

**PENGARUH VARIASI FRAKSI VOLUME DAN LAMA
PERLAKUAN NaOH PADA KOMPOSIT SERAT TEBU
DENGAN Matrik POLYESTER TERHADAP
KEKUATAN TARIK DAN IMPAK**

PROYEK AKHIR

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



Disusun Oleh :

SAYYID MUHAMMAD OSAMA NIRM : 1041827

POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI

BANGKA BELITUNG

2022

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH VARIASI FRAKSI VOLUME DAN LAMA PERLAKUAN NaOH PADA KOMPOSIT SERAT TEBU DENGAN Matrik POLYESTER TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN IMPAK

SAYYID MUHAMMAD OSAMA NIRM : 1041827

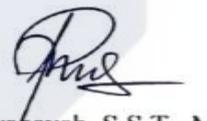
Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Pembimbing 1



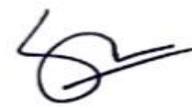
Masdar, S.S.T., M.T

Pembimbing 2



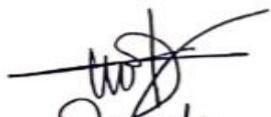
Erwansyah, S.S.T., M.T

Penguji 1



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

Penguji 2



(.....)
Juanda

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Sayyid Muhammad Osama NIRM : 1041827

Dengan Judul : Pengaruh Variasi Fraksi Volume dan Lama Perlakuan NaOH Pada Komposit Serat Tebu Dengan Matrik Polyester Terhadap Kekuatan Tarik dan Impak

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

Sungailiat, 16 Januari 2022



Sayyid Muhammad Osama

ABSTRAK

Pengembangan material diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dalam bidang teknik, dilihat dari saat ini material yang dinilai baik adalah material yang memenuhi beberapa standar utama seperti komposit. Komposit merupakan suatu material yang terdiri dari campuran dari dua elemen utama atau lebih, dan komposit memiliki bobot yang ringan, kekuatannya tinggi, tahan korosi dan harga yang lebih murah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi volume dan lama perbedaan perendaman serat tebu menggunakan larutan NaOH terhadap kekuatan tarik dan impak, sehingga dapat dijadikan informasi yang potensial tentang serat tebu yang dapat menghasilkan suatu bahan baru yang berkualitas. Penelitian ini menggunakan variasi fraksi volume 10%, 15% dan 20% serta lama perendaman menggunakan NaOH selama 30, 60 dan 90 menit. Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan nilai rata-rata uji tarik tertinggi terdapat pada fraksi volume 20% dan lama perlakuan NaOH 60 menit dan nilai rata-rata terendah terdapat pada fraksi volume 10% dan lama perlakuan NaOH 90 menit sebesar. Nilai rata-rata maximum pada uji impak terdapat pada fraksi volume 20% dan lama perlakuan NaOH 60 menit sebesar, dan nilai minimum rata-rata terdapat pada fraksi volume 10% dan lama perlakuan NaOH 90 menit. Dari hasil penelitian yang telah didapat, maka dapat diambil kesimpulan bahwa komposit berpenguat serat tebu dengan fraksi volume 20% dan lama perlakuan NaOH pada serat selama 60 menit dapat diaplikasikan pada material pembuatan helm berstandar SNI.

Kata Kunci: serat tebu, komposit, uji tarik, uji impak

ABSTRACT

Material development is expected to increase efficiency in the field of engineering, judging from the current good material is a material that meets several main standards such as composites. A composite is a material consisting of a mixture of two or more main elements, and a composite has a light weight, high strength, corrosion resistance and a cheaper price. This study aims to find out the influence of variations in volume fraction and length of difference in sugarcane fiber immersion using NaOH solution against tensile and impact forces, so that it can be used as potential information about sugarcane fiber that can produce a new quality material. The study used variations in volume fractions of 10%, 15% and 20% as well as the length of immersion using NaOH for 30, 60 and 90 minutes. From the tests that have been done, the highest average tensile test value is in the volume fraction of 20% and the length of NaOH treatment of 60 minutes is the lowest average value is in the volume fraction of 10% and the length of NaOH treatment of 90 minutes is 90 minutes. The maximum average value on the impact test is at a volume fraction of 20% and the length of NaOH treatment of 60 minutes, and the average minimum value is at the volume fraction of 10% and the length of NaOH treatment is 90 minutes. From the results of the research that has been obtained, it can be concluded that the composite contains sugarcane fiber with a volume fraction of 20% and the length of NaOH treatment in fiber for 60 minutes. applied to the material of making helmets with SNI standard.

