM D790 sesuai dengan yang telah ditetapkan. ilustrasi *standard* ASTM D790 ditunjukkan pada Gambar 3.15.



Gambar 3.14 standard ASTM D790

### 3.5.2.1 Contoh Perhitungan Rasio Spesimen Uji Bending

Berikut merupakan contoh perhitungan komposisi serat, molase, resin, dan katalis ditunjukkan pada bagian berikut:

- Hitung volume serat kulit waru dengan fraksi 15%
  - V. serat 15% =  $15\% \times \text{volume cetakan}$
  - Massa serat =  $\text{volume serat} \times \text{massa jenis serat}$
- Menghitung fraksi 85% terdiri resin 75%, molase 3%, katalis 7%
  - Resin 75% =  $75\% \times \text{V. cetakan} \times \text{M. jenis resin}$
  - Molase 3% =  $3\% \times \text{V. cetakan} \times \text{M. jenis molase}$
  - Katalis 7% =  $7\% \times \text{V. cetakan} \times \text{M. j katalis}$
- Menghitung fraksi 85% terdiri resin 73%, molase 5%, katalis 7%
  - Resin 73% =  $73\% \times \text{V. cetakan} \times \text{M. jenis resin}$
  - Molase 5% =  $5\% \times \text{V. cetakan} \times \text{M. jenis molase}$
  - Katalis 7% =  $7\% \times \text{V. cetakan} \times \text{M. j katalis}$
- Menghitung fraksi 85% terdiri resin 71%, molase 7%, katalis 7%
  - Resin 71% =  $71\% \times \text{V. cetakan} \times \text{M. jenis resin}$
  - Molase 7% =  $7\% \times \text{V. cetakan} \times \text{M. jenis molase}$
  - Katalis 7% =  $7\% \times \text{V. cetakan} \times \text{M. j katalis}$

Perhitungan diatas adalah seluruh dengan fraksi volume 15% hitungan diatas disesuaikan untuk rasio lainya dan setiap presentase yang akan dibuat. Tabel 3.2 berikut ialah hasil hitungan yang akan dilaksanakan.

Tabel 3.2 Format Berat Bahan Pengujian Bending

No	Wkt.Perendaman jam	B. Serat g	B. resin g	Katalis g	Molase g
1	5				
2	6				
3	7				
4	5				
5	6				
6	7				
7	5				
8	6				
9	7				

### 3.5.2.2 Proses Pembuatan Spesimen Uji Bending

Dibawah ialah tahapan dilakukan dalam proses pembuatan sampel uji *bending*:

- Siapkan serat kulit waru yang telah kering setelah perendaman dengan  $\text{NaHCO}_3$  selama 5jam, 6jam, 7jam perendaman. Pada penelitian ini serat kulit waru yang digunakan sepanjang cetakan.
- Lakukan perhitungan massa bahan sesuai dengan parameter yang telah ditetapkan sebelumnya.
- Timbangkan bahan selaras dengan hasil hitungan yang telah diperoleh. (Timbangan dikalibrasi sebelum digunakan).
- Lapiskan cetakan sampel pakai *wax* supaya saat mengering hasil spesimen uji tidak melekat pada cetakan.

- Susun serat kulit waru pada cetakan sesuai rasio yang ditentukan. Setelah itu, masukkan campuran molase, resin, dan katalis yang sudah diaduk merata ke dalam cetakan berisi serat kulit waru. Pastikan saat proses penuangan meratakan agar tidak ada udara yang terperangkap yang akan menyebabkan kecacatan pada spesimen.
- Langkah berikutnya adalah menunggu spesimen uji sampai mengering. Jika sudah kering, keluarkan sampel dari cetakan pelan-pelan, lalu beri kode menyesuaikan bahan yang digunakan.
- Selanjutnya melakukan pencetakan secara terus menerus sehingga sampel uji sesuai jumlah yang diinginkan.

### **3.6 Proses pengujian**

#### **3.6.1 Pengujian Tarik**

Dibawah ialah proses yang dilakukan dalam pengujian:

1. Persiapkan sampel dan mesin yang digunakan
2. Letakan sampel yang akan di uji pada alat penjepit mesin, untuk mengatur titik nol
3. Tekan dan tahan tombol untuk menggerakkan sisi kiri dari pencekam. setelah itu, atur sisi kanan pencekam dengan cara memutar eretan  $\frac{3}{4}$  divisi agar pencekaman lebih kuat
4. Spesimen uji dijepit pada pencekam.
5. Kemudian laksanakan pengujian tarik

#### **3.6.2 Pengujian Bending**

Berikut dibawah adalah tahapan yang harus dilakukan dalam pengujian yaitu:

1. persiapkan sampel dan mesin yang akan dipakai
2. Siapkan plat tambahan untuk penekanan dan untuk meletakkan spesimen

3. Lakukan tahapan yang sama dengan pengujian pada pengujian tarik, lalu cekam plat tambahan tersebut
4. Letakan spesimen ke atas plat yang sudah dicekam
5. Lalu lakukan proses pengujian bending

### **3.7 Analisis dan Pembahasan**

Analisa data yang digunakan adalah analisa experimental, terdapat 3 variasi waktu perendaman, 3 variasi persentase molase pada pengujian tarik dan bending. Melalui analisa ini, dapat diketahui bahwa apakah ada pengaruh waktu perendaman dan penambahan molase pada setiap perlakuan pada setiap perlakuan di uji tarik dan bending.

### **3.8 Kesimpulan dan Saran**

Setelah proses analisis data selesai dilakukan, tahap akhir dari penyusunan laporan ini adalah merumuskan kesimpulan dan memberikan saran sebagai penutup. Bagian ini berfungsi untuk menegaskan hasil penelitian yang telah diperoleh sekaligus memberikan masukan yang dapat menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya..

## **BAB IV PEMBAHASAN**

Pada penelitian ini menggunakan serat kulit batang waru dengan penambahan variasi molase dan variasi waktu perendaman serat dengan larutan natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ). Kita melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh atau tidak penambahan variasi molase dan variasi waktu perendaman serat menggunakan larutan natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ). Mesin universal testing machine zwick roell z020 tipe Xforce K digunakan dalam pengujian tarik. Alat yang sama juga dimanfaatkan untuk pengujian bending. Namun ada penambahan pelat dalam proses pengujiannya, sebagaimana telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Ketika data pengujian tarik dan bending didapatkan, akan dilakukan analisis dan pemilihan nilai terbaik kemudian akan ditarik kesimpulan terkait kombinasi yang paling optimal pada nilai tarik dan nilai bending.

### **4.1 Uji Tarik**

#### **4.1.1 Perhitungan Rasio Komposit Serat**

Dalam penelitian ini memakai serat kulit batang waru dengan variasi volume serat dan matriks. Uji ini dilaksanakan agar mengetahui ketidak samaan nilai penambahan molase dengan variasi molase 3%, 5%, 7% dan variasi waktu perendaman serat menggunakan larutan natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) 5, 6, 7 jam. Perhitungan rasio spesimen uji tarik bisa dilihat dibawah ini:

➤ Menghitung volume serat kulit waru dengan fraksi 15 %

- V. serat 15 %                   = 15% × volume cetakan  
  =  $0,15 \times 14 \text{ cm}^3$   
  =  $2,1 \text{ cm}^3$
- M. serat                           = V. serat × M. J serat  
  =  $2,1 \text{ cm}^3 \times 0,17 \text{ g/cm}^3$

$$= 0,357 \text{ g}$$

➤ Menghitung fraksi 85% terdiri resin 75%, molase 3%, katalis 7%

- Resin 75%  $= 75\% \times V. \text{ cetakan} \times M. \text{ jenis resin}$   
 $= 0,75 \times 14 \text{ cm}^3 \times 1,215 \text{ g/cm}^3$   
 $= 12,75 \text{ g}$

- Molase 3%  $= 3\% \times V. \text{ cetakan} \times M. \text{ jenis molase}$   
 $= 0,03 \times 14 \text{ cm}^3 \times 1,42 \text{ g/cm}^3$   
 $= 0,59 \text{ g}$

- Katalis 7%  $= 7\% \times V. \text{ cetakan} \times M. \text{ j katalis}$   
 $= 0,07 \times 14 \text{ cm}^3 \times 1,25 \text{ g/cm}^3$   
 $= 1,22 \text{ g}$

