

**KARAKTERISTIK KEKUATAN SERAT TEBU SEBAGAI
PENGUAT KOMPOSIT DENGAN Matriks *POLYESTER*
YUKALAC 157 BQTN-EX TERHADAP UJI TARIK DAN
UJI BENDING**

PROYEK AKHIR

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



Disusun Oleh:

Ahmad Rifaldi NIM: 1041902

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2023**

**KARAKTERISTIK KEKUATAN SERAT TEBU SEBAGAI
PENGUAT KOMPOSIT DENGAN MatriKS *POLYESTER*
YUKALAC 157 BQTN-EX TERHADAP UJI TARIK DAN
UJI *BENDING***

PROYEK AKHIR

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



Disusun Oleh:

Ahmad Rifaldi NIM: 1041902

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2022**

LEMBAR PENGESAHAN

**KARAKTERISTIK KEKUATAN SERAT TEBU SEBAGAI
PENGUAT KOMPOSIT DENGAN Matriks *POLYESTER*
YUKALAC 157 BQTN-EX TERHADAP UJI TARIK DAN
UJI *BENDING***

Oleh:

Ahmad Rifaldi NIM : 1041902

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

Menyetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2



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



(Shanty Dwi Krishnaningsih, S.S., M.Hum)

Penguji 1

Penguji 2



(Erwanto, S.S.T., M.T.)



(Zaldy Sirwansyah Suzen, S.S.T., M.T.)

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Ahmad Rifaldi NIM : 1041902

Dengan Judul : Karakteristik Kekuatan Serat Tebu Sebagai Penguat Komposit Dengan Matriks *Polyester YUKALAC 157 BQTN-EX* Terhadap Uji Tarik dan Uji *Bending*

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

Sungailiat, 10 September 2022

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

Ahmad Rifaldi



.....

ABSTRAK

Material Fiber Reinforced Plastic (FRP) banyak digunakan dalam pembuatan lambung kapal (hull) namun memiliki kekurangan, sehingga dibutuhkan material alternatif pengganti yang berupa komposit serat alam. Serat alam merupakan serat organik yang didapatkan dari alam secara langsung yang diperoleh dari hewan, tumbuhan dan proses geologi. Salah satu contoh serat alam adalah serat tebu. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh fraksi volume serat 16% dan 20% dengan variasi perendaman NaOH 2% dan 4% terhadap kekuatan tarik dan kekuatan bending komposit serat tebu dan untuk mengetahui komposit serat tebu dapat dijadikan material alternatif dalam pembuatan lambung kapal sesuai standar BKI (Biro Klasifikasi Indonesia). Pembuatan komposit menggunakan metode hand lay-up dan metode factorial digunakan dalam membuat desain eksperimen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pengujian tarik dan pengujian bending dengan fraksi volume serat 16% dan matriks 84%, perendaman NaOH 2% didapatkan kekuatan tarik tertinggi dengan nilai rata-rata 37,9 MPa dan kekuatan bending tertinggi dengan nilai rata-rata 51,6. Sedangkan pada fraksi volume serat 20% dan matriks 80%, perendaman NaOH 4% didapatkan kekuatan tarik terendah dengan nilai rata-rata 26,4 MPa dan kekuatan bending terendah dengan nilai rata-rata 45,3 MPa. Dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa fraksi volume serat dan variasi perendaman NaOH sangat berpengaruh terhadap kekuatan tarik dan kekuatan bending komposit serat tebu. Berdasarkan data dan analisis perbandingan antara standar BKI dan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa komposit serat tebu belum dapat dijadikan material alternatif dalam pembuatan lambung kapal, karena data hasil pengujian dibawah standar BKI.

Kata Kunci : *BKI, factorial, hand lay-up, lambung kapal, serat tebu*

ABSTRACT

Fiber Reinforced Plastic (FRP) material is used in manufacturing the hull, but has drawbacks, so an alternative material is needed in the form of natural fiber composites. Natural fibers are organic fibers obtained from nature directly obtained from animals, plants and geological processes. One example of natural fiber is sugarcane fiber. The purpose of this study was to determine the effect of fiber volume fraction of 16% and 20% with variations of 2% and 4% NaOH immersion on tensile strength and bending strength of sugarcane fiber composites and to determine whether sugarcane fiber composites can be an alternative material in the manufacture of ship hulls based on BKI (Indonesian Classification Bureau) standards. Making composites using the hand lay-up method and the factorial method is used in making experimental designs. The results showed that in tensile testing and bending testing with a fiber volume fraction of 16% and matrix 84%, 2% NaOH immersion obtained the highest tensile strength with an average value of 37.9 MPa and the highest bending strength with an average value of 51.6. Meanwhile, at 20% fiber volume fraction and 80% matrix, 4% NaOH immersion obtained the lowest tensile strength with an average value of 26.4 MPa and the lowest bending strength with an average value of 45.3 MPa. From this research, it can be concluded that the fiber volume fraction and the variation of NaOH immersion greatly affect the tensile strength and bending strength of sugarcane fiber composites. Based on the data and comparative analysis between the BKI standard and the results of this study, it can be concluded that the sugarcane fiber composite cannot be used as an alternative material in the manufacture of ship hulls, because the test results are below the BKI standard.

Key words: *BKI, factorial, hand lay-up, hull, fiber sugarcane*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis diberikan kekuatan dan kesabaran untuk menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Karakteristik Kekuatan Serat Tebu Sebagai Penguat Komposit Dengan Matriks *Polyester YUKALAC 157 BQTN-EX* Terhadap Uji Tarik dan Uji *Bending*”.

Tujuan penulisan tugas akhir ini ditujukan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Mesin Prodi D-IV Teknik Mesin dan Manufaktur di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi pihak yang telah membantu serta memberikan dorongan semangat kepada penulis agar dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik dan tepat waktu, terutama kepada pihak yang sangat saya hormati:

1. Kedua orang tua penulis Bapak Meiliadi Rifani dan Ibu Etty, yang selalu memberikan nasehat, kasih sayang, doa serta kesabarannya yang sangat luar biasa dalam setiap mendidik penulis hingga sampai kini, Penulis berharap dapat menjadi anak yang dapat dibanggakan oleh orang tua.
2. Bapak Yuliyanto, S.S.T., M.T selaku pembimbing 1 yang telah meluangkan serta mengorbankan banyak waktu, tenaga, serta pikiran untuk memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
3. Ibu Shanty Dwi Krishnaningsih, S.S., M. Hum selaku pembimbing 2 yang telah meluangkan banyak waktu, tenaga, serta memberikan saran-saran dan solusi dari masalah yang dihadapi penulis selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
4. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D selaku direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

5. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng selaku Kepala Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Bapak Boy Rollastin, S.Tr., M.T selaku Kepala Program Studi D-IV Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
7. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin dan Staf Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat kepada saya sebelum menyusun tugas akhir ini.
8. Dewan penguji tugas akhir Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
9. Rekan-rekan mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu.

Penulis menyadari dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna baik dari segi penyusunan, dari segi isi, maupun dari segi susunan kalimatnya. Hal ini disebabkan minimnya pengalaman dan keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan dan kritik dari pembaca yang bersifat membangun agar dapat memperbaiki kekurangan dan kesalahan penulisan di kemudian hari. Semoga penulisan tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk menambah wawasan khususnya bagi penulis pribadi dan umumnya bagi pembaca. Kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini semoga segala kebaikannya akan mendapatkan balasan dari Allah SWT, aamin. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.

Sungailiat, 11 September 2022



Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
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	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan.....	4
1.5. Manfaat.....	4
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1. Tebu (<i>Saccharum Officinarum L.</i>).....	5
2.1.1. Definisi dan Karakteristik Tebu	5
2.1.2. Morfologi Tebu	5
2.1.3. Serat Tebu	7
2.2. Komposit	8
2.2.1. Penyusun Komposit.....	9
2.2.1.1. Bahan Penguat Komposit	9
2.2.1.2. Bahan Penyusun Komposit.....	10
2.3. Komposit Serat	11
2.4. Metode Pembuatan Komposit	12

2.5. Rumus Komposisi Komposit	14
2.6. <i>Unsaturated Polyester Resin (UPR)</i>	14
2.7. Pengujian Spesimen Komposit	16
2.7.1. Uji Tarik	16
2.7.2. Uji <i>Bending</i>	18
2.8. Lambung Kapal (<i>Hull</i>)	20
2.9. Penelitian Sebelumnya	21
BAB III METODE PELAKSANAAN.....	23
3.1. Diagram Alir Metode Pelaksanaan	23
3.2. Pengumpulan Data	24
3.3. Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian.....	24
3.4. Rancangan Eksperimen	24
3.5. Alat dan Bahan.....	25
3.5.1. Bahan Penelitian.....	25
3.5.2. Peralatan Penelitian	28
3.6. Proses Perendaman Serat.....	32
3.7. Pembuatan Spesimen Uji.....	32
3.8. Validasi Spesimen.....	34
3.9. Pengujian Spesimen	34
3.9.1. Pengujian Tarik Spesimen	34
3.9.2. Pengujian <i>Bending</i> Spesimen	35
3.10. Pengolahan dan Penganalisisan Data	35
3.11. Kesimpulan	36
BAB IV PEMBAHASAN.....	37
4.1. Perhitungan Komposisi Komposit	37
4.2. Hasil Pengujian Spesimen	39
4.2.1. Hasil Uji Tarik	39
4.2.2. Hasil Uji <i>Bending</i>	41
4.3. Analisis Hasil Pengujian Spesimen Komposit Serat Tebu	43

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1. Kesimpulan.....	45
5.2. Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Massa Jenis Serat Tebu	8
2.2. Sifat Mekanik <i>Polyester</i>	15
2.3. Spesifikasi <i>Polyester YUKALAC 157 BQTN-EX</i>	15
2.4. Klasifikasi Sifat Mekanik Lambung Kapal Menurut BKI	21
3.1. Rancangan Eksperimen	25
4.1. Data Hasil Pengujian Kekuatan Tarik.....	39
4.2. Data Hasil Pengujian Kekuatan <i>Bending</i>	41
4.3. Perbandingan Nilai Kekuatan Mekanik	43



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Tebu.....	5
2.2. Batang Tebu.....	6
2.3. Akar Tebu	6
2.4. Daun Tebu	7
2.5. Bunga Tebu.....	7
2.6. Serat Tebu.....	8
2.7. <i>Reinforcement</i> dan Matriks.....	9
2.8. <i>Spray Lay-Up Method</i>	12
2.9. <i>Injection Moulding Method</i>	13
2.10. <i>Hand Lay-Up Method</i>	13
2.11. Proses Uji Tarik	16
2.12. Kurva Tegangan-Regangan	17
2.13. <i>Ultimate Tensile Strength</i>	18
2.14. Skema Uji <i>Bending</i> Sebelum Diberi Pembebanan.....	19
2.15. Skema Uji <i>Bending</i> Setelah Diberi Pembebanan.....	19
3.1. Diagram Alir Metode Pelaksanaan	23
3.2. Ampas Tebu dan Serat Tebu.....	26
3.3. Resin <i>Polyester</i>	26
3.4. Katalis.....	27
3.5. NaOH	27
3.6. <i>Wax</i>	28
3.7. Mesin <i>Zwick/Roell</i>	28
3.8. Timbangan Digital	29
3.9. Cetakan Spesimen Uji Tarik dan Uji <i>Bending</i>	29
3.10. Gelas Ukur	30
3.11. Jangka Sorong.....	30

3.12. Wadah.....	31
3.13. Saringan.....	31
3.14. Kuas.....	32
3.15. Dimensi Spesimen Uji Tarik ASTM D 638	32
3.16. Dimensi Spesimen Uji <i>Bending</i> ASTM D 790	33
3.17. Proses Uji Tarik	34
3.18. Skema Uji <i>Bending</i> Sebelum Diberi Pembebanan.....	35
3.19. Skema Uji <i>Bending</i> Setelah Diberi Pembebanan.....	35
4.1. Grafik Rata-Rata Kekuatan Tarik	41
4.2. Grafik Rata-Rata Kekuatan <i>Bending</i>	43



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2 : Tahapan Pengambilan Serat Tebu

Lampiran 3 : Tahapan Perendaman Serat Tebu

Lampiran 4 : Tahapan Pembuatan dan Pengujian Spesimen Komposit

Lampiran 5 : Bentuk Spesimen Setelah Dilakukan Uji Tarik dan Uji *Bending*



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam industri pembuatan lambung kapal banyak digunakan material *Fiber Reinforced Plastic* (FRP). FRP merupakan material komposit serat buatan (Darmansyah *et al.*, 2018). Komposit adalah material baru yang terbentuk dari gabungan dua atau lebih material baku dengan tujuan untuk mendapatkan *mechanical properties* yang lebih baik. Komposit memiliki kelebihan yaitu ketahanan dan kekuatan yang baik, tidak karat, biaya pembuatan murah, dan memiliki bobot yang ringan (Pramono *et al.*, 2019). Komposit terbagi menjadi dua, yaitu komposit serat buatan dan komposit serat alam (Banowati *et al.*, 2020). FRP adalah salah satu contoh material dari komposit serat buatan yang memiliki kekurangan yaitu tidak ramah lingkungan, sangat sulit untuk didaur ulang, menimbulkan polusi debu atau serbuk yang bisa berbahaya apabila terhirup masuk ke dalam tubuh serta tidak terbarukan, sehingga dibutuhkan material alternatif pengganti yang berupa komposit serat alam (Prabowo, 2007).

Serat alam merupakan serat organik yang didapatkan dari alam secara langsung yang diperoleh dari hewan, tumbuh-tumbuhan, dan proses geologi. Serat alam memiliki keunggulan bila dibandingkan dengan serat buatan, antara lain yaitu mudah didapatkan, bisa didaur ulang, ramah lingkungan, tidak memiliki racun, memiliki harga yang murah, dan terbarukan. Salah satu contoh serat alam yang banyak kita jumpai yaitu serat tebu (Prihatno & Haripriadi, 2020).

Sampai saat ini banyak sekali penelitian yang telah dilakukan tentang serat tebu yang digunakan sebagai material komposit alternatif. Penelitian pertama dilakukan oleh (Kunarto & Sumargianto, 2016) tentang material serat tebu (*baggase*) yang digunakan dalam pembuatan komposit yang dicampur dengan matriks resin poliester dan dilakukan perendaman 5% NaOH selama 2 jam, fraksi volume serat dan matriks yaitu 5% : 95%, 10% : 90%, dan 15% : 85% dengan pada panjang serat ± 2 mm, menggunakan metode *hand lay-up* yang

menghasilkan kekuatan tarik tertinggi sebesar 3,35 MPa pada fraksi volume serat 15% dan matriks 85%.

Penelitian yang dilakukan oleh (Prakoso & Ningsih, 2021) tentang serat tebu adalah penelitian tentang kekuatan *bending* dan kekuatan *impact* terhadap komposit dengan *polyester* sebagai matriks yang dipengaruhi perendaman NaOH dan fraksi volume serat, yang dilakukan perendaman 5% NaOH selama 2 jam dan tanpa perendaman NaOH, dengan fraksi volume serat 30%, 40%, dan 50% menggunakan metode *hand lay-up* yang menghasilkan nilai kekuatan *bending* tertinggi yaitu 33,81 MPa pada perendaman NaOH dengan fraksi volume serat 40% dan menghasilkan nilai kekuatan *impact* tertinggi yaitu 0,028 J/mm² tanpa perendaman NaOH dengan fraksi volume serat 30%.