Keywords: baggase, composite, tensile test, impact test

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, atas ridho-Nya saya dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Adapun judul skripsi yang saya ajukan adalah **“PENGARUH VARIASI FRAKSI VOLUME DAN LAMA PERLAKUAN NaOH PADA KOMPOSIT SERAT TEBU DENGAN MATRIK POLYESTER TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN IMPAK”**.

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Program Diploma IV (D-IV) Jurusan Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Tidak dapat disangkal bahwa butuh usaha yang keras, kegigihan, dan kesabaran, dalam penyelesaian pengerjaan skripsi ini. Namun disadari karya ini tidak akan selesai tanpa orang-orang tercinta disekeliling saya yang mendukung dan membantu. Terima kasih yang sebesar-besarnya saya sampaikan kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Tomi Marzuki dan Ibu Nurain, yang selalu memberikan kasih sayang, doa, nasehat serta atas kesabarannya yang luar biasa dalam setiap langkah hidup penulis, yang merupakan anugerah terbesar dalam hidup. Penulis berharap dapat menjadi anak yang dapat membanggakan.
2. Bapak Masdani S.S.T., M.T dan Bapak Erwansyah S.S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing 1 dan dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, nasehat, motivasi dan berbagai pengalaman kepada peneliti dengan penuh keikhlasan dan kesabaran.
3. Bapak I Made Andik Setiawan, M. Eng., Ph.D, selaku Rektor Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Segenap Dosen Teknik Mesin dan Manufaktur yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama berkuliah di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dan seluruh staff yang selalu sabar melayani segala administrasi selama proses penelitian ini.
5. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga segala kebaikan dan pertolongan semuanya mendapat berkah dari Allah SWT. Dan akhirnya saya menyadari skripsi ini jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan ilmu yang saya miliki. Untuk itu saya dengan kerendahan hati mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun dari semua pihak demi membangun laporan penelitian ini.

Harapan saya skripsi ini semoga dapat berguna bagi piha-pihak yang terkait, lingkungan Teknik Mesin dan Manufakut Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung serta para pembaca Pada umumnya.

Sungailiat, 16 Januari 2022



Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
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
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah	5
1.4. Tujuan Penelitian.....	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II	6
LANDASAN TEORI	6
2.1. Komposit	6
2.2. Material Penyusun	7
2.2.1. Serat	7
2.2.2. Matriks	9
2.2.3. Bahan-Bahan Tambahan	10
2.3. Perlakuan Alkali	10
2.4. SNI 1811-2007	11
2.4.1. Material	11
2.4.2. Kontruksi.....	11
2.5. Perbandingan Fraksi Volume Serat dan Matriks.....	12
2.6. Kekuatan Fisik dan Mekanik.....	12

2.6.1.	Uji Tarik	12
2.6.2.	Uji Impak	13
2.7.	Metode Eksperimen Faktorial	14
BAB III	16
METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1.	Skema Alur Penelitian	16
3.2.	Study Literatur	17
3.3.	Penentuan Tempat Penelitian	17
3.4.	Persiapan Alat dan Bahan.....	17
3.4.1.	Persiapan Alat	17
3.4.2.	Persiapan Bahan.....	18
3.5.	Proses Pengambilan Serat Tebu	20
3.6.	Perendaman Serat Menggunakan NaOH.....	20
3.6.1.	Proses Perlakuan Serat.....	21
3.7.	Pembuatan Spesimen Pengujian.....	21
3.7.1.	Perhitungan Rasio Benda Uji Tarik	22
3.7.2.	Proses Pembuatan Benda Uji Tarik	23
3.7.3.	Perhitungan Rasio Benda Uji Impak	24
3.7.4.	Proses Pembuatan Benda Uji Impak.....	25
3.8.	Metode Pengujian.....	26
3.8.1.	Metode Pengujian Tarik.....	26
3.8.2.	Metode Pengujian Impak	27
3.9.	Pengolahan Data	28
3.10.	Analisa.....	28
BAB IV	29
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	29
4.1.	Pengujian Uji Tarik	29
4.1.1.	Hasil Pengujian Tarik Komposit Serat Tebu	29
4.1.2.	Analisis Hasil Pengujian Tarik Menggunakan Desain faktorial	30
4.1.2.1.	Memeriksa Pengaruh Lama Perlakuan Serat Terhadap Kekuatan Tarik.....	31
4.1.2.2.	Memeriksa Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Tarik	32