➤ Menghitung fraksi 85% terdiri resin 73%, molase 5%, katalis 7%

- Resin 73%  $= 73\% \times V. \text{ cetakan} \times M. \text{ jenis resin}$   
 $= 0,73 \times 14 \text{ cm}^3 \times 1,215 \text{ g/cm}^3$   
 $= 12,41 \text{ g}$

- Molase 5%  $= 5\% \times V. \text{ cetakan} \times M. \text{ jenis molase}$   
 $= 0,05 \times 14 \text{ cm}^3 \times 1,42 \text{ g/cm}^3$   
 $= 0,99 \text{ g}$

- Katalis 7%  $= 7\% \times V. \text{ cetakan} \times M. \text{ j katalis}$   
 $= 0,07 \times 14 \text{ cm}^3 \times 1,25 \text{ g/cm}^3$   
 $= 1,22 \text{ g}$

➤ Menghitung fraksi 85% terdiri resin 71%, molase 7%, katalis 7%

- Resin 71%  $= 71\% \times V. \text{ cetakan} \times M. \text{ jenis resin}$   
 $= 0,71 \times 14 \text{ cm}^3 \times 1,215 \text{ g/cm}^3$   
 $= 12,07 \text{ g}$

- Molase 7%  $= 7\% \times V. \text{ cetakan} \times M. \text{ jenis molase}$

$$= 0,07 \times 14 \text{ cm}^3 \times 1,42 \text{ g/cm}^3$$

$$= 1,39 \text{ g}$$

- Katalis 7% =  $7\% \times V. \text{ cetakan} \times M. j \text{ katalis}$   
 =  $0,07 \times 14 \text{ cm}^3 \times 1,25 \text{ g/cm}^3$   
 = 1,22 g

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Rasio Uji Tarik

No	Wkt.Perendaman jam	B. Serat g	B. resin g	Katalis g	Molase g
1	5	0,357	12,75	1,22	0,59 g
2	6	0,357	12,75	1,22	0,59 g
3	7	0,357	12,75	1,22	0,59 g
4	5	0,357	12,41	1,22	0,99 g
5	6	0,357	12,41	1,22	0,99 g
6	7	0,357	12,41	1,22	0,99 g
7	5	0,357	12,07	1,22	1,39 g
8	6	0,357	12,07	1,22	1,39 g
9	7	0,357	12,07	1,22	1,39 g

#### 4.1.2 Proses Pengambilan Data

Proses pengambilan data dilakukan melalui beberapa tahapan yang berurutan. Tahapan pertama dimulai dengan studi pustaka, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan spesimen uji tarik menggunakan resin yang diperkuat dengan serat kulit batang waru, penambahan molase dengan variasi 3%, 5%, 7% dan variasi waktu perendaman serat dengan menggunakan larutan natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) selama 5, 6, 7 jam sehingga didapatkan 27 spesimen. Standar ASTM D-638 yang akan digunakan dalam pembuatan spesimen. Gambar 4.1 merupakan spesimen uji yang digunakan.



Gambar 4. 1 Spesimen Uji Tarik

Setelah seluruh spesimen selesai dicetak dan dikasih penanda, tahap berikutnya adalah mempersiapkan mesin uji tarik beserta komputer yang akan dipakai. kemudian dilakukan pemasangan benda uji, pengaturan titik nol pada mesin, serta pengisian data material pada method window. Setelah itu, pengujian dilakukan dengan menekan tombol TEST pada komputer untuk memperoleh nilai kekuatan tarik spesimen. Gambar 4.2. memperlihatkan proses pengujian yang dilakukan.



Gambar 4. 2 Proses Pengujian Tarik

Setelah seluruh sampel selesai dilakukan pengujian tarik, kondisi sampel akan mengalami patahan atau putus. Gambar 4.3. ialah sampel yang sudah selesai dilakukan uji.



Gambar 4. 3 Spesimen Setelah Dilakukan Uji Tarik

#### 4.1.3 Data Pengujian

Proses ini memakai alat uji tarik. Nilai tarik dapat diperoleh secara otomatis setelah sampel putus. Tabel 4.2. merupakan hasil uji yang didapatkan

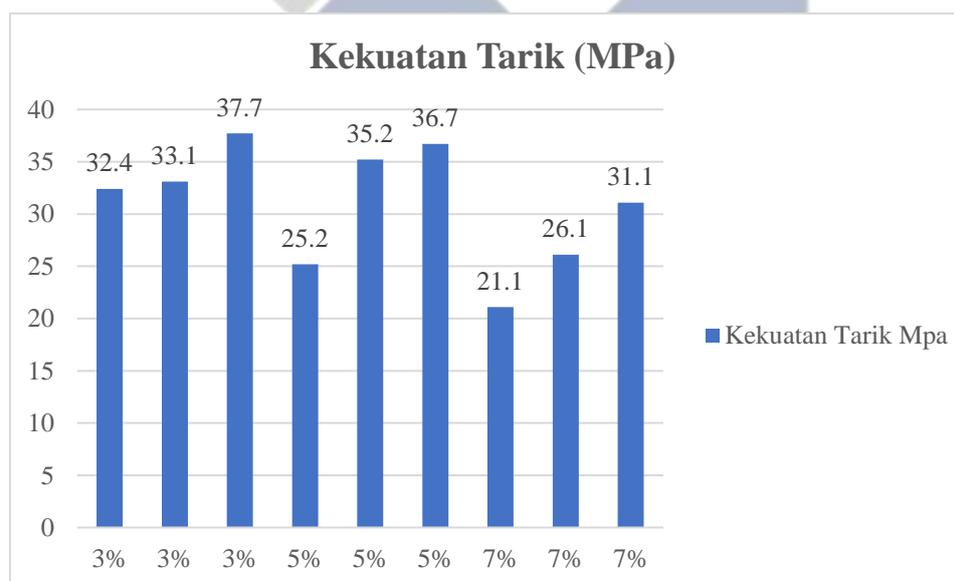
Tabel 4.2 Data Hasil Spesimen Uji Tarik

No	Wkt.perendaman (jam)	Serat (%)	Resin (%)	Molase (%)	Katalis (%)	Hasil uji tarik (MPa)			Rata- rata (MPa)
						1	2	3	
1	5	15	82	3	7	30,9	34	32,5	32,4
2	6	15	82	3	7	34,1	35,2	30,2	33,1
3	7	15	82	3	7	38,6	35,4	39,3	37,7
4	5	15	80	5	7	23,5	27,8	24,5	25,2
5	6	15	80	5	7	34,9	37,6	33,2	35,2
6	7	15	80	5	7	37	33,7	39,5	36,7
7	5	15	78	7	7	18,3	20,2	24,9	21,1
8	6	15	78	7	7	26,6	27,5	24,3	26,1
9	7	15	78	7	7	29,2	30,8	33,5	31,1

Berdasarkan data diatas terlihat ketidaksamaan nilai tarik. Ketidaksamaan tersebut disebabkan oleh ragam sampel, yaitu penambahan fraksi molase serta lama waktu perendaman dalam larutan natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ). Hal ini akan menimbulkan perbedaan spesimen dengan kekuatan tarik paling tinggi maupun rendah. Kekuatan tarik paling tinggi menunjukan pada penambahan molase sebanyak 3% dengan waktu perendaman serat menggunakan larutan natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) selama 7 jam dan kekuatan terendah terdapat pada penambahan molase 7% dengan waktu perendaman serat menggunakan larutan natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) selama 5 jam.