Penelitian lain yang dilakukan oleh (Darmansyah *et al.*, 2018) tentang pengaruh fraksi volume serat dan sintesis mekanik komposit *epoxy* terhadap kekuatan tarik dan kekuatan *bending* yang dilakukan dengan cara perendaman 5% NaOH selama 1 jam, dengan fraksi volume serat 0%, 5%, 10%, dan 15% pada susunan arah serat secara sejajar, metode *hand lay-up* digunakan dalam pembuatan komposit yang menghasilkan kekuatan tarik dengan nilai tegangan tertinggi rata-rata 18,3967 N/mm², nilai regangan rata-rata 10,5339%, dan nilai modulus elastisitas rata-rata sebesar 179,5958 N/mm² pada fraksi volume serat 15%. Sedangkan kekuatan *bending* dengan nilai tegangan tertinggi rata-rata 18,9078 N/mm² dan nilai modulus elastisitas rata-rata sebesar 9075,7207 N/mm² pada fraksi volume serat 5%.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang diuraikan di atas dapat disimpulkan bahwa fraksi volume serat dan perendaman NaOH sangat berpengaruh terhadap kekuatan tarik dan kekuatan *bending* komposit serat tebu. Melihat peluang bahwa dengan fraksi volume serat tebu dan perendaman NaOH masih dapat diteliti lebih lanjut. Oleh karena itu pada proyek akhir ini dibahas tentang Karakteristik Kekuatan Serat Tebu Sebagai Penguat Komposit Dengan Matriks *Polyester YUKALAC 157 BQTN-EX* Terhadap Uji Tarik Dan Uji *Bending* pada fraksi volume serat 16% dan 20% dengan variasi perendaman NaOH 2% dan 4%. Diharapkan dalam proyek akhir ini didapatkan data kekuatan mekanik

komposit serat tebu tertinggi sebagai material alternatif dalam pembuatan lambung kapal (*hull*) yang mengacu pada standar kekuatan mekanik yang ditetapkan oleh BKI (Biro Klasifikasi Indonesia) dalam buku panduan *Rules for Fiberglass Reinforced Plastics Ships*, 2021 : page 1-4.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh fraksi volume serat 16% dan 20% dengan variasi perendaman NaOH 2% dan 4% terhadap kekuatan tarik dan kekuatan *bending* komposit serat tebu?
2. Apakah komposit serat tebu dapat dijadikan material alternatif dalam pembuatan lambung kapal (*hull*) sesuai standar kekuatan mekanik yang ditetapkan oleh BKI (Biro Klasifikasi Indonesia)?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Metode *hand lay-up* digunakan untuk pembuatan komposit.
2. Waktu perendaman serat tebu dengan NaOH adalah 3 jam.
3. Panjang serat tebu yang digunakan berukuran 80 mm.
4. Diameter serat tebu yang digunakan rata-rata 0,1 – 1 mm.
5. Resin *Polyester YUKALAC 157 BQTN-EX* digunakan dalam penelitian ini.
6. Persentase katalis yang digunakan adalah 2%.
7. Arah penyusunan serat dalam proses pembuatan komposit adalah acak.
8. Pengujian tarik berdasarkan standar ASTM D 638.
9. Pengujian *bending* berdasarkan standar ASTM D 790.

1.4. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh fraksi volume serat 16% dan 20% dengan variasi perendaman NaOH 2% dan 4% terhadap kekuatan tarik dan kekuatan *bending* komposit serat tebu.
2. Mengetahui komposit serat tebu dapat dijadikan material alternatif dalam pembuatan lambung kapal (*hull*) sesuai standar kekuatan mekanik yang ditetapkan oleh BKI (Biro Klasifikasi Indonesia).

1.5. Manfaat

Manfaat dalam penelitian ini adalah:

1. Menemukan material alternatif dalam memenuhi kebutuhan material lambung kapal (*hull*) menggantikan material *Fiber Reinforced Plastic* (FRP).
2. Memanfaatkan serat alam menjadi sebuah material alternatif lambung kapal (*hull*) yang lebih kokoh, mudah dalam proses pembuatan, dan bisa bertahan lama dalam hal penggunaan.
3. Sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya.

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Tebu (*Saccharum Officinarum L.*)

2.1.1. Definisi dan Karakteristik Tebu

Tebu adalah tumbuhan yang biasanya menjadi hasil perkebunan beriklim tropis. Tumbuhan ini termasuk dalam keluarga *graminae* atau *poaceae* (rumput-rumputan) yang banyak dibudidayakan untuk pembuatan gula (Prakoso & Ningsih, 2021).



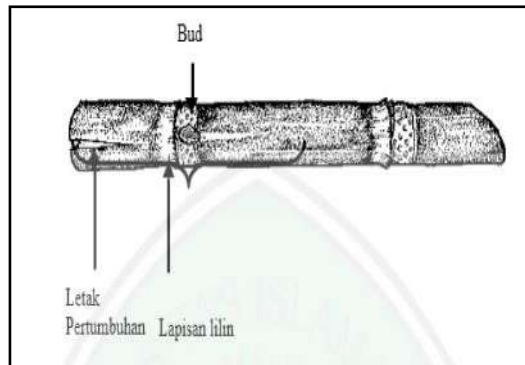
Gambar 2.1. Tebu (Arimbawa, 2020)

2.1.2. Morfologi Tebu

Morfologi tebu adalah sebagai berikut:

1. Batang

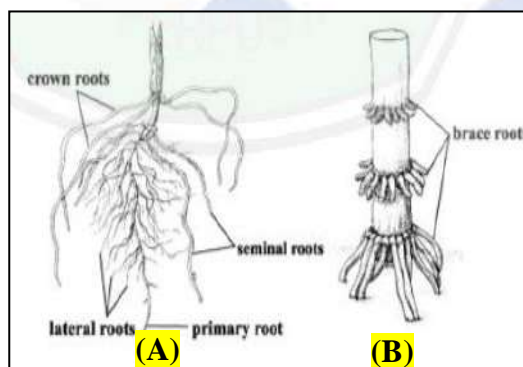
Tebu memiliki ciri khas batang yang berbentuk lurus, tumbuh tegak ke atas, memiliki ruas-ruas pada mata tunasnya, dan tidak memiliki cabang. Tinggi batang tebu sangat beragam karena dipengaruhi oleh faktor pertumbuhan tebu yang baik atau buruk, perubahan iklim, dan jenis tebu. Tinggi batang tebu berkisaran antara 2-5 meter, dengan diameter batang rata-rata 3-5 cm (Esse, 2018).



Gambar 2.2. Batang Tebu (Esse, 2018)

2. Akar

Tebu memiliki akar yang berjenis serabut, tebal, dan tidak panjang. Akar pada tebu dikelompokkan menjadi 2 jenis. Pertama adalah akar stek, yang berasal dari stek batang tebu yang bersifat sementara dan hanya bermanfaat saat tebu masih berumur muda. Sedangkan akar tunas merupakan akar yang berasal dari tunas tebu sendiri, memiliki akar yang kokoh, kuat, dan bersifat tetap selama tebu masih tumbuh dengan baik (Ubaidillah, 2018).



Gambar 2.3. (A) Akar Stek dan (B) Akar Tunas (Esse, 2018)

3. Daun

Tebu memiliki daun menyerupai bentuk pita dan busur panah, seperti daun jagung yang hanya memiliki pelepah, helai daun, namun tidak memiliki tangkai. Pada bagian tepi helaian daun bergelombang, memiliki permukaan kasar, serta memiliki bulu-bulu halus (Esse, 2018).



Gambar 2.4. Daun Tebu (Esse, 2018)

4. Bunga

Tebu memiliki bunga majemuk berbentuk utaian, panjang untaian bunga tebu majemuk berkisar antara 30 sampai 90 cm. Setiap bunga tebu memiliki satu kepala putik yang sangat halus, memiliki 3 buah benang sari, dan 3 daun kelopak (Esse, 2018).



Gambar 2.5. Bunga Tebu (Esse, 2018)

2.1.3. Serat Tebu

Serat tebu adalah serat yang dihasilkan dari proses pengolahan tebu. Tebu setelah dilakukan proses pengolahan untuk diambil sari tebu, maka akan menghasilkan limbah berserat. Serat tebu sebagian besar mengandung *lignin-cellulose*, memiliki panjang serat berkisar 30 sampai 120 mm, serta memiliki diameter berukuran 20 mikro. Serat tebu juga memiliki kadar gula sebesar 3,3%, memiliki kandungan air sebesar 46-52%, dan memiliki serat rata-rata sebesar 47,7%. Sifat mekanik yang dimiliki serat tebu adalah tidak mudah korosif,

memiliki kepadatan yang rendah, dan sangat mudah untuk didaur ulang (Prihatno & Haripriadi, 2020).



Gambar 2.6. Serat Tebu (Pujiati, 2017)

Massa jenis serat tebu lebih rendah dari serat alam lainnya seperti yang dapat dilihat pada tabel 2.1. di bawah ini.

Tabel 2.1. Massa Jenis Serat Tebu (Rambe, 2011)

Jenis Serat	Massa Jenis Serat
Serat eceng gondok	0,40 gr/cm ³
Serat tebu	0,36 gr/cm ³
Serat pohon kelapa	1,36 gr/cm ³

2.2. Komposit

Komposit ialah material baru yang terbentuk dari gabungan dua atau lebih material baku dengan tujuan untuk mendapatkan *mechanical properties* yang lebih baik. Beberapa kelebihan yang dimiliki komposit bila dibandingkan dengan material logam antara lain kerapatannya lebih rendah dari material logam. Selain itu komposit memiliki koefisien muai rendah bila dibandingkan material logam yang mudah memuai apabila diberikan temperatur suhu tertentu. Material logam juga sangat rentan terkena korosi, sedangkan komposit tahan korosi (Nayiroh, 2013).

2.2.1. Penyusun Komposit

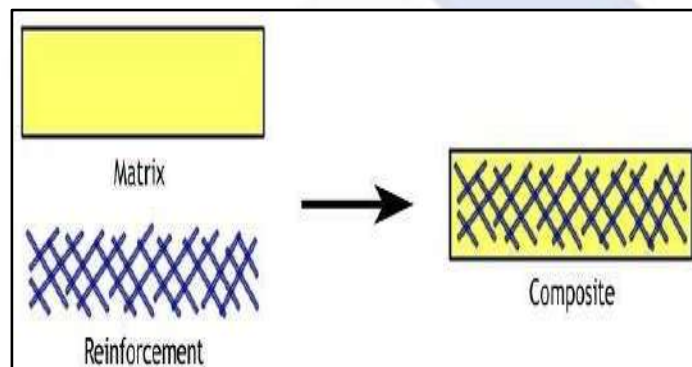
Penyusun komposit minimal ada dua bahan berbeda, kemudian disatukan untuk mendapatkan *mechanical properties* yang lebih baik dari kedua material tersebut. Berikut ini adalah penyusun komposit:

1. *Reinforcement* (penguat)

Reinforcement (penguat) adalah komponen utama yang berfungsi menjadi pondasi dalam menentukan besar atau kecilnya kekuatan komposit (Khotimah, 2018).

2. Matriks (penyusun)

Matriks (penyusun) adalah komponen utama yang berfungsi sebagai pengikat serat untuk melapisi serat agar terhindar dari berbagai macam kerusakan (Khotimah, 2018).



Gambar 2.7. *Reinforcement* dan Matriks (Pujiati, 2017)

2.2.1.1. Bahan Penguat Komposit

Berdasarkan jenis penguat komposit dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. *Particulate Composites*

Particulate composites adalah *composites* yang memanfaatkan serbuk maupun partikel untuk penguat, kemudian mentransferkan secara menyeluruh kepada matriks untuk meningkatkan daya kokoh material, yang memiliki keunggulan dapat mempengaruhi kekerasan serta kekuatan material komposit. *Particulate composites* terbagi menjadi 2 jenis dilihat dari partikelnya, yaitu *large particle* dan *dispersion strengthend particle* (Arba, 2021).

2. *Structural Composites*

Structural composites adalah *composites* yang disusun oleh dua bentuk lembaran atau lapisan, kemudian digabungkan untuk menghasilkan kekuatan yang terbaik pada tiap lapisan komposit. Komposit dilihat dari strukturnya terbagi menjadi 2 macam, yaitu komposit struktur *sandwich* dan komposit struktur *laminated*. Komposit struktur *sandwich* adalah komposit yang terbentuk dari 2 lapisan yaitu material inti (*core*) di bagian tengahnya dan *metal sheet* sebagai kulit permukaan, untuk menghasilkan efisiensi berat yang optimal. Sedangkan komposit struktur *laminated* adalah komposit yang terbentuk dari perpaduan 2 atau lebih lamina kemudian terbentuk menjadi sebuah elemen struktur yang memiliki daya kokoh material yang baik (Arba, 2021).

3. *Fiber Composites*

Fiber composites adalah *composites* yang terdiri dari serat penguat dan matriks sebagai pengikat serat. Serat berfungsi untuk menopang kekuatan komposit, sehingga kuat komposit tergantung dari jenis serat yang dipakai (Arba, 2021).

2.2.1.2. Bahan Penyusun Komposit

Jenis bahan penyusun komposit diklasifikasikan sebagai berikut:

1. *Polymer Matrix Composites* (PMC)

PMC adalah komposit bermatriks *plastic*. Komposit ini memiliki kelebihan antara lain memiliki ketahanan serta kekuatan yang baik, mudah dalam penyimpanan, memiliki berat yang ringan, dan biaya pembuatan relatif murah. Matriks *polymer* memiliki 2 jenis yang sering digunakan adalah *thermoset* dan *thermoplastic*. *Thermoset* adalah bahan plastik yang bersifat permanen dan tidak bisa diubah kembali apabila telah dikeraskan, sedangkan *thermoplastic* adalah bahan plastik yang bersifat *flexibel* dan bisa diubah kembali secara berulang-ulang (Prabowo, 2007).

2. *Metal Matrix Composites (MMC)*

MMC merupakan komposit yang bermatriks logam. MMC memiliki banyak kelebihan bila dibandingkan dengan PMC karena sifat mekanik baik, kekuatan tekan dan geser baik, dan tahan panas. MMC memiliki kekurangan, antara lain memiliki standarisasi material yang sedikit dan biaya pembuatan yang relatif mahal (Prabowo, 2007).

3. *Ceramic Matrix Composites (CMC)*

CMC merupakan komposit yang bermatriks keramik. CMC dibuat melalui proses DIMOX. DIMOX adalah proses pembentukan komposit untuk menumbuhkan matriks keramik pada bagian penguat dengan memanfaatkan reaksi oksidasi leburan logam. CMC memiliki kelebihan yaitu tahan terhadap korosi dan memiliki ketahanan pada suhu tinggi. Sedangkan kekurangan CMC adalah hanya dapat dimanfaatkan pada aplikasi tertentu dan sangat sulit diproduksi secara massal (Prabowo, 2007).

2.3. **Komposit Serat**

Komposit serat berdasarkan penempatan susunan dan panjang serat dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa tipe sebagai berikut:

1. *Continuous Fiber Composite (CFC)*

CFC adalah komposit *uni-directional* yang disusun arah seratnya memanjang dan lurus, sehingga terbentuk lamina pada matriksnya. Tipe komposit serat ini paling sering digunakan oleh banyak orang, walaupun memiliki kekurangan pada kekuatan diantar lapisan karena mudah terpengaruh oleh matriks yang digunakan (Rambe, 2011).