4.1.2.3. Memeriksa Pengaruh Interaksi Antarfaktor Terhadap Kekuatan Tarik Komposit.....	32
4.2. Pengujian Uji Impak.....	34
4.2.1. Hasil Pengujian Uji Impak.....	35
4.2.2. Analisis Hasil Pengujian Impak Menggunakan Desain faktorial	36
4.2.2.1. Memeriksa Pengaruh Lama Perlakuan Serat Terhadap Kekuatan Impak	37
4.2.2.2. Memeriksa Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Impak.....	38
4.1.2.3. Memeriksa Pengaruh Interaksi Antarfaktor Terhadap Kekuatan Impak Komposit	38
4.3. Analisa Penyebab Turunnya Kekuatan Komposit.....	40
BAB V	42
KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1. Kesimpulan.....	42
5.2. Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	45
LAMPIRAN 1	45
LAMPIRAN 2	46

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2. 1 Perbandingan Sifat Mekanis Resin Polyester dan Epoksi.....	9
Tabel 2. 2 Kekuatan Tarik dan Impak helm SNI	12
Tabel 3. 1 Hasil perhitungan rasio volume untuk pengujian Tarik.....	23
Tabel 3. 2 Hasil perhitungan rasio volume untuk pengujian dampak	25
Tabel 4. 1 Hasil pengujian tarik komposit serat tebu.....	30
Tabel 4. 2 Hasil analisis desain faktorial uji tarik	31
Tabel 4. 3 Hasil pengujian dampak	35
Tabel 4. 4 Hasil nilai kekuatan dampak spesimen serat tebu	36
Tabel 4. 5 Hasil analisis desain faktorial uji dampak	37



DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2. 1 Dimensi ukuran uji tarik.....	13
Gambar 2. 2 Prinsip Pengujian Impak	14
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian.....	16
Gambar 3. 2 Serat tebu yang sudah dibersihkan	18
Gambar 3. 3 Resin polyester BQTN-157.....	18
Gambar 3. 4 Katalis.....	19
Gambar 3. 5 Wax miracle gloss	19
Gambar 3. 6 Larutan NaOH.....	19
Gambar 3. 7 Serat ampas tebu pada awal pengambilan.....	20
Gambar 3. 8 Serat tebu yang sudah siap	20
Gambar 3. 9 Perlakuan NaOH pada serat	21
Gambar 3. 10 Dimensi benda uji tarik komposit	23
Gambar 3. 11 Dimensi benda uji impak komposit.....	26
Gambar 3. 12 Mesin uji tarik Zwick Roell Z020.....	27
Gambar 3. 13 Mesin pengujian impak charpy	28
Gambar 4. 1 a. Proses pengujian tarik b. Spesimen setelah pengujian	29
Gambar 4. 2 Grafik rata-rata kekuatan tarik	30
Gambar 4. 3 Grafik faktor utama pada kekuatan tarik.....	33
Gambar 4. 4 Grafik interaksi antarfaktor pada kekuatan tarik.....	33
Gambar 4. 5 a. proses pengujian impak b. hasil pengujian uji impak.....	34
Gambar 4. 6 Grafik nilai rata-rata kekuatan impak.....	36
Gambar 4. 7 Grafik faktor utama pada kekuatan impak	39
Gambar 4. 8 Grafik interaksi antarfaktor pada kekuatan impak	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam beberapa dekade terakhir perkembangan teknologi dan kemajuan ilmu pengetahuan membutuhkan terobosan terbaru yang lebih baik di berbagai bidang termasuk dalam bidang teknik. Pengembangan material diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dalam bidang teknik, dilihat dari saat ini material yang dinilai baik adalah material yang memenuhi beberapa standar terutama ramah lingkungan, kuat, dan dapat diganti atau diperbaharui seperti komposit.

Komposit adalah suatu material yang terdiri dari campuran atau kombinasi dari dua atau lebih elemen utama yang berbeda (Fahmi, et al., 2014). Saat ini, komposit yang diperkuat serat banyak digunakan karena kekuatan dan kekakuan spesifiknya jauh lebih tinggi daripada bahan rekayasa pada umumnya, dan komposit memiliki keunggulan bobot yang ringan, kekuatan yang lebih tinggi, ketahanan korosi dan harga yang lebih murah (Hastuti, et al., 2018) .