#### 4.1.4 Analisis Faktor Pengaruh Penambahan Molase

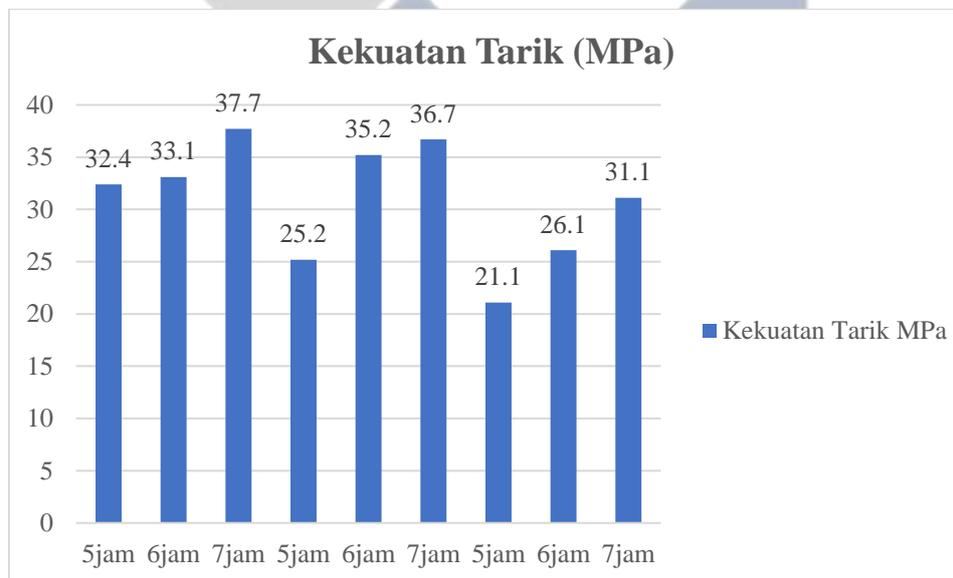
Dari pengujian kekuatan tarik dilakukan pada spesimen dengan variasi molase sebanyak 3%, 5%, 7%. Hasil pengujian menunjukkan adanya pengaruh terhadap nilai kekuatan tarik berdasarkan variasi komposisi. Dimana komposisi 3% menghasilkan nilai kekuatan tarik tertinggi yaitu 37,7 Mpa. Hal ini bisa kita simpulkan bahwa penggunaan molase yang rendah dapat memberikan efek penguatan yang optimal terhadap komposit. Gambar 4.4. ialah besarnya kekuatan tarik pada penambahan molase pada komposit



Gambar 4. 4 Kekuatan Tarik Berdasarkan Variasi Penambahan Molase

#### 4.1.5 Analisis Faktor Waktu Perendaman Serat Menggunakan Larutan Natrium Bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ )

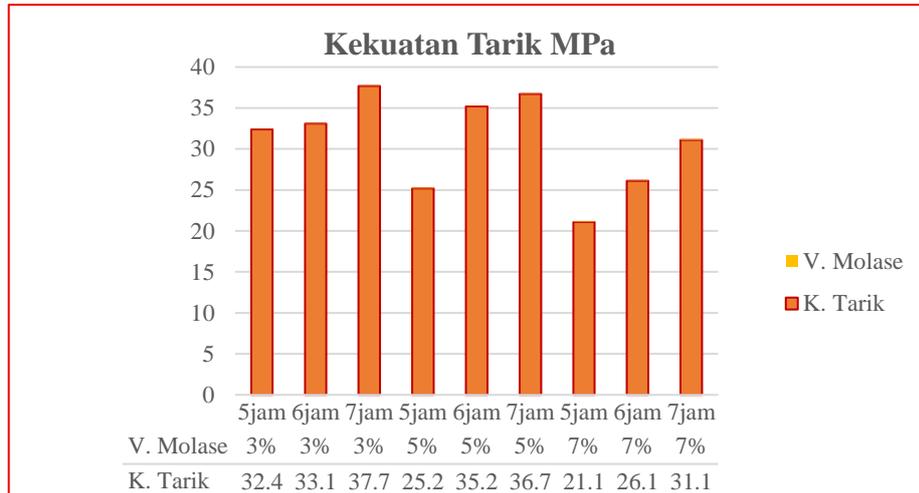
Dari pengujian kekuatan tarik yang dipengaruhi dengan variasi waktu perendaman serat dengan menggunakan larutan natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ). Dari hasil pengujian ini menunjukkan bahwa perendaman pada serat selama 7 jam dapat menghasilkan kekuatan tarik tertinggi secara konsisten yang dimana nilai maksimum bisa mencapai 37,7 MPa. Sebaliknya, ketika perlakuan perendaman dilakukan selama 5 dan 6 jam, terjadi penurunan pada kekuatan tarik, yang dimana kekuatan tarik menurun drastis hingga 21,1 MPa pada perendaman 5 jam. Hal ini menunjukkan bahwa perendaman yang dengan waktu sebentar dapat berdampak kurang baik terhadap kekuatan tarik. Penurunan nilai ini dapat disebabkan oleh larutan natrium yang belum bekerja sebagai perusak struktur serat dan penghilang lignin, dapat disimpulkan bahwa 7 jam merupakan durasi perendaman yang paling baik untuk menghasilkan kekuatan yang tertinggi. Besar nya kekuatan tarik pada waktu perendaman serat kulit batang waru menggunakan larutan natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) bisa dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4. 5 kekuatan tarik berdasarkan waktu perendaman

#### 4.1.6 Analisis Interaksi Penambahan Molase Dan Waktu Perendaman Serat Dengan Larutan Natrium Bikarbonat (NaHCO<sub>3</sub>)

Data keseluruhan kekuatan tarik, bisa dilihat grafik kekuatan tarik yang ditunjukkan pada gambar 4.6.



Gambar 4. 6 kekuatan tarik berdasarkan interaksi kedua faktor

Gambar 4.6 menampilkan grafik kekuatan tarik yang menunjukkan adanya perbedaan nilai, baik pada titik tertinggi maupun terendah. Adapun faktor-faktor yang kemungkinan memengaruhi naik turunnya nilai komposit tersebut adalah sebagai berikut:”

##### 4.1.6.1 Analisa Nilai Tertinggi Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada benda uji dengan penambahan molase 3% dan waktu perendaman larutan natrium bikarbonat NaHCO<sub>3</sub> selama 7 jam, dengan nilai uji tarik sebesar 37,7MPa. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi molase rendah memberikan efek yang baik terhadap kekuatan tarik dan perendaman pada serat yang lama juga memberikan efek yang baik terhadap kekuatan tarik.

##### 4.1.6.2 Analisa Nilai Terendah Kekuatan Tarik

Pada proses ini nilai terendah diperoleh pada spesimen uji dengan penambahan molase 7% dengan perendaman larutan natrium bikarbonat NaHCO<sub>3</sub> selama 5 jam, dengan nilai uji tarik sebesar 21,1MPa. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan kadar molase yang tinggi dapat memberikan

penurunan kekuatan dan dengan perendaman yang terlalu sebentar juga dapat menurunkan kekuatan pada material sehingga menghasilkan kekuatan tarik yang rendah.

#### 4.1.7 Analisis *DoE* Kekuatan Tarik

Agar mengetahui adanya pengaruh masing-masing faktor terhadap kekuatan tarik komposit dilakukan analisis statistik menggunakan metode *Design of Experiment (DoE)* faktorial penuh  $3^2$  dengan 2 faktor, yaitu:

- Penggunaan molase: 3%, 5%, dan 7%
- Waktu perendaman dalam larutan  $\text{NaHCO}_3$ : 5 jam, 6 jam, dan 7 jam

Gambar 4.9. adalah pengolahan data akan menggunakan perangkat lunak minitab, dan hasil analisis varian.

### Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	4	233,18	58,294	9,77	0,024
Linear	4	233,18	58,294	9,77	0,024
Molase	2	112,30	56,148	9,41	0,031
Waktu_Perendaman	2	120,88	60,441	10,13	0,027
Error	4	23,86	5,966		
Total	8	257,04			

Gambar 4. 7 ANOVA Uji Tarik

Dilihat dari Gambar 4.9 menunjukkan bahwa nilai F-Value dan P-Value untuk masing-masing faktor:

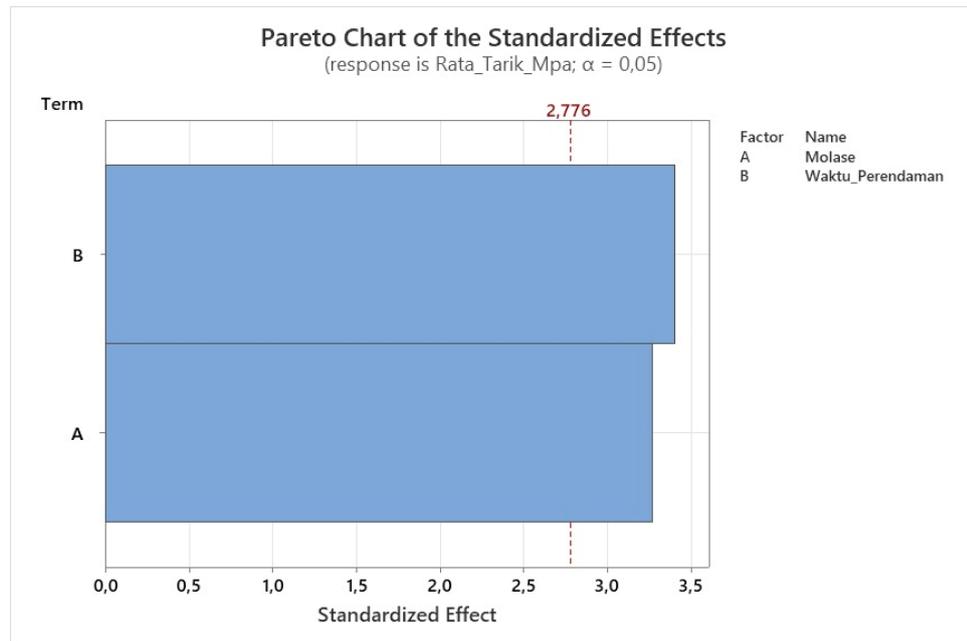
- Molase memiliki nilai F sebesar 9,41 dan P-Value sebesar 0,031. Karena nilai P-Value  $< 0,05$ , maka faktor ini berpengaruh signifikan terhadap sifat mekanik komposit.
- Waktu Perendaman memiliki nilai F sebesar 10,13 dan P-Value sebesar 0,027, yang menunjukkan pengaruh yang signifikan.

Berdasarkan hasil ANOVA tersebut, kedua faktor, yaitu konsentrasi molase dan lama perendaman, memberikan pengaruh yang signifikan terhadap sifat mekanik komposit karena nilai p-value keduanya lebih kecil dari 0,05. Di antara keduanya, waktu perendaman menunjukkan nilai F yang sedikit lebih tinggi (10,13) dibanding molase (9,41), yang mengindikasikan bahwa waktu perendaman memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap hasil akhir komposit. Hasil ini dapat disimpulkan bahwa adanya kedua faktor utama (molase dan waktu perendaman) berpengaruh signifikan terhadap sifat mekanik material komposit.

### **Uji Hipotesis**

Uji hipotesis dilakukan untuk mengetahui pengaruh masing-masing faktor terhadap sifat mekanik komposit. Dengan tingkat signifikansi sebesar 0,05, maka suatu faktor dianggap berpengaruh signifikan apabila P-Value < 0,05. Berdasarkan dari hasil ANOVA, semua faktor—molase (P-Value = 0,031), dan waktu perendaman (P-Value = 0,027), memiliki pengaruh signifikan terhadap sifat mekanik karena nilai P-Value lebih kecil dari 0,05. Oleh karena itu, hipotesis nol ( $H_0$ ) untuk masing-masing faktor ditolak, dan hipotesis alternatif ( $H_1$ ) diterima, yang berarti bahwa kedua faktor tersebut terbukti memberikan pengaruh nyata terhadap sifat mekanik komposit serat kulit batang waru.

### **Diagram Pareto**



Gambar 4. 8 Diagram Pareto Uji Tarik

Gambar Pareto di atas menunjukkan pengaruh masing-masing hal terhadap kekuatan tarik bahan komposit. Ada dua faktor yang dilihat di sini:

- Molase (A)
- Lama direndam (Waktu Perendaman) (B)

Garis merah yang berdiri di angka 2,776 itu batas penting. Kalau batang biru lebih panjang dari garis merah, artinya hal itu berpengaruh besar terhadap kekuatan tarik (Rata\_Tarik\_MPa). Dari gambar, kelihatan dua-duanya (Molase dan Waktu Perendaman) melewati garis merah, jadi dua-duanya penting dan pengaruh banget. Tapi yang paling besar pengaruhnya adalah Waktu Perendaman (B), baru setelah itu Molase (A). Ini artinya, lama waktu direndam punya pengaruh paling besar dalam bikin bahan jadi lebih kuat atau nggak. Molase juga ngaruh, tapi nggak sebesar waktu perendaman. Tapi tetap aja, molase masih punya efek penting dalam ngebantu bahan jadi kuat. Hasil gambar ini cocok dengan yang didapat dari tabel ANOVA sebelumnya dua-duanya memang benar-benar ngaruh signifikan ke kekuatan tarik bahan komposit.

## 4.2 Uji Bending

### 4.2.1 Perhitungan Rasio Komposisi Serat

Pada penelitian ini digunakan serat kulit batang waru sebagai penguat dengan variasi volume serat dan matriks. Pengujian dilakukan supaya mengetahui perbedaan kekuatan akibat penambahan molase sebesar 3%, 5%, 7%, serta variasi waktu perendaman serat dalam larutan natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) 5, 6, 7 jam. Hasil perhitungan rasio uji bending bisa dilihat dibawah ini.

- Hitung volume serat kulit waru dengan fraksi 15%
  - V. serat 15% =  $15\% \times \text{volume cetakan}$   
 $= 0,15 \times 6,215 \text{ cm}^3$   
 $= 0,93 \text{ cm}^3$
  - M serat =  $V_{\text{serat}} \times M \text{ jenis serat}$   
 $= 0,93 \text{ cm}^3 \times 0,17$   
 $= 0,158 \text{ g}$
- Menghitung fraksi 85% terdiri resin 75%, molase 3%, katalis 7%
  - Resin 75% =  $75\% \times V. \text{ cetakan} \times M. \text{ jenis resin}$   
 $= 0,75 \times 6,215 \text{ cm}^3 \times 1,215 \text{ g/cm}^3$   
 $= 5,66 \text{ g}$
  - Molase 3% =  $3\% \times V. \text{ cetakan} \times M. \text{ jenis molase}$   
 $= 0,03 \times 6,215 \text{ cm}^3 \times 1,42 \text{ g/cm}^3$   
 $= 0,26 \text{ g}$
  - Katalis 7% =  $7\% \times V. \text{ cetakan} \times M. \text{ j katalis}$   
 $= 0,07 \times 6,215 \text{ cm}^3 \times 1,25 \text{ g/cm}^3$   
 $= 0,54 \text{ g}$
- Menghitung fraksi 85% terdiri resin 73%, molase 5%, katalis 7%
  - Resin 73% =  $73\% \times V. \text{ cetakan} \times M. \text{ jenis resin}$   
 $= 0,73 \times 6,215 \text{ cm}^3 \times 1,215 \text{ g/cm}^3$   
 $= 5,51 \text{ g}$
  - Molase 5% =  $5\% \times V. \text{ cetakan} \times M. \text{ jenis molase}$

$$= 0,05 \times 6,215 \text{ cm}^3 \times 1,42 \text{ g/cm}^3$$

$$= 0,44 \text{ g}$$

- Katalis 7% =  $7\% \times V. \text{ cetakan} \times M. j \text{ katalis}$   
 $= 0,07 \times 6,215 \text{ cm}^3 \times 1,25 \text{ g/cm}^3$   
 $= 0,54 \text{ g}$

➤ Menghitung fraksi 85% terdiri resin 71%, molase 7%, katalis 7%

- Resin 71% =  $71\% \times V. \text{ cetakan} \times M. \text{ jenis resin}$   
 $= 0,71 \times 6,215 \text{ cm}^3 \times 1,215 \text{ g/cm}^3$   
 $= 5,36 \text{ g}$

- Molase 7% =  $7\% \times V. \text{ cetakan} \times M. \text{ jenis molase}$   
 $= 0,07 \times 6,215 \text{ cm}^3 \times 1,42 \text{ g/cm}^3$   
 $= 0,61 \text{ g}$

- Katalis 7% =  $7\% \times V. \text{ cetakan} \times M. j \text{ katalis}$   
 $= 0,07 \times 6,215 \text{ cm}^3 \times 1,25 \text{ g/cm}^3$   
 $= 0,54 \text{ g}$

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Rasio Uji Bending

No	Wkt.Perendaman jam	B. Serat g	B. resin g	Katalis g	Molase g
1	5	0,158	5,66	0,54	0,26 g
2	6	0,158	5,66	0,54	0,26 g
3	7	0,158	5,66	0,54	0,26 g
4	5	0,158	5,51	0,54	0,44 g
5	6	0,158	5,51	0,54	0,44 g
6	7	0,158	5,51	0,54	0,44 g
7	5	0,158	5,36	0,54	0,61 g
8	6	0,158	5,36	0,54	0,61 g
9	7	0,158	5,36	0,54	0,61 g

#### 4.2.2 Proses Pengambilan Data

Pada proses pengambilan data memiliki beberapa tahapan yang dilaksanakan secara bertahap. Tahapan pertama dibuka dengan studi pustaka, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan spesimen uji bending menggunakan resin yang diperkuat serat kulit batang waru, penambahan molase dengan variasi 3%, 5%, 7% dan variasi waktu perendaman serat dengan menggunakan larutan natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) selama 5, 6, 7 jam sehingga didapatkan 27 spesimen uji bending. Spesimen uji bending mengacu pada standar ASTM D-790. Hasil pencetakan spesimen yang telah diberi tanda dapat dilihat pada gambar 4.11.