2. *Woven Fiber Composite (WFC)*

WFC adalah komposit *bi-directional* yang memiliki arah penyusunan serat memanjang dan tidak lurus, sehingga menimbulkan kekakuan dan kekuatannya lemah, namun pemisahan antar lapisan tidak mudah terpengaruh (Yuniarti, 2011).

3. *Discontinuous Fiber Composite (DFC)*

DFC adalah jenis komposit berserat pendek yang disusun secara acak. Komposit serat ini terdiri dari *aligned discontinuous fiber*, *off-axis aligned discontinuous fiber*, dan *randomly oriented discontinuous fiber* (Abusiri, 2016).

4. *Hybrid Fiber Composite (HFC)*

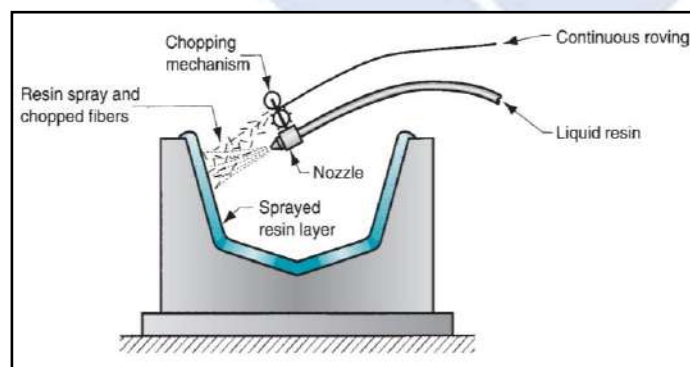
HFC adalah komposit yang berkombinasi serat lurus dan serat acak. Komposit *HFC* dimanfaatkan untuk menutupi kekurangan pada masing-masing tipe serat dan menyatukan kelebihan yang dimiliki oleh kedua serat (Abusiri, 2016).

2.4. Metode Pembuatan Komposit

Beberapa metode pembuatan komposit adalah:

1. *Spray Lay-Up*

Metode *spray lay-up* dilakukan dengan mencampurkan resin dan katalis kemudian disemprotkan dalam cetakan berisi serat, ditunggu sampai komposit mengeras. Gambar 2.8. adalah metode *spray lay-up* (Tantowi, 2014).

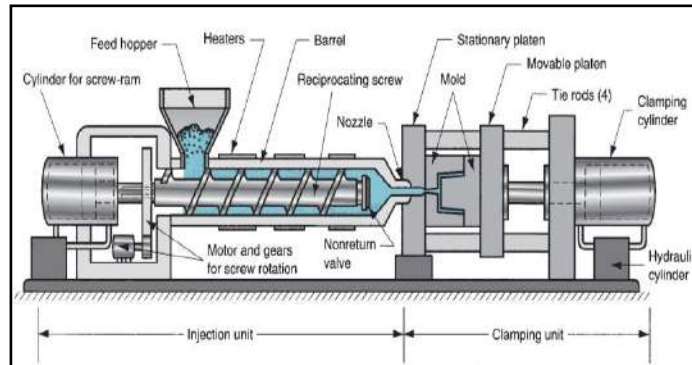


Gambar 2.8. *Spray Lay-Up Method* (Groover, 2010)

2. *Injection Moulding*

Injection moulding merupakan metode pembuatan komposit dengan matriks polimer yang dilakukan dengan memasukkan serat dan resin ke dalam hooper pada mesin *injection moulding* sampai kedua material menyatu

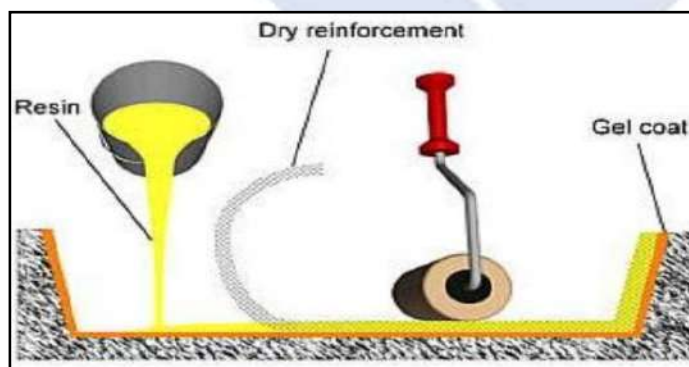
dengan baik, kemudian dilakukan proses injeksi ke dalam cetakan. Gambar 2.9. adalah metode *injection moulding* (Tantowi, 2014).



Gambar 2.9. *Injection Moulding Method* (Groover, 2010)

3. *Hand Lay-Up*

Metode *Hand lay-up* merupakan metode pembuatan komposit pertama. Pada proses *hand lay up* menggunakan cetakan terbuka, yang dilakukan dengan cara menuangkan resin secara terus-menerus ke dalam cetakan yang telah diletakkan serat, hingga mencapai ketebalan yang telah ditetapkan sesuai standar yang dipilih. Gambar 2.10. adalah metode *hand lay-up* (Tantowi, 2004).



Gambar 2.10. *Hand Lay-Up Method* (Tantowi, 2004)

2.5. Rumus Komposisi Komposit

Rumus komposisi komposit merupakan cara menghitung untuk mengetahui komposisi komposit yang meliputi persentase serat, persentase resin, dan persentase katalis yang digunakan dalam mencetak spesimen komposit. Rumus komposisi komposit adalah sebagai berikut (Yuliyanto & Masdani, 2018):

1. Persentase Serat

Persentase serat menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Volume Cetakan} \times \text{Persentase Serat} \times \text{Massa Jenis Serat} \dots\dots(2.1)$$

2. Persentase Resin

Persentase resin menggunakan rumus di bawah ini:

$$\text{Volume Cetakan} \times \text{Persentase Resin} \times \text{Massa Jenis Resin} \dots\dots(2.2)$$

3. Persentase Katalis

Persentase katalis menggunakan rumus seperti berikut ini:

$$\text{Volume Resin} \times \text{Persentase Katalis} \times \text{Massa Jenis Katalis} \dots\dots(2.3)$$

2.6. *Unsaturated Polyester Resin (UPR)*

UPR atau resin *polyester* tak jenuh merupakan resin tipe *thermoset* atau lebih dikenal dengan sebutan *polyester*. *Polyester* adalah resin cair yang memiliki viskositas rendah apabila dibandingkan dengan resin yang lain (Rangkuti, 2011). Berikut ini beberapa kelebihan dari *polyester* antara lain yaitu (Syamsu, 2015):

1. Mempunyai kekuatan tarik yang sangat baik.
2. Memiliki ketahanan terhadap regangan, reaksi kimia, bahkan lumut.
3. Mudah dalam segi perawatan.
4. Mempunyai ketahanan terhadap air dan mudah mengering.

Penggunaan *polyester* dapat dimanfaatkan pada bermacam-macam aplikasi, contohnya pada pembuatan penampungan tangki (FW) dan pembuatan lembaran komposit (SMC). Hal ini dikarenakan *polyester* sangat baik kekuatan mekaniknya, memiliki ketahanan pada bahan kimia, dan memiliki harga murah (Arthanto, 2005). Berikut ini adalah sifat mekanik *polyester*:

Tabel 2.2. Sifat Mekanik *Polyester* (Syamsu, 2015)

<i>Polyester</i>	
<i>Tensile Strength</i> (MPa)	20 - 100
<i>Tensile Modulus</i> (GPa)	2.1 - 4.1
<i>Ultimate Strain</i> (%)	1.1 - 6.1
<i>Poisson's Ratio</i>	-
<i>Density</i> (g/cm ³)	1.0 - 1.45
Tg (°C)	100 - 140
CTE (10 ⁻³ /°C)	55 - 100
<i>Cure shrinkage</i> (%)	512

Polyester YUKALAC 157 BQTN-EX adalah salah satu jenis UPR. Pada tabel 2.3. adalah spesifikasi *polyester YUKALAC 157 BQTN-EX*.

Tabel 2.3. Spesifikasi *Polyester YUKALAC 157 BQTN-EX* (Nurhidayah, 2016)

Item	Satuan	Nilai Tipikal	Catatan
Berat jenis	g/mm ³	1.215	25°C
Kekerasan	kg/mm ²	40	Barcol GYZJ 934-1
Suhu distorsi panas	0°C	70	-
Penyerapan air (suhu ruangan)	%	0,188	24 jam
	%	0,446	3 hari
Kekuatan tarik	kg/mm ²	5,5	-

2.7. Pengujian Spesimen Komposit

2.7.1. Uji Tarik

Uji Tarik adalah pengujian dalam mencari besar kekuatan material untuk menahan gaya tarik yang diberikan. Pengujian tarik bersifat merusak, karena spesimen komposit diberikan gaya tarik secara terus-menerus sampai spesimen mengalami pertambahan panjang hingga akhirnya patah (bisa dilihat pada gambar 2.11). Ketika spesimen diberi gaya tarik sebesar F (N), maka spesimen mengalami pertambahan panjang Δl (mm) dan spesimen pada bagian tengah mendapat tegangan σ (N/mm²). Spesimen yang mendapat tegangan dihitung dengan rumus di bawah ini (Abusiri, 2016):

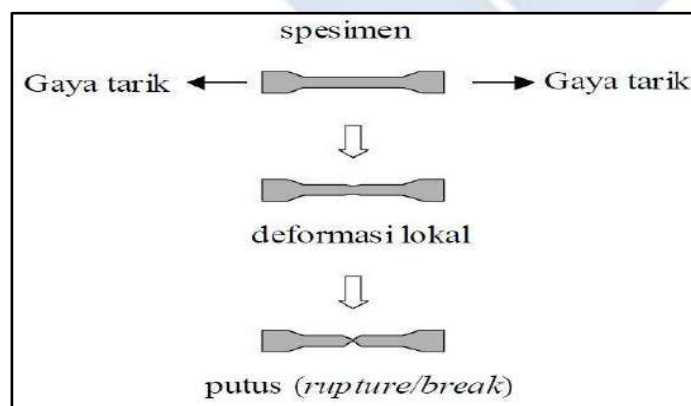
$$\sigma = \frac{F}{A_0} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

σ = Tegangan tarik (N/mm²)

F = Gaya tarik (N)

A_0 = Luas penampang awal (mm²)



Gambar 2.11. Proses Uji Tarik (Sastranegara, 2009)

Regangan adalah perubahan panjang awal spesimen terhadap pertambahan panjang spesimen setelah diberikan gaya tarik, yang dapat dirumuskan sebagai berikut (Abusiri, 2016):

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100\% = \frac{l - l_0}{l_0} \times 100\% \dots \dots \dots (2.5)$$

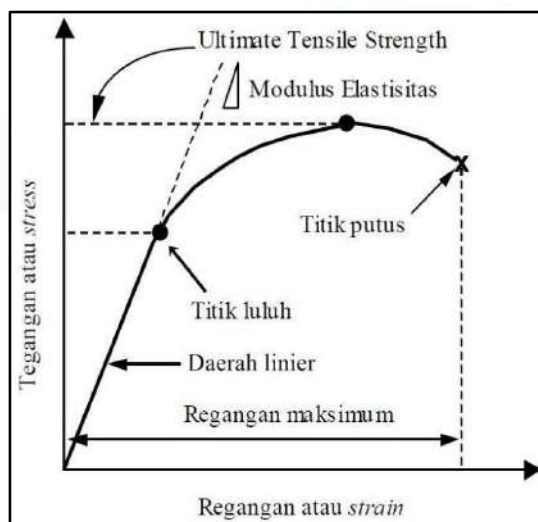
Keterangan :

ϵ = Regangan (%)

l = Panjang setelah dibebani (mm)

l_0 = Panjang awal (mm)

Dalam kurva gambar 2.12. di bawah ini, pengujian tarik spesimen komposit memiliki beberapa sifat, yaitu daerah linier, titik luluh, modulus elastisitas (E), *ultimate tensile strength* (UTS), tegangan dan regangan.



Gambar 2.12. Kurva Tegangan-Regangan (Sastranegara, 2009)

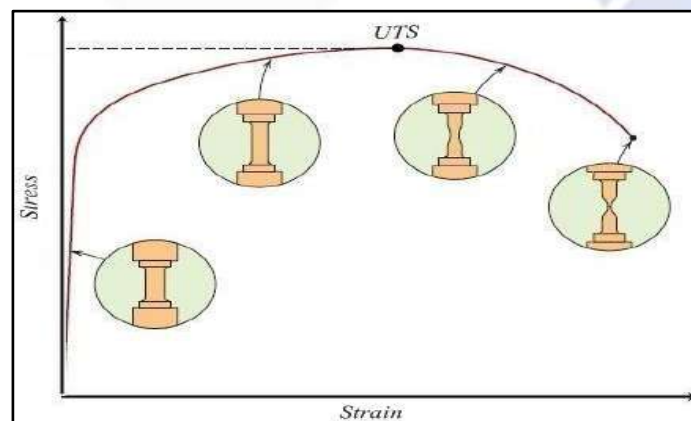
Daerah linier merupakan daerah yang berkaitan tentang bentuk awal spesimen dan pertambahan panjang spesimen dengan gaya tarik yang diberikan. Pertambahan panjang dan bentuk awal spesimen terhadap gaya tarik mengacu pada hukum *Hooke* (Abusiri, 2016).

Titik luluh merupakan daerah titik yang membatasi pergerakan elastis spesimen, sebelum spesimen mengalami perubahan bentuk secara total (plastis) dan tidak bisa kembali ke bentuk semula. Jika spesimen diberikan beban secara berlebihan serta melewati batas daerah elastisitas, maka spesimen akan

mengalami perubahan bentuk dan mengalami patah. Spesimen akan kembali ke bentuk semula apabila spesimen menerima beban sampai mencapai daerah titik elastisitas (Abusiri, 2016).

Modulus elastisitas (E) dapat diartikan sebagai tegangan dari per satuan regangan, yang merupakan gradien kurva yang berada pada daerah linier (bisa dilihat pada gambar 2.12). Nilai modulus elastisitas dipakai untuk mengetahui serta melihat seberapa kaku sebuah material. Nilai modulus elastisitas material semakin kecil, maka nilai tegangan yang diperlukan untuk mendapat regangan semakin kecil juga. Dan sebaliknya apabila nilai modulus elastisitas semakin besar, maka nilai tegangan yang diperlukan untuk mendapat nilai regangan semakin besar pula (Abusiri, 2016).

Ultimate Tensile Strength (UTS) merupakan tahapan akhir dalam pertambahan panjang spesimen komposit serta tahap awal spesimen mulai mengalami kerusakan pada bagian bentuk (mengalami patah) karena tidak mampu lagi menahan gaya tarik yang diberikan secara kontinyu (Abusiri, 2016).