Serat ampas tebu adalah ampas dari tanaman tebu yang dapat diekstraksi untuk produksi gula atau digunakan sebagai minuman. Menurut Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI), produksi serat tebu menyumbang 32% dari berat tebu giling, panjang 1,7-2mm dan diameter 20 mikro, ampas tebu yang terutama mengandung ligno-cellose, mengandung 48 -52% air, kadar gula rata-rata 3,35% dan kadar serat rata-rata 47,7% (Husin, 2007). Serat ampas tebu memiliki sifat mekanik yang cukup baik, tidak korosif, memiliki densitas yang rendah, relatif murah dan lebih ramah lingkungan karena dapat didaur ulang (Esse, 2018).

Terdapat penelitian yang berkaitan dengan pengaruh fraksi volume serat terhadap sifat-sifat tarik komposit diperkuat unidirectional serat tebu dengan matrik poliester yang dilakukan oleh (Rahman, et al., 2011), yang menyatakan bahawa dengan variasi fraksi volume 0%, 10%, 20%, 30% dan 40% dan direndam dalam larutan alkali NaOH 5% selama 2 jam menghasilkan kekutan tarik tertinggi pada fraksi volume 0% serat sebesar 32,19 MPa dan terendah pada fraksi volume 40% sebesar 18,58 MPa. Tegangan tarik menurun dengan nilai tertinggi pada

fraksi volume 0% serat sebesar 9,11% dan terendah pada fraksi volume 40% serat sebesar 4,31%. Modulus elastisitas meningkat dengan nilai terendah pada fraksi volume 0% serat yaitu 356,60 MPa dan tertinggi pada fraksi volume 40% serat sebesar 485,60 MPa. Dari sini dapat disimpulkan bahwa peningkatan fraksi volume menyebabkan penurunan kekuatan tarik dan perpanjangan tarik, tetapi meningkatkan modulus elastisitas.

Terdapat penelitian yang berkaitan dengan pengaruh alkali (NaOH) terhadap kekuatan mekanik komposit epoxy berpengisi serat ampas tebu yang dilakukan oleh (Shabiri, et al., 2014), bahwa variasi konsentrasi larutan NaOH yang digunakan 0%, 1%, 2% dan 3% dan perbandingan fraksi volume epoxy dengan serat ampas tebu 100:0, 70:30, 60:40 dan 50:50 memiliki nilai maximum dengan komposisi 70:30 dan 2% alkali sebesar 23,26 MPa dan nilai minimum diperoleh dengan komposisi 50:50 dan 3% alkali sebesar 15,16 MPa serta terjadi penurunan kuat tarik (Tensile strength) pada konsentrasi NaOH 3% dengan fraksi volume 70:30 dan 60:40 dan pada 3% dengan fraksi volume 50:50. Dari sini dapat disimpulkan bahwa penambahan komponen filler pada komposit epoksi menurunkan kekuatan tarik material komposit dan penurunan kekuatan tarik terjadi pada konsentrasi NaOH 3%, karena perlakuan alkali menyebabkan hemiselulosa, lignin dan pectin menjadi lebih hilang, sehingga kekuatan serat alam menurun. karena akumulasi mikrofibril yang menyusun serat, yang diikat oleh lignin dan pektin, terpisah sehingga serat hanya terpisah satu sama lain dalam bentuk serat halus.

Menurut (Mukhammad & Setyoko, 2014) mengemukakan bahwa komposit serat rami acak-polyester sebagai bahan helm standar SNI (fraksi volume 60%) menghasilkan hasil uji tarik dan impak adalah 48,41 MPa dan 42,55 kJ/m², jauh lebih tinggi dari pada bahan helm SNI Cuma 33,93 MPa.

Terdapat penelitian mengenai serat tebu (bagasse) sebagai bahan pengisi pada komposit dengan matriks resin poliester dengan fraksi volume 5%, 10% dan 15%. Nilai rata-rata kekuatan tarik tertinggi yang dihasilkan terdapat pada komposit dengan fraksi volume 15% serat yaitu 3,35 MPa, sedangkan kuat tarik

dengan nilai rata-rata terendah terjadi pada komposit dengan fraksi volume 5% Serat dengan kekuatan tarik sebesar 2,54 MPa (Kunarto, et al., 2016).

Terdapat penelitian mengenai analisa fraksi volume dan arah serat terhadap sifat mekanik biokomposit laminat serat tebu poliester yang dilaporkan oleh (Hermawan, et al., 2015), yang menyatakan bahwa fraksi volume serat tebu 5%, 10%, 15% dan 20% dan orientasi arah serat tebu: 0°- 90°, 30° – 60°, 45° – 45° dan acak menunjukkan nilai kekuatan tarik optimal menggunakan fraksi volume 15% dan arah serat 0° – 90° adalah sebesar 1,18 N/mm². Dan nilai kekuatan impak optimal terjadi pada fraksi volume serat 20% dan arah serat 45° – 45° adalah sebesar 1,05 J/mm².