Gambar 4. 9 Spesimen Uji Bending

Setelah seluruh benda uji selesai dibuat dan diberi penanda, tahap berikutnya adalah mempersiapkan mesin uji yang dipakai, yaitu mesin uji tarik beserta komputer, serta memasang pelat tambahan seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Selanjutnya dilakukan pengaturan titik nol pada benda uji di dalam mesin, pengisian data material pada *window method*, dan pelaksanaan pengujian dengan menekan tombol test pada komputer untuk memperoleh nilai kekuatan bending. Gambar 4.12. ialah proses pengujian



Gambar 4.10 Proses Pengujian Bending

Setelah seluruh sampel selesai menjalani uji bending, adaya perbedaan sampel sebelum uji dan selesai diuji ketidaksamaannya pada kondisi putus atau mengalami kelengkungan. Hasil spesimen uji yang telah diuji menggunakan mesin dapat dilihat pada gambar 4.13.



Gambar 4.11 Spesimen Setelah Dilakukan Uji Bending

### 4.2.3 Data Pengujian

Pengujian bending dilakukan menggunakan alat yang sama dengan uji tarik. Nilai kekuatan bending diperoleh secara otomatis setelah spesimen patah. Data hasil pengujian kekuatan bending ditunjukkan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Data Hasil Spesimen Uji bending

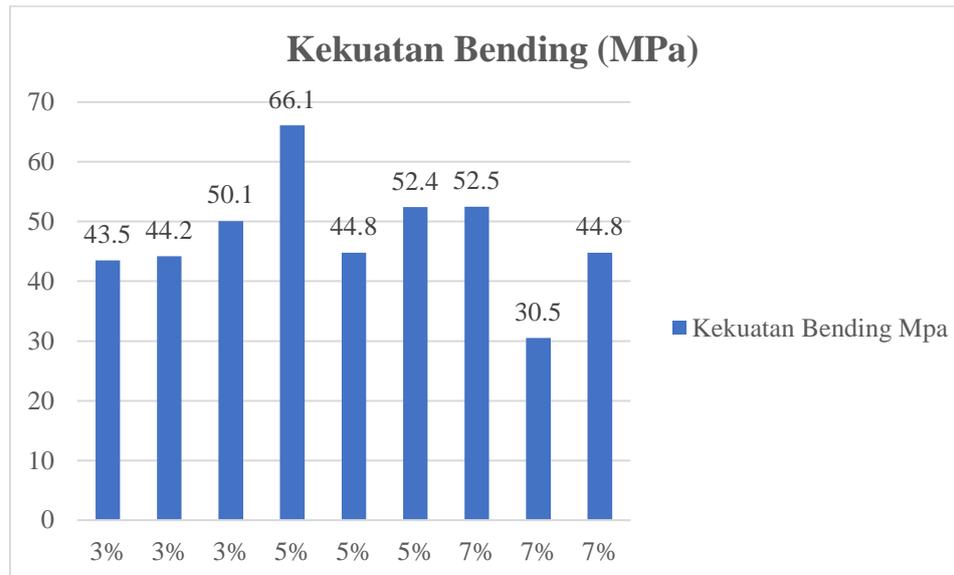
No	Wkt.perendaman (jam)	Serat (%)	Resin (%)	Molase (%)	Katalis (%)	Hasil uji tarik (MPa)			Rata- rata (MPa)
						1	2	3	
1	5	15	82	3	7	43,6	40	46,9	43,5
2	6	15	82	3	7	43,8	47,2	41,6	44,2
3	7	15	82	3	7	49,8	53,4	47,3	50,1
4	5	15	80	5	7	66	68,8	63,5	66,1
5	6	15	80	5	7	44,8	47,6	42,1	44,8
6	7	15	80	5	7	52,1	55,7	49,5	52,4
7	5	15	78	7	7	54,4	50,2	52,9	52,5
8	6	15	78	7	7	28,8	32,5	30,3	30,5
9	7	15	78	7	7	44,1	41,8	48,5	44,8

Dilihat dari kekuatan bending tentu ada perbedaan kekuatan, perbedaan dipengaruhi spesimen yang menggunakan fraksi penambahan molase, lama waktu perendaman dengan larutan natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) yang beragam. Perbedaan ini menimbulkan adanya kekuatan bending tertinggi dan rendah. Kekuatan bending tertinggi terdapat pada penambahan molase sebanyak 5% dengan waktu perendaman serat menggunakan larutan natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) selama 5 jam dan kekuatan terendah terdapat pada penambahan molase sebanyak 7% dengan waktu perendaman serat menggunakan larutan natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) selama 6 jam.

### 4.2.4 Analisis Faktor Pengaruh Penambahan Molase

Dari pengujian kekuatan bending dilakukan pada spesimen dengan variasi molase sebanyak 3%, 5%, 7%. Hasil pengujian menunjukkan adanya pengaruh terhadap nilai kekuatan bending berdasarkan variasi komposisi.

Dimana komposisi 5% menghasilkan nilai kekuatan bending tertinggi yaitu 66,1 MPa. Hal ini bisa kita simpulkan bahwa penggunaan molase yang tinggi dapat memberikan efek penguat yang optimal terhadap komposit. Besarnya kekuatan bending dengan ada nya penambahan molase pada komposit dapat dilihat pada gambar 4.14.

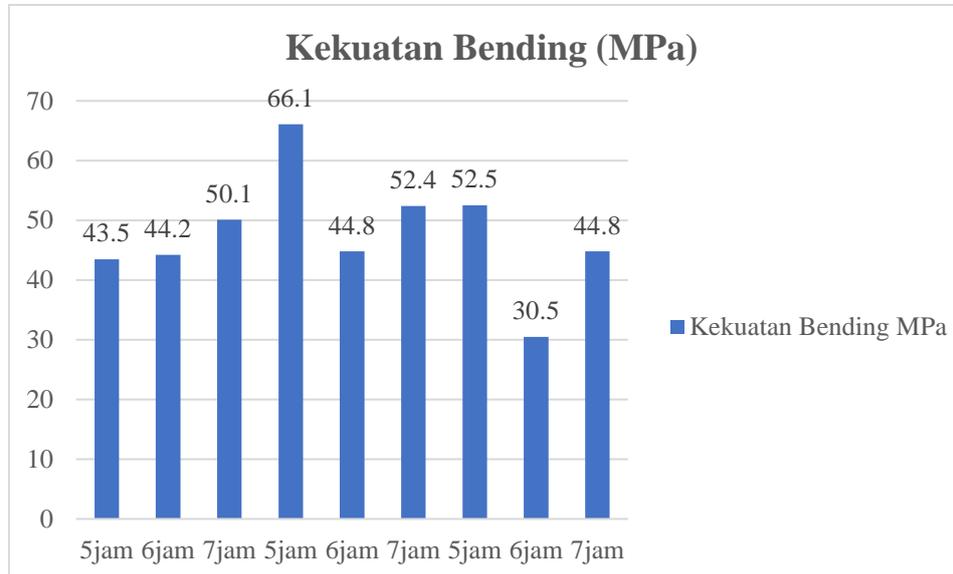


Gambar 4.12 Kekuatan Bending Berdasarkan Penambahan Molase

#### 4.2.5 Analisis Faktor Waktu Perendaman Serat Menggunakan Larutan Natrium Bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ )

Dari pengujian kekuatan bending dilakukan pada spesimen yang dipengaruhi dengan waktu perendaman serat menggunakan larutan natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ). Dari hasil pengujian ini menunjukkan bahwa perendaman pada serat selama 5 jam dapat menghasilkan kekuatan bending tertinggi secara konsisten yang dimana nilai maksimum bisa mencapai 66,1 MPa. Sebaliknya, ketika perlakuan perendaman diperpanjang, terjadi penurunan pada kekuatan bending, yang dimana kekuatan bending menurun drastis hingga 30,5 MPa pada perendaman 6 jam. Hal ini menunjukkan bahwa perendaman yang terlalu lama dapat berdampak kurang baik terhadap kekuatan bending. Penurunan nilai ini dapat disebabkan oleh struktur yang mengalami pelunakan berlebihan akibat perendaman yang berkepanjangan. Besarnya kekuatan bending pada

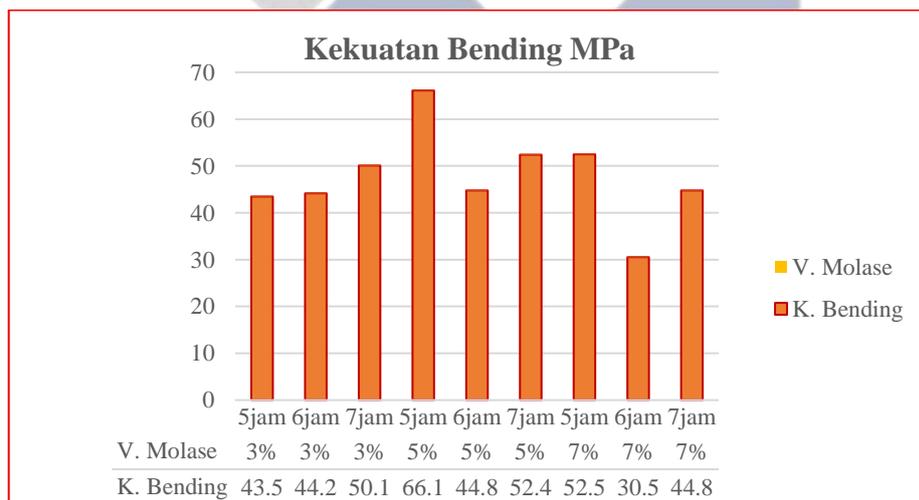
waktu perendaman serat kulit batang waru menggunakan larutan natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) dapat dilihat pada gambar 4.15.



Gambar 4.13 kekuatan bending berdasarkan waktu perendaman

#### 4.2.6 Analisis Interaksi Penambahan Molase Dan Waktu Perendaman Serat Dengan Larutan Natrium Bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ )

Data keseluruhan kekuatan bending, Bisa dilihat grafik hasil pengujian bending ditunjukkan pada gambar 4.16.



Gambar 4.14 Kekuatan Bending Berdasarkan Interaksi Kedua Faktor

Grafik kekuatan bending pada gambar 4.9 menunjukkan adanya perbedaan nilai kekuatan tertinggi dan terendah. Adapun faktor-faktor yang

kemungkinan memengaruhi naik turunnya kekuatan komposit tersebut adalah sebagai berikut.”

#### **4.2.6.1 Analisa Nilai Tertinggi Kekuatan Bending**

Kekuatan bending tertinggi berada pada spesimen uji yang menggunakan penambahan molase 5% dengan perendaman larutan natrium bikarbonat  $\text{NaHCO}_3$  selama 5 jam dengan nilai uji bending sebesar 66,1 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi molase dapat memberikan efek yang baik terhadap kekuatan bending, akan tetapi perendaman pada serat yang terlalu lama justru bisa menurunkan kekuatan bending.

#### **4.2.6.2 Analisa Nilai Terendah Kekuatan Bending**

Nilai kekuatan bending terendah berada pada spesimen uji yang menggunakan penambahan molase 7% dengan perendaman larutan natrium bikarbonat  $\text{NaHCO}_3$  selama 6 jam dengan nilai uji bending sebesar 30,5 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan kadar molase yang tinggi dapat menurunkan kekuatan bending dan dengan perendaman yang terlalu lama juga dapat melemahkan struktur pada material sehingga menghasilkan kekuatan bending yang rendah.

#### **4.2.7 Analisis *DoE* Kekuatan Bending**

Agar mengetahui adanya pengaruh masing-masing faktor terhadap kekuatan tarik bending dilakukan analisis statistik menggunakan metode *Design of Experiment (DoE)* faktorial penuh  $3^2$  dengan 2 faktor, yaitu:

- Penggunaan molase: 3%, 5%, dan 7%
- Waktu perendaman dalam larutan  $\text{NaHCO}_3$ : 5 jam, 6 jam, dan 7 jam

Dalam penelitian ini pengolahan data akan menggunakan perangkat lunak minitab, dan hasil analisis varian akan diperlihatkan pada gambar 4.19

## Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	4	535,2	133,81	2,72	0,178
Linear	4	535,2	133,81	2,72	0,178
Molase	2	223,4	111,69	2,27	0,219
Waktu_Perendaman	2	311,8	155,92	3,17	0,150
Error	4	196,7	49,19		
Total	8	732,0			

Gambar 4.15 ANOVA Uji Bending

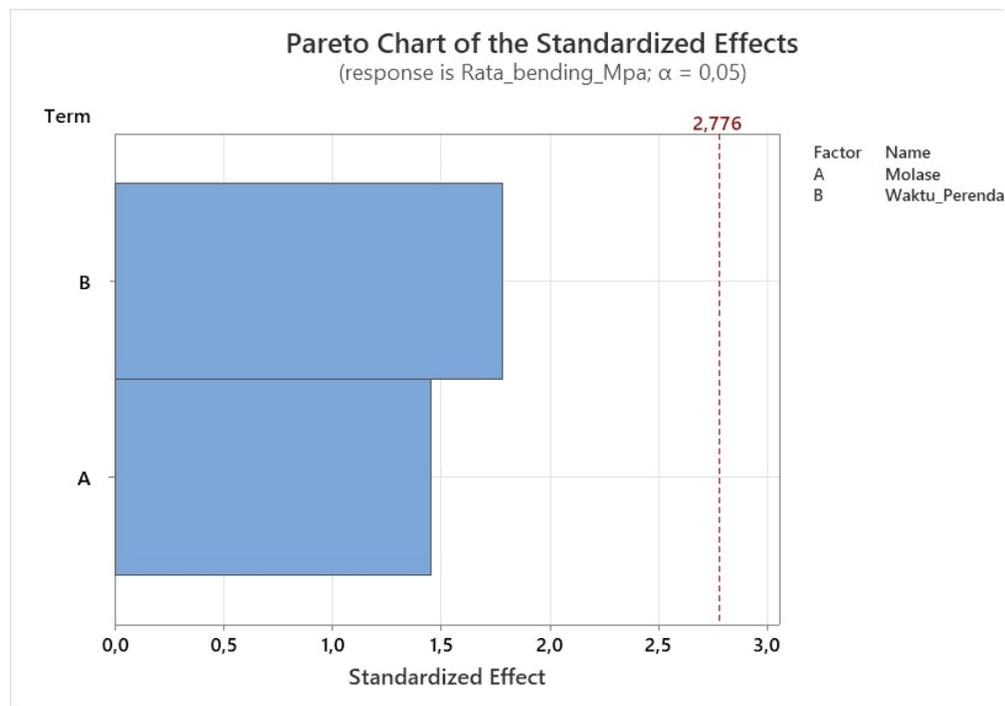
Berdasarkan hasil ANOVA yang ditampilkan, kedua variabel, yakni konsentrasi molase dan lama perendaman, tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap sifat mekanik komposit. Hal ini ditunjukkan oleh nilai *p-value* masing-masing faktor yang melebihi 0,05, di mana molase memiliki *p-value* sebesar 0,219, dan waktu perendaman sebesar 0,150. Artinya, tidak ada faktor yang memenuhi kriteria signifikansi pada tingkat kepercayaan 95%. Namun demikian, faktor waktu perendaman memiliki nilai F yang lebih tinggi (3,17) dibandingkan dengan molase (2,27), yang mengindikasikan bahwa waktu perendaman cenderung memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap sifat mekanik komposit dibandingkan konsentrasi molase. Dengan kata lain, secara statistik kedua faktor utama (molase dan waktu perendaman) tidak berpengaruh signifikan terhadap sifat mekanik material komposit berdasarkan uji ANOVA. Meski begitu, waktu perendaman masih menunjukkan potensi pengaruh yang lebih dominan dibandingkan molase, meskipun belum mencapai tingkat signifikansi.