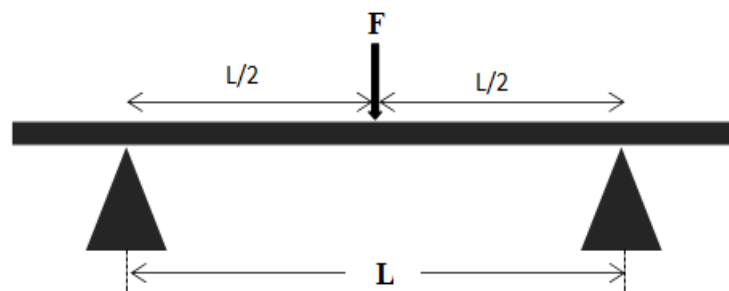


Gambar 2.13. *Ultimate Tensile Strength* (Abusiri, 2016)

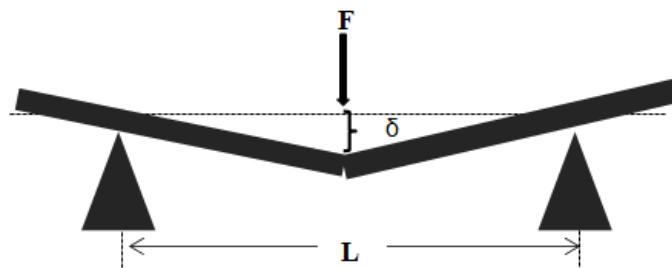
2.7.2. Uji *Bending*

Uji *bending* adalah pengujian yang bertujuan untuk mendapatkan nilai kekuatan, ketahanan, dan kelenturan spesimen komposit ketika diberikan pembebanan pada daerah titik lentur. Dalam melakukan uji *bending* terdapat 2 jenis metode yang paling umum dipakai, yaitu pengujian *bending* dengan metode 3 titik dan pengujian *bending* dengan metode 4 titik (Ubaidillah, 2019).

Pengujian *bending* bermetode 3 titik mempunyai 3 titik utama. Dua titik tumpuan berada pada ujung spesimen dan satu titik pembebanan berada di tengah spesimen. Pada satu titik pembebanan, beban akan diberikan secara maksimal pada material sehingga spesimen bagian atas mengalami tekanan, bagian bawah mengalami gaya tarik sehingga spesimen berubah bentuk hingga akhirnya bengkok atau patah. Pada gambar 2.14. dan 2.15. adalah skema pengujian *bending* 3 titik (Ubaidillah, 2019).



Gambar 2.14. Skema Uji *Bending* Sebelum Diberi Pembebanan (Habibi, 2017)



Gambar 2.15. Skema Uji *Bending* Setelah Diberi Pembebanan (Habibi, 2017)

Pada saat spesimen komposit dilakukan pengujian *bending*, Rumus momen adalah sebagai berikut (Ubaidillah, 2019):

$$M = \frac{F}{2} \cdot \frac{L}{2} \dots\dots\dots(2.6)$$

Rumus kekuatan *bending* dari material komposit adalah berikut ini:

$$\sigma_b = \frac{3.F.L}{2.b.d^2} \dots\dots\dots(2.7)$$

Rumus persamaan nilai modulus elastisitas spesimen komposit yaitu sebagai berikut:

$$Eb = \frac{L^3.F}{4.b.d^3\delta} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan :

- σ_b = Kekuatan *bending* (N/mm²)
- F = Beban yang diberikan (N)
- L = Jarak antara dua titik tumpuan (mm)
- b = Lebar sampel uji (mm)
- d = Tebal sampel uji (mm)
- δ = Defleksi (mm)
- Eb = Modulus elastisitas *bending* (N/mm²)

2.8. Lambung Kapal (*Hull*)

Lambung kapal (*hull*) adalah komponen utama dalam terbentuknya sebuah kapal, yang memiliki fungsi sebagai daya apung untuk menghindari kapal tenggelam (Roby, 2018).

Lambung kapal banyak menggunakan material *Fiberglass Reinforced Plastic* (FRP). FRP adalah material komposit serat buatan atau sintetis, yang terbentuk dari campuran serat buatan sebagai penguat dan matriks polimer sebagai pengikat serat buatan (Darmansyah *et al.*, 2018). Standar kekuatan material yang dipakai dalam pembuatan lambung kapal harus memenuhi standar kekuatan mekanik yang ditetapkan oleh BKI dalam buku panduan, yang berjudul *Rules for Fiberglass Reinforced Plastics Ships*, 2021 : page 1-4.

Tabel 2.4. Klasifikasi Sifat Mekanik Lambung Kapal Menurut BKI
(Buku Panduan BKI, 2021)

Jenis Pengujian	Standard BKI (MPa)
Kekuatan Tarik	98
Kekuatan <i>Bending</i>	150

2.9. Penelitian Sebelumnya

Penelitian material komposit alternatif serat tebu telah banyak dilakukan. Penelitian pertama tentang serat tebu adalah penelitian serat ampas tebu (*bagasse*) dengan pengaruh arah susunan serat terhadap kekuatan tarik menggunakan matriks *epoxy* dengan fraksi volume matriks dan serat yaitu 92% : 8%, 88% : 12%, dan 84% : 16% pada susunan serat secara acak, anyam, *cross*, menggunakan metode *hand lay-up* yang menghasilkan kekuatan tarik tertinggi sebesar 21,69 Mpa pada fraksi 16% : 84% dengan susunan serat anyam dan *cross* (Prihatno & Haripriadi, 2020).

Penelitian lain adalah penelitian kekuatan *bending* dan kekuatan *impact* serat ampas tebu bermatriks *polyester* pada fraksi volume serat dan matriks 5% : 95%, 10% : 90%, dan 15% : 85% dengan metode *hand lay-up* yang menghasilkan 1.4 joule/mm² kekuatan *impact* tertinggi pada fraksi 10% : 90%, dan kekuatan *bending* tertinggi sebesar 198,2 N pada fraksi 10% : 90% (Surya & Gusnawan, 2021).

Kemudian penelitian lain yang diambil adalah penelitian tentang perlakuan alkali dan pengaruh rasio matriks *epoxy* pada serat ampas tebu terhadap kekuatan bentur dengan variasi perendaman NaOH 0%, 1%, 2%, dan 3% selama 1 jam pada fraksi volume matriks dan serat yaitu 100% : 0%, 70% : 30%, 60% : 40%, dan 50% : 50% menggunakan metode *hand lay-up* yang menghasilkan kekuatan bentur tertinggi sebesar 8,006 kJ/m² pada fraksi volume 70% : 30% dengan 2% NaOH (Shabiri *et al.*, 2014).

Selanjutnya penelitian lain adalah penelitian perendaman *filler* serat ampas tebu bervariasi konsentrasi NaOH, dengan variasi perendaman NaOH 0%, 3%, 5%, dan 7% selama 1 jam pada susunan serat searah dan acak bermetode *hand*

lay-up yang menghasilkan 32,1 Mpa kekuatan lentur tertingginya dengan susunan serat searah pada NaOH 7%. Kekuatan *impact* tertinggi sebesar 5468,3 J/m² dengan susunan serat searah pada NaOH 3%, kekuatan tarik tertinggi sebesar 16,51 N/mm² dengan susunan serat searah pada 5% NaOH (Wiranda & Harahap, 2015).

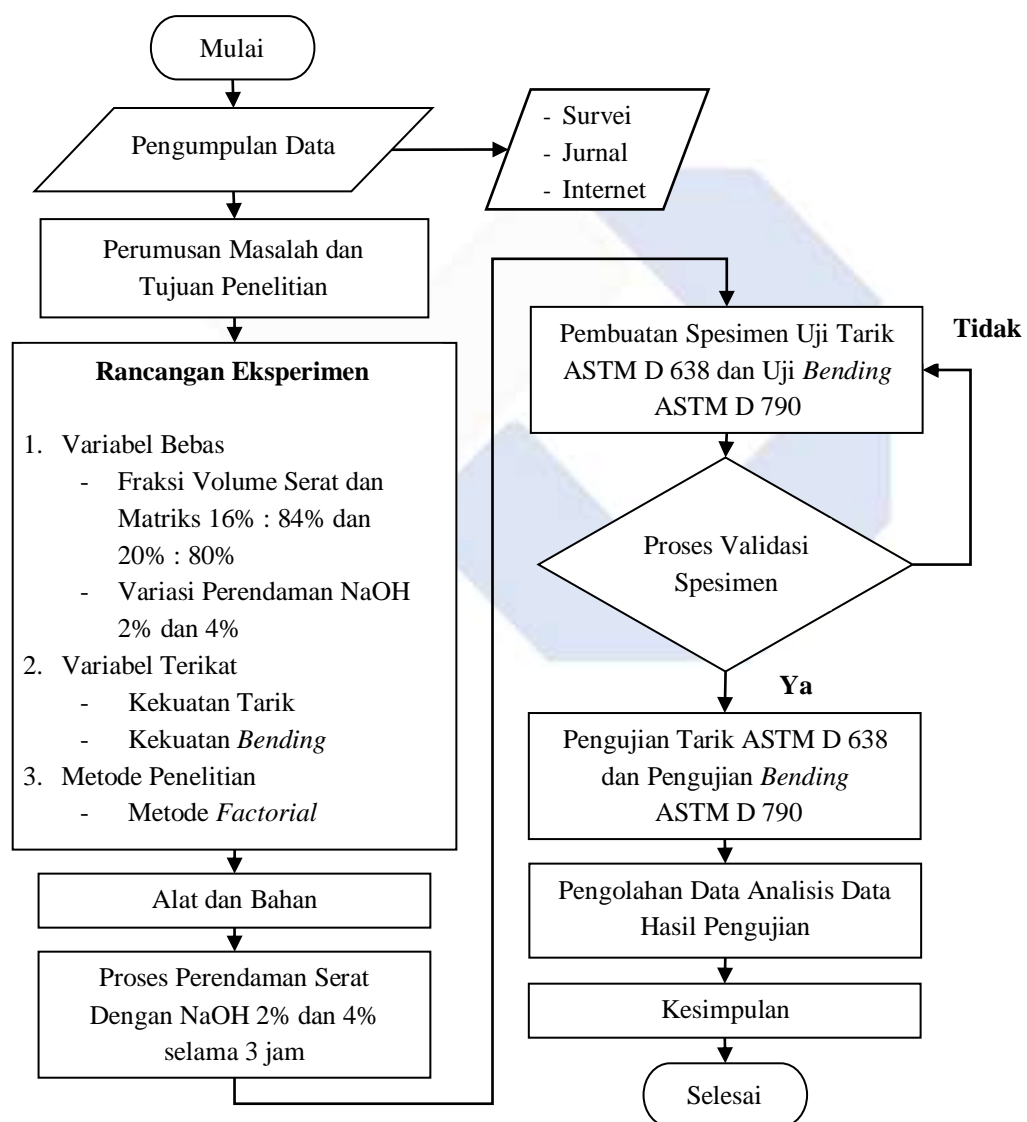
Kemudian penelitian lainnya adalah penelitian kekuatan tarik dan kekuatan *impact* bermetode *injection moulding* dengan fraksi volume serat dan matriks 0% : 100%, 2,5% : 97,5%, 5% : 95%, dan 10% : 90% yang hasil tertingginya sebesar 0,872 N/mm² pada kekuatan tarik dan 0,477 joule/mm² pada kekuatan *impact* dengan fraksi 5% : 95% (Farid *et al.*, 2014).

Penelitian terakhir adalah penelitian serat ampas tebu bermatriks *polypropylene* pada proses *injection moulding* dengan fraksi volume serat dan matriks 5% : 95% pada tekanan 7 bar, 8 bar dan 9 bar dengan hasil kekuatan tarik tertinggi sebesar 1,27 N/mm² pada tekanan 9 bar (Nugroho *et al.*, 2014).

BAB III METODE PELAKSANAAN

3.1. Diagram Alir Metode Pelaksanaan

Tahapan penelitian yang dilakukan mengikuti diagram alir mulai dari proses pengumpulan data sampai pembuatan kesimpulan adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1. Diagram Alir Metode Pelaksanaan

3.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan beberapa cara, mulai dari survei lapangan dan wawancara ke tempat penjualan minuman sari tebu untuk mendapatkan info tentang pemanfaatan tebu setelah dilakukan proses penggilingan. Pada proses akhir penggilingan akan menghasilkan sebagian besar serat tebu. Setelah itu melakukan studi literatur pada jurnal-jurnal dan internet untuk mendapatkan referensi atau teori-teori dari pemanfaatan serat tebu sebagai bahan penguat komposit.

3.3. Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian

Setelah melakukan proses pengumpulan data, langkah selanjutnya adalah menetapkan rumusan masalah dan tujuan penelitian. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh fraksi volume serat 16% dan 20% dengan variasi perendaman NaOH 2% dan 4% terhadap kekuatan tarik dan kekuatan *bending* komposit serat tebu dan untuk mengetahui apakah komposit serat tebu dapat menjadi material alternatif dalam pembuatan lambung kapal (*hull*) sesuai standar kekuatan mekanik yang ditetapkan oleh BKI (Biro Klasifikasi Indonesia).

3.4. Rancangan Eksperimen

Penelitian ini menggunakan metode *factorial* dengan fraksi volume serat dan matriks 16% : 84% dan 20% : 80% dan variasi perendaman NaOH 2% dan 4%. Fraksi volume serat dan matriks serta variasi perendaman NaOH merupakan variabel yang diuji untuk mendapatkan data hasil dari kekuatan tarik dan kekuatan *bending* dengan jumlah level sebanyak 2 dan jumlah faktor sebanyak 2, kemudian dilakukan 3 kali pengulangan (replikasi) dari setiap masing-masing variabel, sehingga didapatkan hasil sebanyak 12 spesimen untuk pengujian tarik dan 12 spesimen untuk pengujian *bending* yang ditunjukkan di tabel 3.1.

Tabel 3.1. Rancangan Eksperimen

NO Pengujian		Fraksi Volume (%)		Perendaman NaOH (%)	Replikasi		
		Serat	Matriks		1	2	3
1	Tarik	16%	84%	2%	.....	.....	.....
		20%	80%	2%	.....	.....	.....
		16%	84%	4%	.....	.....	.....
		20%	80%	4%	.....	.....	.....
2	<i>Bending</i>	16%	84%	2%	.....	.....	.....
		20%	80%	2%	.....	.....	.....
		16%	84%	4%	.....	.....	.....
		20%	80%	4%	.....	.....	.....

3.5. Alat dan Bahan

Alat dan bahan penelitian adalah sebagai berikut:

3.5.1. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan selama melakukan proses penelitian adalah sebagai berikut:

1. Serat Tebu

Penelitian ini menggunakan serat tebu sebagai bahan utama. Dari survei lapangan yang dilakukan, untuk umur serat tebu yang digunakan adalah berkisar antara 3 sampai 4 bulan, yang diperoleh dari proses akhir penggilingan minuman sari tebu yang tidak terpakai lagi, kemudian diambil dan dilakukan proses penjemuran secara langsung di bawah sinar matahari. Jika tebu sudah benar-benar kering, maka dilakukan proses penyikatan menggunakan sikat baja untuk memisahkan serat tebu dengan kulit tebu. Jika serat tebu sudah terpisah dengan kulit tebu, maka serat tebu diambil dan diletakkan di dalam wadah, sedangkan kulit tebu yang tidak dimanfaatkan dibuang. Panjang serat tebu yang didapat memiliki ukuran yang bervariasi, yaitu 30 mm, 50 mm, 80 mm, dan 120 mm. Panjang rata-rata serat tebu yang dipakai dalam penelitian ini berukuran 80 mm, karena banyaknya serat tebu yang didapat ketika pengambilan serat berlangsung. Gambar 3.2. adalah serat tebu yang digunakan.



Gambar 3.2. (A) Ampas Tebu dan (B) Serat Tebu

2. Resin *Unsaturated Polyester*

Resin *polyester YUKALAC 157 BQTN-EX* digunakan dan berfungsi sebagai matriks dalam komposit. Resin jenis ini adalah salah satu resin yang bertipe thermoset. Gambar 3.3. adalah resin *polyester YUKALAC 157 BQTN-EX*.