Terdapat penelitian mengenai pengaruh waktu perendaman serat dalam larutan alkali terhadap kekuatan impak komposit serat tebu yang dilakukan oleh (Maryanti, et al., 2021) yang menyatakan bahwa komposit serat tebu dengan variabel penelitian meliputi lama perendaman 1 jam, 2 jam dan 3 jam dengan fraksi volum resin dan katalis 65% (2% katalis) dan serat tebu 35%. Dari beberapa variabel tersebut didapati hasil sebagai berikut: spesimen 1 (1 jam) dengan energi terserap sebesar 26,872 Joule dan harga impak sebesar 0,5374 Joule/mm², spesimen 2 (2 jam) dengan energi terserap sebesar 24,622 Joule dan harga impak sebesar 0,4924 Joule/mm², spesimen 3 (3jam) dengan energi terserap sebesar 17,272 Joule dan harga impak sebesar 0,3454 Joule/mm². Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini ialah semakin lama perendaman serat ampas tebu kedalam larutan alkali maka energi terserap dan nilai kekuatan impaknya semakin kecil.

Terdapat penelitian dengan judul pengaruh perendaman NaOH dan fraksi volume serat tebu terhadap kekuatan bending dan impak komposit dengan matrik polyester yang dilakukan oleh (Prakoso, et al., 2021) dengan variabel penelitian lama perendaman NaOH 5% selama 2 jam, tanpa perlakuan dan variasi fraksi volume serat ampas tebu dengan variasi 30%, 40%, dan 50% didapatkan hasil untuk pengujian impak dengan perendaman NaOH 5% selama 2 jam menurunkan kekuatan impak disemua variasi fraksi volume, dengan kekuatan impak tertinggi pada serat tanpa perendaman fraksi volume 30% sebesar 0,028 J/mm², dan

kekuatan impak terendah pada serat dengan perlakuan NaOH fraksi volume 30% sebesar 0,012 J/mm². Serta variasi fraksi volume serat memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan impak dengan kekuatan impak tertinggi pada fraksi volume serat 30% tanpa perendaman sebesar 0,028 J/mm², dan kekuatan impak serat dengan perendaman NaOH tertinggi pada fraksi volume 50% sebesar 0,016 J/mm².

Terdapat sebuah penelitian dari (Mulyo, et al., 2018) dengan judul analisis ketangguhan komposit serat daun nanas sebagai bahan alternatif helm SNI. Mengemukakan bahwa dari hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan kekuatan komposit dengan penambahan volume serat. Nilai energi serap dan kekuatan impak tertinggi terdapat pada 10% volume serat yaitu sebesar 0,5375 Joule dan 0,01657 J/mm², hal tersebut jauh di atas kekuatan helm SNI yang hanya sebesar 0,3125 Joule dan 0,00972 J/mm². Jadi dapat disimpulkan bahwa komposit serat daun nanas dapat digunakan sebagai bahan alternatif pembuatan helm berstandar SNI.

Dari beberapa data di atas maka penulis melakukan penelitian mengenai pengaruh variasi fraksi volume serat ampas tebu terhadap kekuatan tarik dan impak pada komposit dengan matrik *polyester*. Proses pembuatan komposit dibuat dengan metode *hand-layup* dengan variasi fraksi volume 10%:90%, 15%:85% dan 20%:80% serta lama perlakuan NaOH 30, 60, 90 menit sebesar 2% serta penyusunan seratnya disusun sepanjang arah cetakan. Harapan dilakukan penelitian ini agar mendapatkan hasil yang terbaik supaya dapat digunakan sebagai bahan pengganti yang cocok dan bermanfaat untuk bidang ilmu pengetahuan dan teknologi di perindustrian.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi fraksi volume 10%:90%, 15%:85% dan 20%:80% serta lama perlakuan NaOH 30, 60, 90 menit sebesar 2% terhadap kekuatan uji tarik dan impak?
2. Bagaimana hasil sifat mekanik serat tebu terhadap uji tarik dan uji impak sebagai material alternatif helm SNI ?