### Uji Hipotesis

Pengujian hipotesis dilakukan untuk mengetahui sejauh mana masing-masing faktor memengaruhi sifat mekanik komposit. Dengan tingkat signifikansi sebesar 0,05, suatu faktor dikatakan berpengaruh signifikan apabila nilai *P-Value* kurang dari 0,05. Berdasarkan hasil analisis ANOVA,

kedua faktor—yaitu molase ( $P\text{-Value} = 0,219$ ) dan waktu perendaman ( $P\text{-Value} = 0,150$ )—tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap sifat mekanik komposit, karena nilai  $P\text{-Value}$  yang diperoleh lebih besar dari 0,05. Oleh karena itu, hipotesis nol ( $H_0$ ) untuk masing-masing faktor tidak dapat ditolak, sehingga hipotesis alternatif ( $H_1$ ) belum dapat diterima. Dengan kata lain, kedua faktor tersebut belum memberikan bukti yang cukup secara statistik untuk menyatakan bahwa keduanya memiliki pengaruh yang nyata terhadap sifat mekanik komposit serat kulit batang waru.

### Diagram Pareto



Gambar 4.16 Diagram Pareto Uji Bending

Gambar Pareto di atas menunjukkan seberapa besar pengaruh masing-masing faktor terhadap kekuatan lentur (Rata\_bending\_MPa) dari bahan komposit. Ada dua faktor utama yang dianalisis:

- A = Molase
- B = Waktu Perendaman

Garis vertikal berwarna merah pada nilai 2,776 merupakan batas signifikansi statistik pada tingkat kepercayaan 95% ( $\alpha = 0,05$ ). Apabila nilai efek standar dari suatu faktor melampaui batas tersebut, maka faktor tersebut

dianggap memiliki pengaruh yang signifikan terhadap sifat mekanik yang diamati. Berdasarkan grafik Pareto yang ditampilkan, tidak terdapat faktor yang melewati batas signifikansi tersebut, baik faktor molase (A) maupun waktu perendaman (B). Hal ini menunjukkan bahwa secara statistik, keduanya tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan lentur komposit. Meskipun demikian, apabila dilihat dari panjang batang pada diagram Pareto, faktor waktu perendaman (B) menunjukkan nilai efek yang lebih besar dibandingkan dengan faktor molase (A). Dengan kata lain, meskipun belum signifikan secara statistik, waktu perendaman cenderung memiliki kontribusi pengaruh yang lebih besar terhadap sifat mekanik dibandingkan molase. Hasil ini sesuai dengan temuan dari analisis ANOVA sebelumnya, yang menunjukkan bahwa nilai *P-Value* dari kedua faktor melebihi nilai  $\alpha = 0,05$ . Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat pengaruh yang signifikan secara statistik dari kedua faktor terhadap kekuatan lentur komposit, namun faktor waktu perendaman tetap menunjukkan kecenderungan sebagai variabel yang lebih dominan dalam memengaruhi sifat mekanik material.

## **BAB V PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengujian dan data yang didapatkan maka dapat disimpulkan bahwa waktu perendaman serat dan penambahan molase ke dalam resin memiliki pengaruh terhadap sifat mekanik pada material komposit. Pada pengujian tarik, komposisi terbaik terdapat pada perendaman serat selama 7 jam dengan penambahan 3% molase, dengan kekuatan tarik tertinggi sebesar 37,7MPa. Hal ini menunjukkan bahwa perendaman serat yang lama dapat membuat serat menyerap cairan dengan baik, sehingga meningkatkan daya ikat terhadap resin. Namun, komposisi dengan perendaman 5 jam dan penambahan molase 7% menghasilkan kekuatan tarik terendah dengan kekuatan sebesar 21,1 MPa, menunjukkan bahwa penambahan molase yang berlebihan dapat memberikan efek yang kurang baik terhadap struktur ikatan dalam resin. Sedangkan pengujian kekuatan bending, komposisi terbaik terdapat pada perendaman serat selama 5 jam dengan penambahan molase 5% dengan kekuatan 66,1 MPa. Komposisi ini menunjukkan keseimbangan yang ideal antara kelenturan dan kekakuan pada material. Namun, pada komposisi dengan perendaman 6 jam dan penambahan molase 7% menghasilkan kekuatan bending yang menurun drastis dengan kekuatan sebesar 30,5 MPa, menunjukkan bahwa penambahan molase yang terlalu tinggi dapat memberikan efek kurang baik terhadap daya lentur material.

### **5.2 Saran**

Peluasan penelitian yang bersangkutan dengan komposit serat kulit batang waru, penambahan molase dan larutan natrium bikarbonat  $\text{NaHCO}_3$ , maka penulis ingin memberikan saran agar bisa membantu para peneliti selanjutnya untuk melakukan penelitiannya, yaitu:

1. Penelitian berikutnya bagi yang mengutamakan kekuatan lentur atau bending, dapat menggunakan kombinasi terbaik perendaman serat 5 jam dan penambahan molase 5%.
2. Untuk aplikasi yang membutuhkan kekuatan tarik yang tinggi sebaiknya menggunakan waktu perendaman selama 7 jam dan penambahan molase 3%.
3. Penambahan molase yang lebih dari 5% sebaiknya dihindari, karena dapat menyebabkan penurunan sifat mekanik pada material.
4. Penelitian selanjutnya dapat mencoba penggunaan jenis serat yang berbeda untuk mengetahui lebih luas terhadap karakteristik material komposit.



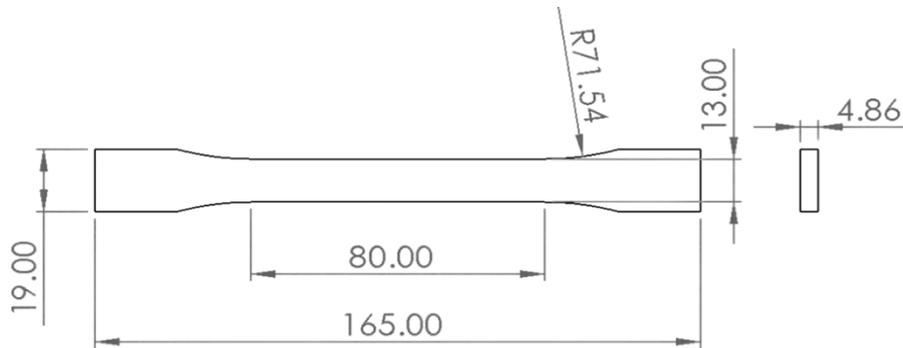
## DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, R. (2022). Pengaruh variasi arah serat dan fraksi volume serat pandan duri terhadap kekuatan tarik dan impak sebagai material alternatif helm sni.
- Aras, N. R. (2023). Analisis kekuatan impak komposit serat batang pohon waru (*Hibiscus* . *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*.
- Beliu, H. N. (2016). Analisa kekuatan tarik dan bending pada komposit widuri-polyester. *Jurnal Teknik Mesin Undana*.
- Dwiki Marsetio Widagdo, I. ., (2019). Pengaruh Berat Serat Kulit Pohon Waru Doyong Terhadap. *Jurnal Ilmiah Teknik Desain Mekanika*.
- Faiza, H. A. (2024). Struktur Morfologi Tanaman Waru (*Hibiscus tiliaceus L.*). *Seminar Nasional Kesehatan, Sains dan Pembelajaran*.
- Fajri, R. I. (2013). Studi sifat mekanik komposit serat *Sansevieria cylindrica* dengan variasi fraksi volume bermatrik polyester . *Doctoral dissertation, Lampung University*.
- Hazmi, B. Z. (2016). Pengaruh variasi fraksi volume, temperatur curing dan post-curing terhadap karakteristik tarik komposit epoxy-hollow glass microspheres im30k. *Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Irzam, F. N. (2014). Pengaruh penggantian air dan penggunaan  $\text{NaHCO}_3$  dalam perendaman ubi kayu iris (*Manihot esculenta Crantz*) terhadap kadar sianida pada pengolahan tepung ubi kayu. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*.
- Kusumaningtyas, I. A. (2021). Analisa hasil penelitian tentang teknik ecoprint. *Jurnal Online Tata Busana*.
- Larangahen, A. B. (2017). Pengaruh penambahan molases terhadap kualitas fisik dan kimia silase kulit pisang sepatu. *Mussa paradisiaca formatypica*.
- Lumbanbatu, F. (2020). Analisis Penggunaan Knalpot Berbahan Komposit Untuk Mengurangi Tingkat Kebisingan Pada Motor Suzuki Satria. *Journal Of Mechanical Engineering Manufactures Materials And Energy*.