Gambar 3.3. Resin *Polyester*

3. Katalis

Methyle Ethyl Keton Peroxide (MEKPO) digunakan dalam penelitian ini, memiliki fungsi untuk mempercepat proses pengerasan komposit. Gambar 3.4. adalah jenis katalis yang digunakan.



Gambar 3.4. Katalis

4. NaOH

NaOH dapat menghilangkan kotoran atau *lignin* pada serat dengan kadar 2% dan 4%, serta bersifat korosif dan banyak menyerap air. Gambar 3.5. adalah larutan NaOH yang digunakan.



Gambar 3.5. NaOH

5. Wax

Wax yang digunakan dalam penelitian ini berjenis *mirror glaze* yang berfungsi untuk melapisi permukaan cetakan komposit supaya komposit mudah dilepaskan dari cetakan. Gambar 3.6. adalah jenis wax yang digunakan.



Gambar 3.6. Wax

3.5.2. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan selama melakukan proses penelitian adalah sebagai berikut:

1. *Universal Testing Machine Zwick/Roell Z020*

Mesin *Zwick/Roell* adalah mesin yang digunakan untuk menguji kekuatan tarik dengan standar ASTM D 638 dan kekuatan *bending* dengan standar ASTM D 790 spesimen komposit berpenguat serat tebu. Gambar 3.7. adalah Mesin *Zwick/Roell* yang digunakan.



Gambar 3.7. Mesin *Zwick/Roell*

2. Timbangan Digital

Dalam penelitian ini timbangan digital berfungsi untuk menimbang berat serat, resin dan, katalis yang digunakan sebagai bahan komposit. Pada gambar 3.8. adalah Timbangan digital yang digunakan.



Gambar 3.8. Timbangan Digital

3. Cetakan Spesimen

Cetakan spesimen yang digunakan untuk pembuatan komposit adalah cetakan uji tarik sesuai standar ASTM D 638 dan cetakan uji *bending* sesuai standar ASTM D 790. Pada gambar 3.9. adalah bentuk cetakan spesimen yang digunakan.



Gambar 3.9. (A) Cetakan Uji Tarik dan (B) Cetakan Uji *Bending*

4. Gelas Ukur

Dalam penelitian ini gelas ukur berfungsi untuk menakar atau mengukur seberapa banyak NaOH serta air yang digunakan dalam pembuatan komposit. Gambar 3.10. adalah gelas ukur yang digunakan.



Gambar 3.10. Gelas Ukur

5. Jangka Sorong

Diameter serat diukur menggunakan jangka sorong. Alat ini juga digunakan dalam proses validasi atau pengecekan spesimen komposit yang telah selesai dicetak, sebelum spesimen komposit dilakukan pengujian tarik maupun pengujian *bending*. Gambar 3.11. adalah jangka sorong yang digunakan.



Gambar 3.11. Jangka Sorong

6. Wadah

Dalam penelitian ini wadah berfungsi sebagai tempat untuk merendam serat tebu dalam larutan NaOH 2% dan 4% selama 3 jam. Gambar 3.12. adalah wadah yang digunakan.



Gambar 3.12. Wadah

7. Saringan

Saringan digunakan untuk memisahkan larutan NaOH dan serat tebu. Saringan 3.13. adalah jenis saringan yang digunakan.



Gambar 3.13. Saringan

8. Kuas

Kuas dalam penelitian ini digunakan untuk mengolesi permukaan cetakan dengan *wax* sebelum cetakan digunakan untuk mencetak komposit. Gambar 3.14. adalah jenis kuas yang digunakan.



Gambar 3.14. Kuas

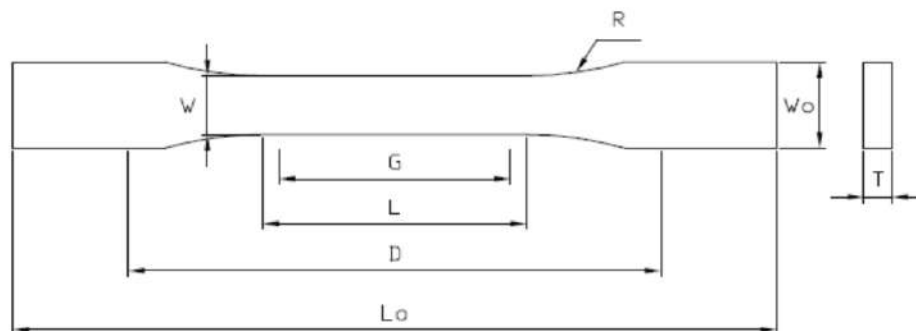
3.6. Proses Perendaman Serat

Serat tebu yang sudah kering direndam dalam larutan NaOH dengan variasi perendaman 2% dan 4% dalam waktu 3 jam untuk mendapatkan susunan lapisan atas serat yang baik supaya dapat diikat oleh resin.

3.7. Pembuatan Spesimen Uji

Pembuatan spesimen uji tarik dan uji *bending* bermetode *hand lay-up* menurut ASTM D 638 dan ASTM D 790. Serat dan matriks dicampur sesuai dengan fraksi volume yang telah ditentukan ke dalam cetakan masing-masing yang telah diolesi *wax*, kemudian ditunggu sampai spesimen mengering. Setelah itu spesimen dilepaskan dari cetakan. Cetakan dapat digunakan kembali sesuai dengan proses sebelumnya.

Gambar 3.15. adalah dimensi spesimen uji tarik menurut ASTM D 638.



Gambar 3.15. Dimensi Spesimen Uji Tarik ASTM D 638

(Kurniawan, 2018)

Keterangan:

W = Lebar bagian sempit (12,46 mm)

L = Panjang bagian sempit (57 mm)

W_0 = Lebar genggaman (18,74 mm)

L_0 = Panjang keseluruhan (165 mm)

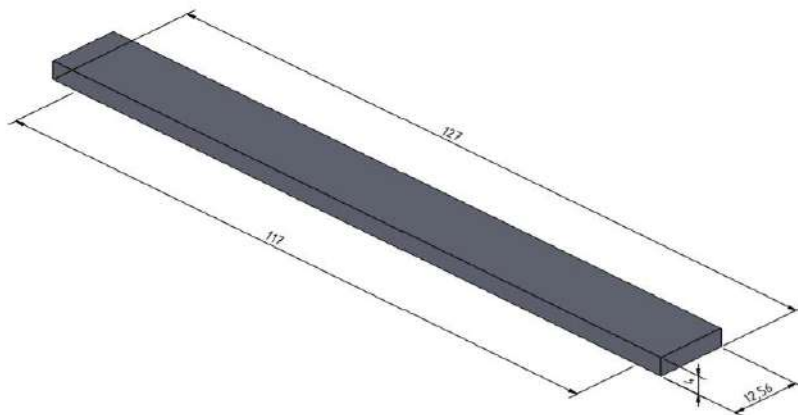
G = Panjang pengukur (50 mm)

D = Jarak antar genggaman (115 mm)

R = Radius *fillet* (76 mm)

T = Tebal keseluruhan (4 mm)

Gambar 3.16. adalah dimensi spesimen uji *bending* menurut ASTM D 790.



Gambar 3.16. Dimensi Spesimen Uji *Bending* ASTM D 790
(Kurniawan, 2018)

Keterangan:

L = Jarak antara titik tumpuan (117 mm)

L_0 = Panjang spesimen (127 mm)

B = Lebar spesimen (12,56 mm)

D = Tebal spesimen (4 mm)

3.8. Validasi Spesimen

Validasi spesimen merupakan proses pengukuran spesimen yang telah dicetak sebelumnya, untuk mengetahui apakah spesimen tersebut memenuhi ukuran standar yang telah ditetapkan oleh ASTM atau tidak. Jika spesimen memenuhi syarat, maka dilakukan proses pengujian spesimen. Namun apabila spesimen tidak memenuhi ukuran standar, maka dilakukan proses pengulangan pencetakan spesimen, hingga mendapatkan ukuran yang telah ditetapkan.

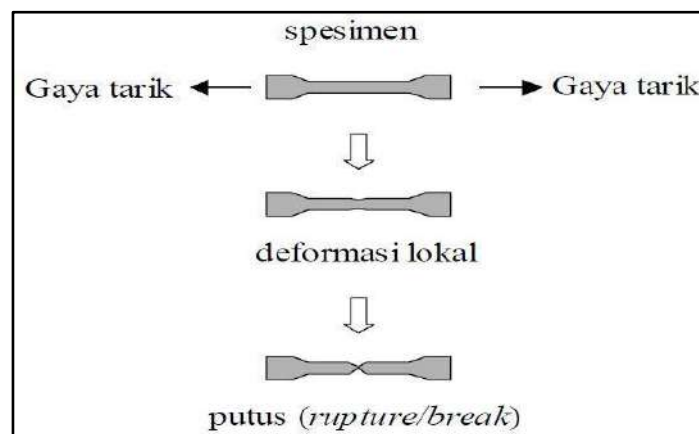
3.9. Pengujian Spesimen

Setelah dilakukan proses validasi, maka dilakukan proses pengujian spesimen sesuai dengan standar berikut:

3.9.1. Pengujian Tarik Spesimen

Pada penelitian ini dilakukan pengujian tarik sesuai standar ASTM D 638 untuk mengetahui dan mendapatkan data kekuatan tarik material komposit serat tebu. Kekuatan tarik harus memenuhi standar BKI yang telah ditetapkan supaya dapat digunakan sebagai material alternatif dalam pembuatan lambung kapal (*hull*).

Uji tarik bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kekuatan material dalam menahan gaya tarik yang diberikan. Pengujian tarik bersifat merusak, karena spesimen komposit diberikan gaya tarik secara terus-menerus sampai spesimen mengalami pertambahan panjang hingga akhirnya patah.

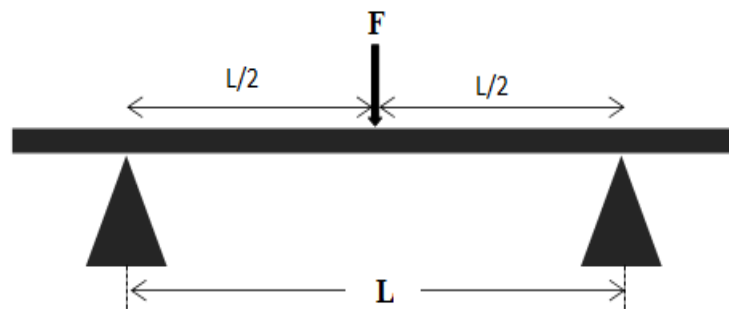


Gambar 3.17. Proses Uji Tarik (Sastranegara, 2009)

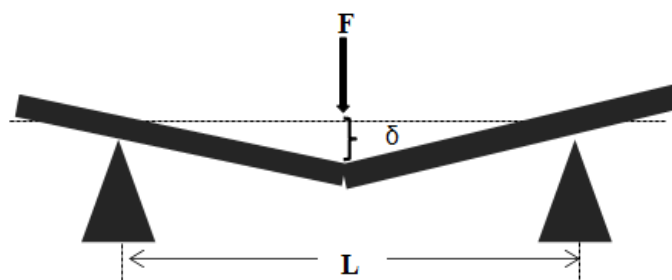
3.9.2. Pengujian *Bending* Spesimen

Pengujian *bending* dilakukan menurut ASTM D 790 untuk mengetahui dan memperoleh data kekuatan *bending* material komposit serat tebu. Kekuatan *bending* harus memenuhi standar BKI yang telah ditetapkan supaya dapat digunakan sebagai material alternatif dalam pembuatan lambung kapal (*hull*).

Uji *bending* adalah pengujian yang bertujuan untuk mendapatkan nilai kekuatan, ketahanan, dan kelenturan spesimen komposit ketika diberikan pembebanan. Pengujian *bending* menggunakan metode 3 titik. Gambar 3.18. dan 3.19. adalah skema pengujian *bending* 3 titik.



Gambar 3.18. Skema Uji *Bending* Sebelum Diberi Beban (Habibi, 2017)



Gambar 3.19. Skema Uji *Bending* Setelah Diberi Beban (Habibi, 2017)

3.10. Pengolahan dan Penganalisisan Data

Pengolahan data dilakukan untuk mengetahui pengaruh fraksi volume serat dan matriks 16% : 84% dan 20% : 80% dan variasi perendaman NaOH 2% dan 4% selama 3 jam terhadap kekuatan tarik dan kekuatan *bending*. Selanjutnya dilakukan penganalisisan kekuatan mekanik yang didapatkan untuk mengetahui

komposit serat tebu dapat dijadikan material alternatif dalam pembuatan lambung kapal (*hull*) sesuai standar kekuatan mekanik yang ditetapkan oleh BKI (Biro Klasifikasi Indonesia).

3.11. Kesimpulan

Kesimpulan merupakan pencapaian akhir dan jawaban dari rumusan masalah dan tujuan penelitian. Kesimpulan pada penelitian ini didapatkan dari analisis data uji tarik dan uji *bending* spesimen serat tebu. Selanjutnya nilai uji tarik dan uji *bending* dibandingkan dengan standar nilai dari BKI. Dari hasil analisis data pengujian tersebut dapat diketahui pengaruh fraksi volume serat dan matriks serta perendaman NaOH terhadap kekuatan mekanik komposit serat tebu dan diketahui apakah komposit serat tebu dapat menjadi material alternatif dalam pembuatan lambung kapal (*hull*).