1.3. Batasan Masalah

Karena begitu banyaknya hal yang dapat diteliti maka peneliti membatasi penelitian ini antara lain :

1. Menggunakan serat ampas tebu sebagai penguat komposit
2. Perlakuan alkalinya menggunakan NaOH
3. Serat disusun searah dengan gaya tarikan pada mesin uji yaitu vertikal
4. Panjang serat yang dipakai sepanjang cetakan
5. Menggunakan resin polyester BQTN-157 untuk pembuatan komposit.
6. Cetakan uji tarik menggunakan ASTM D638-01
7. Cetakan pengujian dampak menggunakan ISO 179-1

1.4. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi volume terhadap kekuatan tarik dan dampak.
2. Untuk mengetahui kekuatan tarik dan dampak pada lama perbedaan perendaman serat tebu menggunakan larutan NaOH.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Dapat dijadikan informasi yang potensial tentang serat tebu yang dapat menghasilkan suatu bahan baru yang berkualitas seperti material pembuatan helm SNI.
2. Dapat dijadikan sebagai landasan untuk para peneliti yang ingin mengembangkan lagi penelitian ini.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Komposit

Komposit merupakan suatu material yang tersusun dari campuran ataupun kombinasi dua bahan atau lebih dengan unsur-unsur utama yang berbeda-beda. Material pertama disebut bahan penguat yang berfungsi memperkuat bahan komposit secara keseluruhan dan menentukan karakteristik komposit seperti kekuatan tarik, kekakuan dan sifat-sifat mekanis berupa serat, sedangkan unsur kedua disebut bahan pengikat berupa matriks.

Tujuan dibentuknya komposit, yaitu sebagai berikut:

1. Memperbaiki sifat mekanik
2. Mempermudah design yang sulit pada manufaktur
3. Dapat menghemat biaya
4. Menjadikan bahan lebih ringan

Menurut (schwartz, 1984) klasifikasi material komposit dapat dibentuk dari sifat dan strukturnya. Secara umum klasifikasi majemuk yang umum digunakan antara lain:

1. Klasifikasi menurut distribusi unsur-unsur dasar, seperti kontinu dan diskontinu.
2. Klasifikasi menurut kombinasi material utama, seperti *metal-organic* atau *metalanorganic*.
3. Klasifikasi menurut sifat material curah, seperti sistem matriks atau laminasi.
4. Klasifikasi menurut fungsinya, misalnya kelistrikan atau struktural.

Sedangkan klasifikasi untuk komposit serat dibedakan menjadi beberapa macam antara lain (schwartz, 1984) :

1. *Particulate composites* adalah gabungan partikel dengan matrik.
2. *Laminar composites* adalah gabungan lapisan atau unsur pokok lamina.

3. *Fiber composites* (komposit serat) merupakan gabungan dari fiber dan matrik.
4. *Filled composites* adalah gabungan *matrik continuous skeletal* dengan matriks yang kedua.
5. *Flake composites* adalah kombinasi dari flat flakes dengan matriks.

Secara umum komposit serat terdiri dari dua bahan utama yaitu bahan penguat berupa serat dan bahan pengikat berupa matriks. Tidak adanya reaksi kimia antara dua bahan utama dan dari dua bahan tersebut tidak larut satu sama lain, hanya ikatan antarmuka antara dua elemen material. Serat memiliki kekuatan yang lebih tinggi dan digunakan sebagai bahan penguat, sedangkan matriks yang lebih lemah dan bisa mengisi ruang digunakan sebagai bahan pengikat untuk memberi bentuk pada struktur komposit. Dan secara teori, komposit yang diperkuat serat yang menggunakan serat yang lebih panjang menawarkan nilai penguatan yang lebih baik dan lebih merata dibandingkan dengan serat pendek karena beban lebih merata di seluruh serat. Namun, komposit yang menggunakan serat yang lebih pendek bila disusun dalam orientasi yang benar juga menghasilkan kekuatan yang lebih besar jika dibandingkan dengan serat kontinyu.

2.2. Material Penyusun

Material penyusun komposit ini terbagi menjadi dua bagian yaitu serat sebagai material penguat dan matrik pengikatnya.

2.2.1. Serat

Serat terdiri dari dua jenis yaitu serat alam dan serat sintetis. Serat alam adalah serat yang dapat diambil langsung dari alam. Biasanya berupa serat yang bisa didapat dari tumbuh-tumbuhan. Serat ini telah banyak digunakan oleh manusia, seperti serat pelepah pisang, serat kelapa, serat aren, serat nanas, dan serat rami. Kelemahan serat alam adalah ukuran serat yang tidak seragam, dan kekuatan serat juga dapat dipengaruhi oleh umur serat. Serat sintetis adalah serat yang diperoleh dari bahan anorganik dengan komposisi kimia tertentu. Serat sintetis memiliki keunggulan yang paling baik dibandingkan serat alam, yaitu

jenis dan ukurannya dapat distandarisasi serta kekuatan serat yang relatif sama terhadap panjang serat. Serat sintetis yang sudah banyak digunakan antara lain serat karbon, nilon, dan lain-lain.