- Lutfinandha, M. A. (2020). Pengaruh Waktu Perendaman Serat Pada Larutan Natrium Bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Komposit Serat Kulit Batang Kersen-Poliester. *Jurnal Teknik Mesin*.
- Nayiroh, N. (2013). Teknologi material komposit. *Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim: Malang*.
- Nurtjahya, E. S. (2008). Establishment of four native tree species for potential revegetating of tin-mined land in Bangka Island, Indonesia. *Proceedings of the Third International Seminar on Mine Closure*.
- Prakoso, A. &. (2020). Analisa kekuatan struktur dan pembuatan fuselage UAV dengan Metode Vacuum Bagging. *Senatik STT Adisutjipto Yogyakarta*.
- Pratiwi, D. (2018). Pengaruh Kebersihan Limbah Plastik Terhadap Kualitas Produk Daur Ulang. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 65-72.
- Putra Zarviansyah1, J. (2023). Pengaruh Variasi Fraksi Volume Komposit Serat Sabut Kelapa Matrik Polyester Terhadap Kekuatan Tarik. *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan*.
- Siagian, D. E. (2024). Serat alam sebagai bahan komposit ramah lingkungan. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*.
- Snyder, c. f. (1927). Determination of weight per gallon of blackstrap molasses.
- Umar, M. H. (2019). Pengaruh fraksi volume penguat terhadap kekuatan.
- Wahid, M. Z. (2017). Analisa kekuatan poros komposit polyester serat batang. *Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- Widodo, E. (2022). Buku Ajar Mekanika Komposit dan Bio-Komposit. *Umsida Press*.
- Yuliyanto, Y. R. (2022). Efek perendaman serat gaharu terhadap pengujian. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*.

## Lampiran 1

Perhitungan volume cetakan tarik



Diketahui:

a. Leher tengah:

1. Panjang (mm) = 80
2. Lebar (mm) = 13

b. Dua ujung (kiri dan kanan):

1. Panjang (mm) =  $22 \times 2 = 44$
2. Lebar (mm) = 19

c. Radius:

1. Panjang (mm) =  $31,5 \times 2 = 63$
2. Rata - rata lebar (mm) = 16

d. Tinggi (mm):

1. 4,86

Dijawab:

a. Leher tengah:

$$\begin{aligned} V_1 &= p \times l \times t \\ &= 80 \times 13 \times 4,86 \\ &= 5,056.8 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

b. Dua bagian ujung:

$$\begin{aligned} V_2 &= 2 \times p \times l \times t \\ &= 2 \times (22 \times 19 \times 4,86) \\ &= 2 \times 2,037 \end{aligned}$$

$$= 4,074 \text{ mm}^3$$

c. Dua bagian radius:

$$V_3 = 2 \times (R \times L^{\text{rata-rata}} \times T)$$

$$= 2 \times (31,5 \times 16 \times 4,86)$$

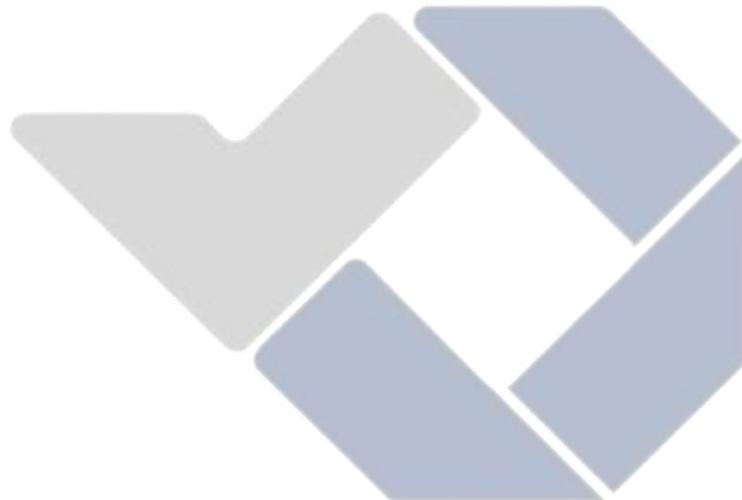
$$= 2 \times 2,452 = 4,904 \text{ mm}^3$$

$$V_{\text{total}} = V_1 + V_2 + V_3$$

$$= 5,056 + 4,074 + 4,904$$

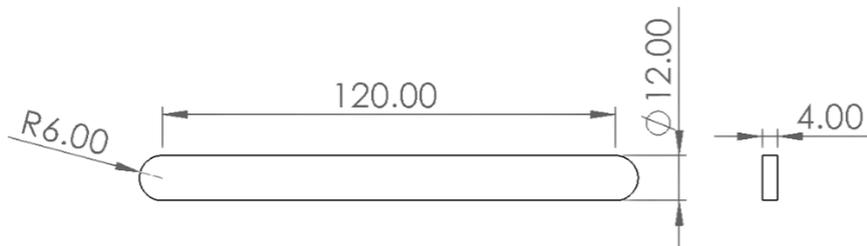
$$= 14,036,4 \text{ mm}^3$$

Dalam satuan  $\text{cm}^3 = 14,04 \text{ cm}^3$



## Lampiran 2

Perhitungan volume cetakan bending



Diketahui:

- Panjang total = 132,1 mm = 13,21 cm
- Lebar = 12 mm = 1,2 cm
- Tebal = 4 mm = 0,4 cm
- Radius ujung = 6 mm x 2 = 12 mm = 1,2 cm
- Panjang bagian lurus = 132,1 – 12 mm = 120,1 mm = 12,01 cm

Dijawab:

- Volume bagian tengah (balok):

$$V_1 = 12,01 \text{ cm} \times 1,2 \text{ cm} \times 0,4 \text{ cm} = 5,763 \text{ cm}^3$$

- Volume lingkaran:

$$V_2 = \pi \times r^2 \times h = 3,14 \text{ cm} \times (0,6)^2 \text{ cm} \times 0,4 \text{ cm} = 0,452 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{total}} = V_1 + V_2 = 5,763 \text{ cm}^3 + 0,452 \text{ cm}^3 = 6,215 \text{ cm}^3$$

### Lampiran 3

#### Daftar riwayat hidup

##### 1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Sandi

Tempat, tanggal lahir: Deniang, 7 Februari 2005

Alamat : DUSUN TUING



Jenis Kelamin : Laki - laki

Agama : Islam

Telp : -

Hp : 081389085490

Email : gtyusandiff@gmail.com

##### 2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 11 RIAU SILIP Tahun 2010-2016

SMP Negeri 2 RIAU SILIP Tahun 2016-2019

SMAS SETIA BUDI SUNGAILIAT Tahun 2019-2022

Sungailiat, 04 Juli 2025

SANDI

## Lampiran 4

### Poster



## Lampiran 5

### Bukti plagiasi

## Sandi Sandi

### PENGARUH PENAMBAHAN MOLASE DAN WAKTU PERENDAMAN LARUTAN NATRIUM BIKARBONAT ( $\text{NaHCO}_3$ ) K...

-  Proyek Akhir 2025 D4
-  PA D4 2025
-  Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

#### Document Details

Submission ID  
trn:oid::1:3338566141

Submission Date  
Sep 14, 2025, 6:34 PM GMT+7

Download Date  
Sep 14, 2025, 7:02 PM GMT+7

File Name  
CEK\_PLAGIASI\_SANDI.docx

File Size  
2.4 MB

46 Pages

6,797 Words

38,603 Characters

## 8% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

### Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text

---

### Top Sources

- 8%  Internet sources
- 0%  Publications
- 0%  Submitted works (Student Papers)

---

### Integrity Flags

#### 0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

### Top Sources

- 8%  Internet sources
- 0%  Publications
- 0%  Submitted works (Student Papers)

---

### Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet
repository.polman-babel.ac.id	8%