BAB IV PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan Komposisi Komposit

Perhitungan fraksi volume serat dan matriks pada komposisi komposit yaitu:

1. Perhitungan Komposisi Komposit Uji Tarik

Perhitungan fraksi volume 16% serat, 84% matriks yaitu sebagai berikut:

a. Perhitungan volume (v) serat:

$$\begin{aligned}\text{Volume serat tebu} &= v \text{ cetakan} \times \% \text{ serat} \times \text{massa jenis serat} \\ &= 9,74 \text{ cm}^3 \times 16\% \times 0,36 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 3,506 \text{ gr} \times 16\% \\ &= 0,56 \text{ gr} \dots \dots \dots (4.1)\end{aligned}$$

b. Perhitungan volume (v) resin:

$$\begin{aligned}\text{Volume resin} &= v \text{ cetakan} \times \% \text{ resin} \times \text{massa jenis resin} \\ &= 9,74 \text{ cm}^3 \times 84\% \times 1,215 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 11,834 \text{ gr} \times 84\% \\ &= 9,94 \text{ gr} \dots \dots \dots (4.2)\end{aligned}$$

c. Perhitungan volume (v) katalis:

$$\begin{aligned}\text{Volume katalis} &= v \text{ resin} \times \% \text{ katalis} \times \text{massa jenis katalis} \\ &= 9,94 \text{ gr} \times 2\% \times 1,25 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 12,425 \text{ gr} \times 2\% \\ &= 0,25 \text{ gr} \dots \dots \dots (4.3)\end{aligned}$$

Perhitungan fraksi volume 20% serat, 80% matriks yaitu sebagai berikut:

a. Perhitungan volume (v) serat:

$$\begin{aligned}\text{Volume serat tebu} &= v \text{ cetakan} \times \% \text{ serat} \times \text{massa jenis serat} \\ &= 9,74 \text{ cm}^3 \times 20\% \times 0,36 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 3,506 \text{ gr} \times 20\% \\ &= 0,70 \text{ gr} \dots \dots \dots (4.4)\end{aligned}$$

b. Perhitungan volume (v) resin:

$$\begin{aligned}\text{Volume resin} &= v \text{ cetakan} \times \% \text{ resin} \times \text{massa jenis resin} \\ &= 9,74 \text{ cm}^3 \times 80\% \times 1,215 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 11,834 \text{ gr} \times 80\% \\ &= 9,47 \text{ gr} \dots \dots \dots (4.5)\end{aligned}$$

c. Perhitungan volume (v) katalis:

$$\begin{aligned}\text{Volume katalis} &= v \text{ resin} \times \% \text{ katalis} \times \text{massa jenis katalis} \\ &= 9,47 \text{ gr} \times 2\% \times 1,25 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 11,834 \text{ gr} \times 2\% \\ &= 0,24 \text{ gr} \dots \dots \dots (4.6)\end{aligned}$$

2. Perhitungan Komposisi Spesimen Komposit Uji *Bending*

Perhitungan fraksi volume 16% serat, 84% matriks yaitu sebagai berikut:

a. Perhitungan volume (v) serat:

$$\begin{aligned}\text{Volume serat tebu} &= v \text{ cetakan} \times \% \text{ serat} \times \text{massa jenis serat} \\ &= 6,19 \text{ cm}^3 \times 16\% \times 0,36 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 2,228 \text{ gr} \times 16\% \\ &= 0,36 \text{ gr} \dots \dots \dots (4.7)\end{aligned}$$

b. Perhitungan volume (v) resin:

$$\begin{aligned}\text{Volume resin} &= v \text{ cetakan} \times \% \text{ resin} \times \text{massa jenis resin} \\ &= 6,19 \text{ cm}^3 \times 84\% \times 1,215 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 7,521 \text{ gr} \times 84\% \\ &= 6,32 \text{ gr} \dots \dots \dots (4.8)\end{aligned}$$

c. Perhitungan volume (v) katalis:

$$\begin{aligned}\text{Volume katalis} &= v \text{ resin} \times \% \text{ katalis} \times \text{massa jenis katalis} \\ &= 6,32 \text{ gr} \times 2\% \times 1,25 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 7,9 \text{ gr} \times 2\% \\ &= 0,16 \text{ gr} \dots \dots \dots (4.9)\end{aligned}$$

Perhitungan fraksi volume 20% serat, 80% matriks yaitu sebagai berikut:

a. Perhitungan volume (v) serat:

$$\begin{aligned} \text{Volume serat tebu} &= v \text{ cetakan} \times \% \text{ serat} \times \text{massa jenis serat} \\ &= 6,19 \text{ cm}^3 \times 20\% \times 0,36 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 2,228 \text{ gr} \times 20\% \\ &= 0,45 \text{ gr} \dots \dots \dots (4.10) \end{aligned}$$

b. Perhitungan volume (v) resin:

$$\begin{aligned} \text{Volume resin} &= v \text{ cetakan} \times \% \text{ resin} \times \text{massa jenis resin} \\ &= 6,19 \text{ cm}^3 \times 80\% \times 1,215 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 7,521 \text{ gr} \times 80\% \\ &= 6,02 \text{ gr} \dots \dots \dots (4.11) \end{aligned}$$

c. Perhitungan volume (v) katalis:

$$\begin{aligned} \text{Volume katalis} &= v \text{ resin} \times \% \text{ katalis} \times \text{massa jenis katalis} \\ &= 6,02 \text{ gr} \times 2\% \times 1,25 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 7,521 \text{ gr} \times 2\% \\ &= 0,15 \text{ gr} \dots \dots \dots (4.12) \end{aligned}$$

4.2. Hasil Pengujian Spesimen

Pengujian spesimen dalam penelitian ini menggunakan pengujian tarik dan *bending*. Pada sub di bawah ini adalah hasil pengujian spesimen komposit.

4.2.1. Hasil Uji Tarik

Uji tarik dilakukan sesuai standar ASTM D 638 menggunakan mesin Zwick/Roell Z020. Pada tabel 4.1. di bawah ini adalah data hasil uji kekuatan tarik spesimen komposit serat tebu.

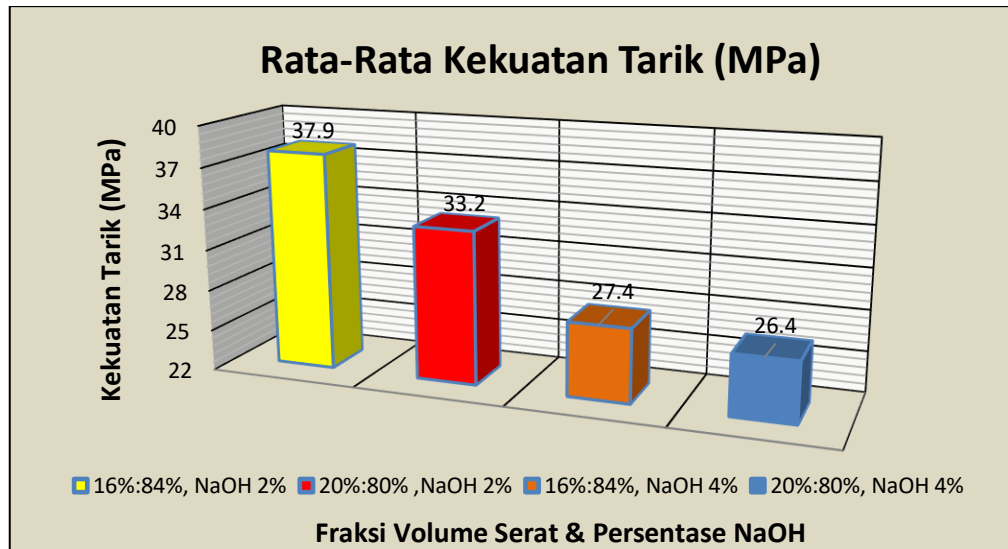
Tabel 4.1. Data Hasil Pengujian Kekuatan Tarik

No Pengujian	Fraksi Volume (%)		Perendaman NaOH (%)	Kekuatan Tarik (MPa)			Rata-Rata (MPa)
	Serat	Matriks		Spesimen			
				1	2	3	
1	16%	84%	2%	38,7	37,8	37,3	37,9
	20%	80%	2%	33,2	33,7	32,6	33,2
	16%	84%	4%	28,3	28,3	25,5	27,4
	20%	80%	4%	27,0	26,1	26,0	26,4

Berdasarkan data hasil pengujian kekuatan tarik di atas menunjukkan bahwa hasil pengujian berfraksi volume serat dan matriks 16% : 84% serta perendaman 2% NaOH berkisar antara 37,3 MPa – 38,7 MPa bernilai rata-rata sebesar 37,9 MPa. Kemudian fraksi volume serat dan matriks 20% : 80% dengan perendaman 2% NaOH berkisar antara 32,6 MPa – 33,7 MPa bernilai rata-rata 33,2 MPa. Sedangkan fraksi volume serat dan matriks 16% : 84% dengan perendaman 4% NaOH berkisar antara 25,5 MPa – 28,3 MPa bernilai rata-rata sebesar 27,4 MPa. Hasil data terakhir berfraksi volume serat dan matriks 20% : 80% dengan perendaman 4% NaOH berkisar antara 26,0 MPa – 27,0 MPa bernilai rata-rata 26,4 MPa. Maka dapat diketahui bahwa nilai rata-rata kekuatan tarik tertinggi terdapat pada fraksi volume serat dan matriks 16% : 84% dengan perendaman 2% NaOH yaitu sebesar 37,9 MPa dan nilai rata-rata kekuatan tarik terendah pada fraksi volume serat dan matriks 20% : 80% dengan perendaman 4% NaOH yaitu sebesar 26,4 MPa. Perbedaan nilai kekuatan tarik ini disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu fraksi volume serat dan matriks yang tidak seimbang. Jika dalam komposit terlalu banyak serat dan tidak diimbangi dengan matriks, maka akan mengakibatkan matriks tidak dapat mengikat serat dengan baik, sehingga menimbulkan rongga udara (*void*) pada spesimen komposit yang mengakibatkan kekuatan tarik menurun. Namun apabila di dalam komposit serat terlalu sedikit dibandingkan matriks, maka membuat komposit menjadi lemah dikarenakan penyebaran serat yang tidak merata sehingga terdapat bagian komposit yang tidak ada serat yang berfungsi untuk menahan beban yang diberikan. Kemudian faktor yang kedua yaitu kadar NaOH terlalu berlebihan, perendaman serat dengan NaOH memiliki kegunaan yaitu untuk menghilangkan kandungan *lignin* serta kotoran yang masih menempel pada serat, sehingga matriks dapat mengikat serat dengan baik. Namun jika perendaman serat dengan NaOH terlalu berlebihan, maka mengakibatkan serat menjadi getas dan rapuh sehingga menurunkan kekuatan komposit untuk menahan beban.

Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa kekuatan tarik serat tebu sangat dipengaruhi oleh fraksi volume serat dan perendaman NaOH. Karena semakin banyak serat dan semakin besar persentase NaOH dapat menurunkan

nilai kekuatan tarik komposit serat tebu seperti yang terlihat di grafik rata-rata kekuatan tarik pada gambar 4.1. di bawah ini.



Gambar 4.1. Grafik Rata-Rata Kekuatan Tarik

4.2.2. Hasil Uji *Bending*

Uji *bending* dilakukan sesuai standar ASTM D 790 menggunakan mesin Zwick/Roell Z020. Pada tabel 4.2. di bawah ini adalah data hasil uji kekuatan *bending* spesimen komposit serat tebu.

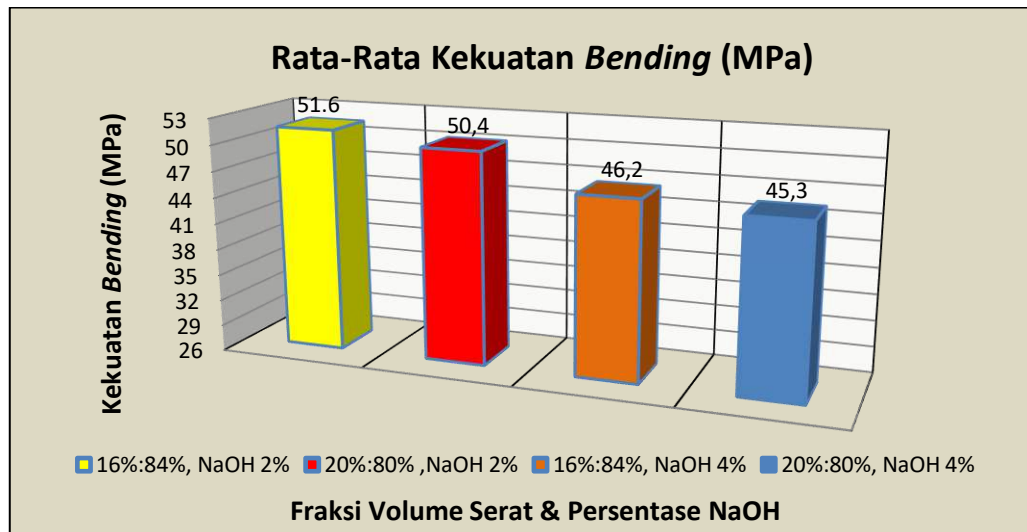
Tabel 4.2. Data Hasil Pengujian Kekuatan *Bending*

No Pengujian	Fraksi Volume (%)		Perendaman NaOH (%)	Kekuatan <i>Bending</i> (MPa)			Rata-Rata (MPa)
				Spesimen			
	Serat	Matriks		1	2	3	
2	16%	84%	2%	50,3	52,2	52,3	51,6
	20%	80%	2%	50,5	50,2	50,4	50,4
	16%	84%	4%	45,3	46,2	47,0	46,2
	20%	80%	4%	45,7	45,2	45,0	45,3

Berdasarkan data hasil pengujian kekuatan *bending* di atas menunjukkan bahwa hasil pengujian berfraksi volume serat dan matriks 16% : 84% serta perendaman 2% NaOH berkisar antara 50,3 MPa – 52,3 MPa bernilai rata-rata sebesar 51,6 MPa. Kemudian fraksi volume serat dan matriks 20% : 80% dengan

perendaman 2% NaOH berkisar antara 50,2 MPa – 50,5 MPa bernilai rata-rata 50,4 MPa. Sedangkan pada fraksi volume serat dan matriks 16% : 84% dengan perendaman 4% NaOH berkisar antara 45,3 MPa – 47,0 MPa bernilai rata-rata sebesar 46,2 MPa. Hasil data terakhir berfraksi volume serat dan matriks 20% : 80% dengan perendaman 4% NaOH berkisar antara 45,0 MPa – 45,7 MPa bernilai rata-rata yaitu 45,3 MPa. Maka dapat diketahui bahwa nilai rata-rata kekuatan *bending* tertinggi terdapat pada fraksi volume serat dan matriks 16% : 84% dengan perendaman 2% NaOH yaitu sebesar 51,6 MPa dan nilai rata-rata kekuatan *bending* terendah pada fraksi volume serat dan matriks 20% : 80% dengan perendaman 4% NaOH yaitu sebesar 45,3 MPa. Perbedaan nilai kekuatan *bending* ini disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu fraksi volume serat dan matriks yang tidak seimbang. Jika dalam komposit terlalu banyak serat dan tidak diimbangi dengan matriks, maka akan mengakibatkan matriks tidak dapat mengikat serat dengan baik, sehingga menimbulkan rongga udara (*void*) pada spesimen komposit yang mengakibatkan kekuatan *bending* menurun. Namun apabila di dalam komposit serat terlalu sedikit dibandingkan matriks, maka membuat komposit menjadi lemah dikarenakan penyebaran serat yang tidak merata sehingga terdapat bagian komposit yang tidak ada serat yang berfungsi untuk menahan beban yang diberikan. Kemudian faktor yang kedua yaitu kadar NaOH terlalu berlebihan, perendaman serat dengan NaOH memiliki kegunaan yaitu untuk menghilangkan kandungan *lignin* serta kotoran yang masih menempel pada serat, sehingga matriks dapat mengikat serat dengan baik. Namun jika perendaman serat dengan NaOH terlalu berlebihan, maka mengakibatkan serat menjadi getas dan rapuh sehingga menurunkan kekuatan komposit untuk menahan beban.

Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa kekuatan *bending* serat tebu sangat dipengaruhi oleh fraksi volume serat dan perendaman NaOH. Karena semakin banyak serat dan semakin besar persentase NaOH dapat menurunkan nilai kekuatan *bending* komposit serat tebu seperti yang terlihat di grafik rata-rata kekuatan *bending* pada gambar 4.2. di bawah ini.



Gambar 4.2. Grafik Rata-Rata Kekuatan *Bending*

4.3. Analisis Hasil Pengujian Spesimen Komposit Serat Tebu

Tabel 4.3. Perbandingan Nilai Kekuatan Mekanik

Jenis Pengujian	Standar BKI (MPa)	Data Hasil Pengujian (MPa)	Penelitian Sebelumnya (MPa)
Kekuatan Tarik	98	37,9	15,5
Kekuatan Bending	150	51,6	16,8

Berdasarkan analisis data hasil pengujian kekuatan tarik dan pengujian kekuatan *bending* spesimen komposit serat tebu yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa spesimen komposit serat tebu belum mampu menjadi material alternatif dalam pembuatan lambung kapal (*hull*) sesuai standar kekuatan mekanik yang ditetapkan oleh BKI (Biro Klasifikasi Indonesia). Hal disebabkan oleh standar kekuatan mekanik berdasarkan ketetapan BKI memiliki nilai minimal 98 MPa untuk pengujian kekuatan tarik dan nilai minimal 150 MPa untuk pengujian kekuatan *bending*. Sedangkan data hasil pengujian kekuatan spesimen komposit serat tebu yang diteliti hanya memiliki nilai sebesar 37,9 MPa untuk pengujian kekuatan tarik dan 51,6 MPa untuk pengujian kekuatan *bending*.