Serat berperan sebagai penopang kekuatan struktur komposit, beban yang semula diambil oleh matriks kemudian dipindahkan ke serat, sehingga serat harus memiliki kekuatan tarik dan elastisitas yang lebih tinggi daripada matriks.

2.2.1.1. Tebu

Tebu merupakan tanaman yang ditanam sebagai bahan baku pembuatan gula. Tanaman ini hanya bisa tumbuh di daerah dengan iklim tropis. Tumbuhan ini merupakan salah satu jenis rumput-rumputan. Tanaman tebu baru dapat dipanen dari awal penanaman sampai tebu berumur sekitar 1 tahun. Di Indonesia, tebu banyak ditanam di daerah pulau Jawa dan Sumatera. Menurut (Steenis, 2006):

Divisi : Spermatophyta	Subdivisi : Agiospermae
Kelas : Monocotyledonae	Famili : Poaceae
Genus : Saccharum	Species : <i>Saccharum officinarum</i>

Ciri-ciri tanaman tebu yaitu memiliki batang yang tidak bercabang dan tegak. Daun tumbuhan tebu terdapat pada buku batang dengan kedudukan yang berseling. Tanaman tebu yang pertumbuhannya baik bisa tumbuh hingga mencapai 3-5 meter atau lebih.

Tebu (*Saccharum officinarum* L) merupakan tanaman rerumputan. Sistem ini membutuhkan udara panas 24-30°C dengan perbedaan suhu musiman tidak lebih dari 6°C, perbedaan suhu siang dan malam tidak lebih dari 10°C. Tanah yang cocok untuk menanam tebu adalah tanah humus dengan nilai pH 5,7 sampai 7. Batang tebu mengandung serat dan kulit batang (12,5%) dan nira, yang terdiri dari air, gula, mineral dan bahan non-gula lainnya (87,5%) (Notojoewono, 1981).

Tebu dapat hidup dengan baik pada ketinggian 5-500 mdpl (meter di atas permukaan laut), di iklim panas dan lembab dengan kelembaban > 70% serta hujan yang stabil dan suhu udaranya sekitar 28-34°C (Notojoewono, 1981).

2.2.2. Matriks

Matriks Sebagai pengisi ruang komposit, matriks memerankan peranan yang penting dalam transmisi tegangan, perlindungan serat dari lingkungan dan perlindungan permukaan serat dari pengikisan. Matriks harus memiliki kompatibilitas yang baik dengan serat. Fungsi penting dari matriks dalam jaringan adalah:

- a. Menghubungkan serat bersama-sama dan mentransfer beban ke serat. Ini menciptakan kekakuan dan membentuk struktur komposit.
- b. Mengisolasi serat sehingga serat individu dapat bertindak secara terpisah. Ini dapat menghentikan atau memperlambat penyebaran retakan.
- c. Memberikan hasil akhir komposit dengan kualitas permukaan yang baik
- d. Memberikan perlindungan untuk memperkuat serat terhadap serangan kimia dan kerusakan mekanis dari keausan.
- e. Berdasarkan matriks yang digunakan, karakteristik kinerja seperti fleksibilitas, kekuatan impak, dll juga dipengaruhi. Matriks yang ulet meningkatkan ketangguhan struktur komposit.

Bahan yang biasa digunakan sebagai matriks dalam pembuatan komposit adalah polimer poliester dan epoksi dalam bentuk resin. Resin epoksi sering digunakan sebagai matriks dalam komposit polimer dengan serat karbon atau serat yang kekuatannya lemah. Sedangkan resin poliester lebih umum digunakan untuk jenis serat alam yang tergolong lebih kuat. Dalam hal kekuatan dan penyusutan setelah perawatan, resin epoksi memang lebih unggul dari resin poliester. Akan tetapi, resin poliester lebih sering digunakan karena harganya lebih terjangkau. Perbandingan sifat mekanis resin poliester dan epoksi dapat dilihat pada tabel 2.1 sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Perbandingan Sifat Mekanis Resin Polyester dan Epoksi