Dari tabel penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh (Margono *et al.*, 2020) yang berjudul Analisis Sifat Mekanik Material Komposit Berpenguat

Serat Ampas Tebu Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Dan *Bending*, dengan menggunakan fraksi volume serat dan matriks 40% : 60%, 50% : 50%, 60% : 40% dan dilakukan perendaman dengan larutan alkali (NaOH) sebanyak 5% selama 30 menit, Hanya mendapatkan nilai rata-rata kekuatan tarik tertinggi sebesar 15,5 MPa pada fraksi volume serat dan matriks 40% : 60%. Dan pada pengujian *bending* mendapatkan nilai rata-rata tertinggi sebesar 16,8 MPa pada fraksi volume serat dan matriks 40% : 60%. Sedangkan untuk data hasil pengujian kekuatan tarik komposit serat tebu yang dilakukan oleh peneliti mendapatkan nilai rata-rata tertinggi sebesar 37,9 Mpa pada fraksi volume serat 16% dan matriks 84% dengan perendaman 2% NaOH selama 3 jam. Dan untuk pengujian *bending* mendapatkan nilai rata-rata tertinggi sebesar 51,6 Mpa pada fraksi volume serat 16% dan matriks 84% dengan perendaman 2% NaOH selama 3 jam. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan nilai kekuatan mekanik yang signifikan dari kedua penelitian tersebut, dikarenakan adanya perbedaan pada faktor yang digunakan sehingga mendapatkan nilai kekuatan mekanik yang berbeda pula. Dimana pada penelitian sebelumnya menggunakan serat ampas tebu sebagai penguat komposit, kemudian menggunakan perendaman NaOH 5% selama 30 menit dan menggunakan fraksi volume serat 40%, 50%, dan 60%. Sedangkan pada penelitian ini, peneliti menggunakan serat tebu sebagai penguat komposit, kemudian menggunakan fraksi volume serat 16% dan 20%, serta menggunakan perendaman NaOH 2% dan 4% selama 3 jam.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Berdasarkan data hasil pengujian dan analisis pengolahan data yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa fraksi volume serat dan variasi perendaman NaOH sangat berpengaruh terhadap kekuatan tarik dan kekuatan *bending* komposit serat tebu, karena semakin banyak serat dan semakin besar persentase NaOH, maka menurunkan nilai kekuatan tarik dan kekuatan *bending* komposit serat tebu. Hal ini dibuktikan dari data hasil pengujian tarik yang didapat, yaitu kekuatan tarik tertinggi bernilai rata-rata sebesar 37,9 MPa pada fraksi volume serat 16% dan matriks 84% dengan perendaman 2% NaOH dan kekuatan tarik terendah bernilai rata-rata sebesar 26,4 MPa yang berfraksi volume serat 20% dan matriks 80% dengan perendaman 4% NaOH. Sedangkan untuk data hasil pengujian *bending* yang didapat, yaitu kekuatan *bending* tertinggi dengan nilai rata-rata sebesar 51,6 MPa yang berfraksi volume serat 16% dan matriks 84% dengan perendaman 2% NaOH dan kekuatan *bending* terendah dengan nilai rata-rata sebesar 45,3 MPa pada fraksi volume serat 20% dan matriks 80% dengan perendaman 4% NaOH.
2. Dari data dan analisis hasil pengujian kekuatan tarik dan kekuatan *bending* yang telah dilakukan, maka komposit serat tebu belum mampu menjadi material alternatif dalam pembuatan lambung kapal (*hull*) sesuai standar kekuatan mekanik yang ditetapkan oleh BKI (Biro Klasifikasi Indonesia). Karena standar kekuatan mekanik berdasarkan ketentuan BKI memiliki nilai minimal 98 MPa untuk pengujian kekuatan tarik dan nilai minimal 150 MPa untuk pengujian kekuatan *bending*. Sedangkan data hasil pengujian kekuatan spesimen komposit serat tebu yang diteliti hanya memiliki nilai sebesar 37,9 MPa untuk pengujian kekuatan tarik dan 51,6 MPa untuk pengujian kekuatan *bending*.

5.2. Saran

Saran yang dapat disampaikan setelah melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai sumber bagi penelitian selanjutnya, contohnya adanya penambahan serat atau material lainnya yang dapat menutupi kekurangan spesimen komposit serat tebu.
2. Pada proses pencetakan komposit, perlakuan penekanan harus diperhatikan dan dilakukan dengan benar agar perpaduan antara serat dan resin dapat menyatu dengan sempurna, sehingga dapat menghasilkan spesimen komposit yang baik dan tidak terdapat rongga udara (*void*) di bagian spesimen.
3. Spesimen komposit yang telah selesai dilepas dari cetakan, maka spesimen harus diletakkan di permukaan yang rata dan ditekan menggunakan besi atau benda yang memiliki bobot berat agar spesimen tidak bengkok setelah dilepaskan dari cetakan, sehingga tidak berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik maupun kekuatan *bending*.

DAFTAR PUSTAKA

Arimbawa, I. M. (2020). Teknologi Kimia Hasil Pertanian, Perkebunan Dan Hutan Tanaman Tebu (Doctoral dissertation, Fakultas Teknik Universitas Jember)

Arba, A. A. (2021). *Pengaruh Waktu Perebusan dalam Larutan Enzim Bromelain pada Serat Bambu Petung (Dendrocalamus asper) terhadap Kekuatan Tarik Komposit Bermatrik Epoxy* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).

Abusiri, M. I. H. (2016). Pengaruh Fraksi Massa Serat dan Konsentrasi Alkali Terhadap Kekuatan Tarik Bahan Komposit Selulosa Bakteri Dengan Penguat Serat Ampas Tebu (Doctoral dissertation, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember).

Arthanto, Y. E. (2005). *Kekuatan GFRP Sebagai Fungsi Arah Serat E-Glass/Polyester Orthophtalic Resin Yukalac 157 BQTN-EX* (Doctoral dissertation, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta).

Banowati, L. *et al.* (2020). Analisis Perbandingan Kekuatan Tarik Komposit Rami/Epoksi Dan Hibrid Rami-E-Glass/Epoksi. *Jurnal Industri Elektro dan Penerbangan*, vol. 9, no. 1, pp. 80-89.

Buku Panduan Biro Klasifikasi Indonesia, (2021). *Rules for Fibreglass Reinforced Plastic Ships*. Part 3 : Vol. V, Page 1-4.

Darmansyah *et al.* (2018). Sintesis Mekanik Komposit Epoxy Berpenguat Serat Tebu (Tinjauan Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekuatan Bending). *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri, 3 Februari 2018* (pp. 149-156) ITN Malang.

Dhanarjaya, V. F. (2011). Pengaruh Perlakuan Core Komposit Ampas Tebu Terhadap Ketahanan Lentur Dan Impak Sebagai Bahan Baku Papan Sekat Dan Berkarakteristik Hambat Panas.

Esse, I. (2018). *Pemanfaatan Lignin Hasil Delignifikasi Ampas Tebu sebagai Perekat Lignin Resorsinol Formaldehida (LRF)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar).

Farid *et al.* (2014). Pengaruh Persentase Massa Serat Terhadap Sifat Mekanis Komposit Matriks Polipropilen Dengan Penguat Serat Ampas Tebu Pada Proses Injection Moulding.

Groover, M. P. (2010). *Fundamentals of Modern Manufacturing, 4th Edition. Amerika Serikat, Lehigh University.*

Habibi, A. I. (2017). Pengaruh Temperatur Sintesis Terhadap Kekuatan Tarik Dan Bending Bahan Komposit Binderless Dari Ampas Tebu (Doctoral dissertation, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember).

Kunarto., Sumargianto, I. (2016). Serat Tebu (Bagasse) Sebagai Bahan Pengisi Pada Komposit Dengan Matriks Resin Poliester. *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 2, no. 1, pp. 26-36.

Khotimah, F. K. (2018). *Analisis Serat Eceng Gondok Dan Hdpe (High Density Polyethylene) Sebagai Material Alternatif Pada Lambung Kapal* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).

Kurniawan, W. (2018). Karakterisasi material komposit jerami-epoksi yang dibuat dengan proses vacuum bag. (Doctoral dissertation, Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung).

Nayiroh, N. (2013). Teknologi material komposit. *Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang*.

Nurhidayah, N. (2016). *Pengaruh variasi fraksi volume serat daun lontar (Borassus Flabelifer) terhadap sifat fisik dan sifat mekanik komposit polyester* (Doctoral dissertation, Universitas Airlangga).

Nugroho, P. B. *et al.* (2014) Pengaruh Variasi Tekanan Injeksi Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Matrik Polypropylene Dengan Penguat Serat Ampas Tebu Pada Proses Injection Moulding.

Pramono, C. *et al.* (2019). Karakteristik Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu Dengan Matriks Epoxy. *Journal of Mechanical Engineering*, vol. 3, no. 1, pp. 1-7.

Prabowo, L. (2007). Pengaruh perlakuan kimia pada serat kelapa (coir fiber) terhadap sifat mekanis komposit serat dengan matrik polyester. *Jurusan teknik kimia. Universitas sanata dharma, yogyakarta*.

Prihatno, A., & Haripriadi, B. D. (2020). Analisa Pengaruh Letak Susunan Serat Ampas Tebu (Baggase) Terhadap Kekuatan Tarik Menggunakan Epoxy. *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 9, no. 3, pp. 173-179.

Prakoso, S. W., & Ningsih, T. H. (2021). Pengaruh Perendaman Naoh Dan Fraksi Volume Serat Tebu Terhadap Kekuatan Bending Dan Impak Komposit Dengan Matrik Polyester. *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 9, no. 3, pp. 27-34.

Pujiati, R. (2017). *Analisa Teknis Bahan Komposit dari Serat Alami Ampas Tebu Untuk Bahan Alternatif Pembuatan Kulit Kapal* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).

Rambe, M. S. A. (2011). Pembuatan dan Karakterisasi Papan Partikel dari Campuran Resin Polyester dan Serat Ampas Tebu.

Rangkuti, Z. (2011). Pembuatan Dan Karakterisasi Papan Partikel Dari Campuran Resin Polyester Dan Serat Kulit Jagung.

Roby, W. (2018). Analisa Pengaruh Orientasi Sudut Serat Pada Komposit Serat Ijuk – Polyester Terhadap Kekuatan Dan Modulus Elastisitas Bending Dan Tarik (Doctoral dissertation, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang).

Syamsu, L. N. (2015). *Pengaruh Serat Kaca Kontinu Terhadap Kekuatan Tarik Dan Sifat Thermal Komposit Polyester/Serat Kaca* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).

Sastranegara, A. (2009). Mengenal Uji Tarik dan Sifat-sifat Mekanik Logam. *Situs informasi mekanika, material, dan manufaktur*.

Surya, I., & Gusnawan, E. (2021). Pengaruh Fraksi Volume Komposit Serat Ampas Tebu Terhadap Kekuatan Bending Dan Kekuatan Impact Bermatrik Polyester. *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 9. no. 1, pp. 6-12.

Shabiri *et al.* (2014). Pengaruh Rasio Epoksi/Ampas Tebu dan Perlakuan Alkali pada Ampas Tebu Terhadap Kekuatan Bentur Komposit Partikel Epoksi Berpengisi Serat Ampas Tebu. *Jurnal Teknik Kimia USU*, vol. 3, no. 3, pp. 28-31.

Tantowi, M. (2014). *Pengaruh Variasi Jarak Anyaman Serat dengan Orientasi 45° dan 135° Pada Material Komposit Poliester/Sisal (Agave Sisalana) Terhadap Sifat Mekanik* (Doctoral dissertation, Fakultas Teknik Universitas Jember).

Ubaidillah, U. (2018). *Variasi fenetik aksesi tebu (Saccharum Officinarum L.) dibeberapa wilayah Indonesia berdasarkan karakter batang dan daun* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).

Ubaidillah, A. (2019). *Pengaruh Fraksi Massa Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Binderless Dari Serat Ampas Tebu dan Serbuk Kayu Sengon* (Doctoral dissertation, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember).

Wiranda, W., & Harahap, M. H. (2015). Pengaruh Perendaman Filler Serat Ampas Tebu Dengan Variasi Konsentrasi Naoh Terhadap Sifat Mekanik Komposit Resin Polyester. *Jurnal Einstein (e-Journal)*, vol. 3, no. 2, pp. 31-37.

Yuniarti, M. A. (2011). Pengaruh Perlakuan Alkali, Fraksi Volume Serat, Dan Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Skin Komposit Sandwich Berbahan Dasar Serat Tebu (Doctoral dissertation, Universitas Sebelas Maret Surakarta).

Yuliyanto & Masdani (2018). Analisis Pengaruh Orientasi Serat Terhadap Kekuatan Impak Dan Model Patahan Komposit Polyester Berpenguat Serat Gaharu. *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 4, no. 2, pp. 15-20.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Daftar Riwayat Hidup

Data Pribadi:

Nama : Ahmad Rifaldi
Tempat, Tanggal Lahir : Sungailiat, 19 Februari 2001
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam
Alamat : Jalan Depati Amir, Sri bulan
Email : rifaldiredmi123@gmail.com



Pendidikan Formal:

- | | | |
|--------|-------------------------|-------------|
| 1. SD | SD Negeri 28 Sungailiat | 2008 - 2013 |
| 2. SMP | SMP Negeri 1 Sungailiat | 2013 - 2016 |
| 3. SMK | SMK Negeri 1 Sungailiat | 2016 - 2019 |

Pendidikan Non-Formal:

- - -
- - -
- - -

Sungailiat, 06 September 2022

Ahmad Rifaldi

Lampiran 2: Tahapan Pengambilan Serat Tebu



Pengambilan ampas tebu di tempat penjual sari tebu.



Penjemuran ampas tebu di bawah sinar matahari.



Proses pemisahan serat tebu dengan kulit tebu.



Serat tebu yang telah diambil.



Pemotongan serat tebu sesuai ukuran.



Serat tebu yang siap digunakan.

Lampiran 3: Tahapan Perendaman Serat Tebu



Siapkan wadah yang digunakan.



Rendam serat tebu dalam larutan air dan NaOH.



Memisahkan serat tebu dengan larutan air dan NaOH.



Serat tebu siap digunakan.

Lampiran 4: Tahapan Pembuatan dan Pengujian Spesimen Komposit



Menimbang serat yang digunakan.



Menyusun serat ke dalam cetakan.



Menimbang resin yang akan digunakan.



Menimbang katalis yang akan digunakan



Menuangkan campuran resin dan katalis ke dalam cetakan yang telah disusun serat.



Spesimen uji tarik



Spesimen uji *bending*



Validasi spesimen uji tarik



Validasi spesimen uji *bending*



Pengujian tarik



Pengujian *bending*

Lampiran 5: Bentuk Spesimen Setelah Dilakukan Uji Tarik dan Uji *Bending*







Bentuk spesimen setelah dilakukan uji tarik.




Bentuk spesimen setelah dilakukan uji *bending*.

FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir

	<p>FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK <u>2022</u> / <u>2023</u></p>
<p>JUDUL :</p>	<p>KARAKTERISTIK KEKUATAN GERBY TEMBU KEBAKSI PENGUNY KOMPOSISI DGN MATEKRS POLIKRIN YUKALAC 157 BQTN-ER TERHADAP UOI TANPA DAN UOI MANDUNG</p>
<p>Nama Mahasiswa :</p>	<p>1. <u>Ahmad Rikaldi</u> NIM: <u>1041902</u> 2. _____ NIM: _____ 3. _____ NIM: _____ 4. _____ NIM: _____ 5. _____ NIM: _____</p>
<p>Bagian yang direvisi</p>	<p>Halaman</p>
<p><u>- Bab 2: Matakala</u></p>	
	<p>Sungailiat, <u>03.01.2023</u></p> <p>Penguji</p> <p> (.....)</p>
<p>Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa</p>	
<p>Mengetahui, Pembimbing</p> <p> (.....)</p>	<p>Sungailiat,</p> <p>Penguji</p> <p> (.....)</p>

FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir



FORM REVISI LAPORAN AKHIR
TAHUN AKADEMIK
2022 / 2023

JUDUL : Analisis Kekuatan Serat Taba
sbg. Penguat Komposit dgn Matrik Polyster.

Nama Mahasiswa :

1.	<u>Ahsan Ripaldi</u>	NIM: <u>1041902</u>
2.	_____	NIM: _____
3.	_____	NIM: _____
4.	_____	NIM: _____
5.	_____	NIM: _____

Bagian yang direvisi	Halaman
<u>-Lampiran / buat tabel perbandingan</u>	
<u>revisi dg selanjutnya.</u>	

Sungailiat,












Penguji

(.....)

Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa

<p style="text-align: center;">Mengetahui, Pembimbing</p> <p style="text-align: center;">(.....)</p>	<p style="text-align: center;">Sungailiat,</p> <p style="text-align: center;">Penguji</p> <p style="text-align: center;">(.....)</p>
--	--



FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

 <p style="text-align: center;">FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2021 / 2022</p>			
JUDUL	Karakteristik Kekuatan Serat Tebu Sebagai Penguat Komposit Dengan Matriks Polyester Yukalac 157 B0TN - EX Terhadap Uji Tarik dan Uji Bending.		
Nama Mahasiswa	Ahmad Rifaldi NIM: 1041902		
Nama Pembimbing	1. <u>Yuliyanto, S.S.T., M.T.</u> 2. <u>Shanty Dwi Krishnaningsih, S.S., M.Hum</u> 3. _____		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	12 April 2022	Membahas dan memenuhi tuntutan Seminar proposal dari penguji.	
2	19 April 2022	Membahas alat dan bahan untuk penelitian.	
3	10 Mei 2022	Menghitung komposisi pembuatan komposit dan Perendaman Serat.	
4	24 Mei 2022	Makalah TA Bob 1 dan Bob 2.	
5	06 Juni 2022	Makalah TA Bob 3.	
6	20 Juni 2022	Perendaman Serat dalam Larutan Alkali (NaOH).	
7	23 Juni 2022	Mengatak Spesimen Komposit Uji Tarik.	
8	28 Juni 2022	Mengatak Spesimen Komposit Uji Bending.	
9	04 Juli 2022	Validasi Spesimen Komposit Uji Tarik dan Uji Bending.	
10	14 Juli 2022	Pengujian Spesimen Komposit Uji Tarik.	

Catatan:

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir


FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

	FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2021./2022		
JUDUL	Karakteristik Kekuatan Serat Tebu Sebagai Penguat Komposit Dengan Matriks Polyester Yukalac 157 B0TN-EX Terhadap Uji Tarik dan Uji Bending		
Nama Mahasiswa	Ahmad Rifaldi..... NIM: 1041902		
Nama Pembimbing	1. <u>Yuliyanto, S.S.T., M.T.</u> 2. <u>Shanty Dwi Krishnaningsih, S.S., M.Hum</u> 3. _____		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	15 Juli 2022	Pengujian Spesimen Komposit Uji Bending.	
2	20 Juli 2022	Makalah TA Bab 4.	
3	25 Juli 2022	Makalah TA Bab 4.	
4	28 Juli 2022	Makalah TA Bab 5 dan Abstrak.	
5	06 September 2022	Mengecek Plagiarisme Makalah TA.	
6	18 November 2022	Pembuatan Poster	
7	06 Desember 2022	Pembuatan Slide Powerpoint	
8			
9			
10			

Catatan:

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir







FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

 <p style="text-align: center;">FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2021./2022</p>			
JUDUL	Karakteristik Kekuatan Serat Tebu Sebagai Penguat Komposit Dengan Matriks Polyester Yukalac 157 BOTN-EX Terhadap Uji Tarik dan Uji Bending		
Nama Mahasiswa	Ahmad Rifaldi NIM: 1041902		
Nama Pembimbing	1. <u>Yuliyanto, S.S.T., M.T.</u> 2. <u>Shanty Dwi Krishnaningsih, S.S., M. Hum</u> 3. _____		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	01 Juli 2022	Revisi Makalah TA Bob 1	<i>[Signature]</i>
2	16 Agustus 2022	Revisi Makalah TA Bob 2	<i>[Signature]</i>
3	18 Agustus 2022	Revisi Makalah TA Bob 2 dan Bob 3	<i>[Signature]</i>
4	24 Agustus 2022	Revisi Makalah TA Bob 3 dan Bob 4	<i>[Signature]</i>
5	29 Agustus 2022	Revisi Makalah TA Bob 4 dan Bob 5	<i>[Signature]</i>
6	02 September 2022	Revisi Makalah TA Bob 5 dan Abstrak	<i>[Signature]</i>
7	09 September 2022	Parafrase Makalah TA Bob 1 dan Bob 2	<i>[Signature]</i>
8	12 September 2022	Parafrase Makalah TA Bob 3 dan Bob 4	<i>[Signature]</i>
9	13 September 2022	Parafrase Makalah TA Bob 4 dan Bob 5	<i>[Signature]</i>
10	14 September 2022	Parafrase Makalah TA Bob 5 dan Abstrak	<i>[Signature]</i>



Catatan:

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir


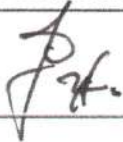
FORM-PPR-3- 6: Form Monitoring Proyek Akhir

		<p>FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK <u>2021</u> / <u>2022</u></p>	
JUDUL		Karakteristik Kekuatan Serat Tebu Sebagai penguat Komposit Dengan Matriks Polyester Terhadap Uji Tarik dan Uji Bendung.	
Nama Mahasiswa		1. <u>Ahmad Rifaldi</u> /NIRM: <u>1041902</u> 2. /NIRM: 3. /NIRM: 4. /NIRM: 5. /NIRM:	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
1	Selasa, 12 April 2022	<ul style="list-style-type: none"> • Membahas Tuntutan Seminar Proposal yang diberikan penguji. • Memenuhi Tuntutan seminar proposal yang diberikan penguji. • Pengambilan Serat Tebu untuk penelitian. 	
1	Selasa, 19 April 2022	<ul style="list-style-type: none"> • Menyerahkan Makalah Tugas Akhir Bab 1 dan 2. • Mempersiapkan alat dan bahan untuk penelitian. • Menghitung volume serat, resin dan katalis yang digunakan. 	
1	Selasa, 10 Mei 2022	<ul style="list-style-type: none"> • Menyerahkan Makalah Tugas Akhir Bab 3. • Merendam Serat Tebu dalam Larutan NaOH. 	
1	Selasa, 24 Mei 2022	<ul style="list-style-type: none"> • Mencetak Spesimen Komposit Uji Tarik. • Mencetak Spesimen Komposit Uji Bendung. 	
			

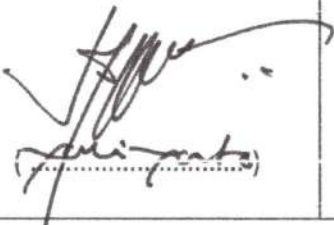

KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: ~~.....~~ / BELUM (coret salah satu)

Mengetahui		
Pembimbing 1	Pembimbing 2	Pembimbing 3
 (.....)	 (Shanty Dwi Ks)	(.....)




FORM-PPR-3- 6: Form Monitoring Proyek Akhir

		FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2021 / 2022	
JUDUL		Karakteristik Kekuatan Serat Tebu Sebagai Penguat Komposit Dengan Matriks Polyester Yukalac 157. BATN-EX Terhadap Uji Torik dan Uji Bending	
Nama Mahasiswa		1. Ahmad Rifaldi /NIM: 1041902 2. /NIM: 3. /NIM: 4. /NIM: 5. /NIM:	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
2	4 Oktober 2022	Progress Tugas Akhir 90%	



KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: SIAP / ~~BELUM~~ (coret salah satu)

Mengetahui		
Pembimbing 1	Pembimbing 2	Pembimbing 3
 (.....)	 (Shanty DK M.Hu)	(.....)

FORM-PPR-3- 6: Form Monitoring Proyek Akhir

		FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHAP AKADEMIK 2021 / 2022	
		JUDUL Karakteristik Kekuatan Serat Tebu Sebagai Penguat Komposit Dengan Matriks Polyester Yukolac 157 BGTN-FX Terhadap Uji Torsi dan Uji Bending	
Nama Mahasiswa		1. Ahmad Rifaldi ...../NIRM: 1041902.....	
		2. /NIRM:	
		3. /NIRM:	
		4. /NIRM:	
		5. /NIRM:	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
3	07 Desember 2022	Progress Tugas Akhir 100% 	

KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: SIAP ~~BELUM~~ (coret salah satu)

Mengetahui		
Pembimbing 1 	Pembimbing 2  (Shanty PK)	Pembimbing 3 (.....)

Skripsi (Ahmad Rifaldi)

ORIGINALITY REPORT

10%

SIMILARITY INDEX

9%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	ejournal.unesa.ac.id Internet Source	1%
2	repository.its.ac.id Internet Source	1%
3	repository.usd.ac.id Internet Source	1%
4	text-id.123dok.com Internet Source	1%
5	eprints.ums.ac.id Internet Source	1%
6	eprints.itn.ac.id Internet Source	<1%
7	Submitted to Universitas Islam Riau Student Paper	<1%
8	repository.polman-babel.ac.id Internet Source	<1%
9	docplayer.info Internet Source	<1%

10	journal.unpar.ac.id Internet Source	<1 %
11	eprints.umm.ac.id Internet Source	<1 %
12	anzdoc.com Internet Source	<1 %
13	Submitted to Universitas Negeri Semarang Student Paper	<1 %
14	mafiadoc.com Internet Source	<1 %
15	repository.itk.ac.id Internet Source	<1 %
16	repository.radenintan.ac.id Internet Source	<1 %
17	anakbandoenk.blogspot.com Internet Source	<1 %
18	repository.unpas.ac.id Internet Source	<1 %
19	Submitted to Institut Teknologi Kalimantan Student Paper	<1 %
20	Mochamad Arif Irfa'i, Dzulkihli, Rifky Ismail, Andita N. F Ganda. "Effect of the orientation carbon-glass fiber reinforced polyester composite on bending strength for runner	<1 %

foot prosthesis applications", IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2021

Publication

21 Submitted to Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya <1 %
Student Paper

22 Matdio Siahaan. "Community Outreach to Increase Interest Entrepreneurship during the Covid-19 Pandemic in the Village Mekarsari, Tambun, Bekasi", Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat UBJ, 2022 <1 %
Publication

23 digilib.unhas.ac.id <1 %
Internet Source

24 Herwandi Herwandi, Robert Napitupulu. "PENGARUH PENINGKATAN KUALITAS SERAT RESAM TERHADAP KEKUATAN TARIK, FLEXURE DAN IMPACT PADA MATRIKS POLYESTER SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN DASHBOARD MOBIL", Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 2017 <1 %
Publication

25 journalsyntaxadmiration.com <1 %
Internet Source

26 123dok.com <1 %
Internet Source

27	ayomondok.net Internet Source	<1 %
28	idoc.pub Internet Source	<1 %
29	jurnalmahasiswa.unesa.ac.id Internet Source	<1 %
30	repository.ub.ac.id Internet Source	<1 %
31	repository.unhas.ac.id Internet Source	<1 %
32	repository.upstegal.ac.id Internet Source	<1 %
33	www.scribd.com Internet Source	<1 %
34	core.ac.uk Internet Source	<1 %
35	jurnal.poliupg.ac.id Internet Source	<1 %
36	jurnal.untad.ac.id Internet Source	<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off



**SEMINAR NASIONAL (DARING)
MULTIDISIPLIN ILMU
UNIVERSITAS TAMANSISWA (UNITAS) PALEMBANG**
Jalan Taman Siswa No.261 Telp. (0711) 350218, 373292 Palembang



SURAT PENERIMAAN

Letter of Acceptance

Yth.

Bapak/Ibu Penulis Ahmad Rifaldi, Yuliyanto, dan Shanty Dwi Krisnaningsih

Salam dan bahagia,

Kami menginformasikan bahwa abstrak yang Bapak/Ibu kirim dengan judul:

**Karakteristik Kekuatan Serat Tebu Sebagai Penguat Komposit Dengan Matriks
Polyester Yukalac 157 BQTN-EX Terhadap Uji Bending**

telah Kami terima untuk kemudian dipresentasikan pada Seminar Nasional Multidisiplin Ilmu Unitas (MIU) yang akan diselenggarakan pada hari **Kamis, 28 Juli 2022** melalui aplikasi Zoom. Untuk itu, kami mengundang Bapak/Ibu untuk mempresentasikan artikel tersebut pada jadwal yang telah ditentukan.

Prosiding berISBN berisi *full paper* akan diterbitkan pada bulan September. Untuk itu, pengiriman *full paper* kami terima paling lambat tanggal **16 Agustus 2022** ke <https://ejournal.unitaspalembang.com/index.php/SemNasMIU> Format *full paper* dapat diunduh pada link:

<https://bit.ly/TemplateArtikelSemNasMIU>

Harap untuk menyelesaikan pembayaran pendaftaran pemakalah kepada nomor rekening di bawah ini :



No. Rek: **0253238729**
a.n. Ibu Pitriani



No. Rek: **7141299551**
a.n. Ria Komala

Unggah dan lakukan pendaftaran pada link:

<https://bit.ly/SeminarNasionalMIU>



Palembang, 20 Juli 2022
Ketua Panitia

Dr. Sisnayati, S.T. M.T.



PIAGAM PENGHARGAAN

No. 020.17/UTS/PANPEL-SN/B.04/Plg/2022

Diberikan Kepada :

Ahmad Rifaldi

atas partisipasinya sebagai **PEMAKALAH** pada Seminar Nasional (Daring) Multidisiplin Ilmu Universitas Tamansiswa Palembang dengan tema:
"Peran Ketamansiswaan dalam Meningkatkan Sinergi Hasil Penelitian dan Pengabdian untuk Menghasilkan Inovasi di Era Revolusi 4.0"

Palembang, 28 Juli 2022



Dr. Azhar Agus, S.H., M.Hum.
Rektor



Dr. Sisnayati, S.T., M.T.
Ketua Pelaksana