Sifat	Polyester	Epoksi
-------	-----------	--------

Kekuatan tarik (MPa)	40 – 90	55 – 130
Modulus elastis (Gpa)	2,0 – 4,4	2,8 – 4,2
Kekuatan impak (J/m)	10,6 – 21,2	5,3 – 53
Kerapatan (g/cm ³)	1,10 – 1,46	1,2 – 1,3

2.2.3. Bahan-Bahan Tambahan

Katalis merupakan bahan pemicu (inisiator) yang berfungsi untuk mempersingkat proses curing pada suhu kamar. Komposisi katalis dalam komposit harus diperhitungkan. Material komposit dengan kandungan katalis yang tidak mencukupi menyebabkan proses curing yang terlalu lama. Dan jika terjadi kelebihan katalis dalam proses pembuatannya, maka akan mengakibatkan panas yang berlebihan, yang akan merusak produk dan akan membuat komposit lebih getas. Dalam kasus resin epoksi, katalis umumnya disebut sebagai pengeras. Sedangkan komposisi pencampuran antara resin dan hardener adalah 1:1 atau 2:1.

Karena produk menempel pada cetakan selama proses pembuatan, cetakan harus dilapisi dengan zat pelapis untuk menghindari hal ini. Release agent atau bahan pelapis yang digunakan untuk mencegah produk menempel pada cetakan selama proses pembuatan. Pelapisan dilakukan sebelum proses pembuatan. Dan *miracle gloss* merupakan pelapis yang sering digunakan sebagai agen pelapis.

2.3. Perlakuan Alkali

Alkali sering disebut sebagai golongan senyawa basa, NaOH merupakan salah satu senyawa basa yang tergolong sedikit larut dalam air dan merupakan basa kuat yang dapat terionisasi penuh. Basa adalah zat yang menghasilkan ion OH negatif dan ion positif dalam air. Larutan basa memiliki rasa pahit dan terasa licin saat disentuh (seperti sabun). Indikator kebasaaan adalah lakmus merah. Ketika lakmus merah ditempatkan dalam larutan basa, itu berubah menjadi biru.

Untuk mendapatkan komposit dengan sifat yang baik dari bahan penguat serat alam, penting untuk meningkatkan ikatan antarmuka antara serat alam dan resin. Sifat alami serat adalah mudah menyatu dengan air, sedangkan polimer bersifat anti air. Adanya perbedaan sifat tersebut dapat menurunkan kemampuan resin untuk mengikat serat.

Selama perlakuan alkali pada serat alam, beberapa komponen serat dapat dilarutkan dalam larutan alkali seperti lignin dan hemiselulosa serta zat lainnya dapat dihilangkan dengan perlakuan basa pada serat. Dengan adanya pelarutan unsur-unsur tersebut diharapkan dapat meningkatkan kekuatan komposit, karena ketika lignin dalam serat sudah terlarut pada perlakuan alkali dapat memudahkan serat menyatu dengan resin yang akan digunakan.

2.4. SNI 1811-2007

Menurut (Badan Standardisasi Nasional, 2007) Helm yang baik adalah helm yang telah lulus persyaratan berstandar nasional. Standar Indonesia yang berlaku adalah SNI 1181 2007 yang dikeluarkan oleh Badan Standardisasi Indonesia (BSN). SNI 1181-2007 memuat beberapa persyaratan mutu yang harus dipenuhi Helmnya adalah sebagai berikut:

2.4.1. Material

Material yang digunakan haruslah terbuat dari bahan yang kuat tetapi tidak terbuat dari logam, tahan suhu 0 - 55°C dan tidak sensitif terhadap radiasi ultraviolet, tahan terhadap efek bensin, minyak, sabun, air, bahan pembersih dan bahan pembersih lainnya. Bahan yang bersentuhan dengan tubuh tidak boleh terdiri dari bahan yang dapat menyebabkan iritasi atau penyakit kulit dan tidak boleh mengurangi kekuatan benturan atau perubahan fisik melalui kontak langsung dengan keringat.

2.4.2. Kontruksi

Struktur helm harus terdiri dari cangkang keras dengan permukaan halus, lapisan penyerap guncangan dan tali dagu. Dari bagian atas helm hingga tingkat utama, yaitu tingkat horizontal yang melewati liang telinga, ketinggian helm minimal 114 mm. Cangkang helm terbuat dari bahan yang keras, tebal dan homogen. Cangkang helm tidak menempel pada topeng dan tidak ada penguatan lokal. Pada permukaan bagian dalam cangkang dipasang peredam kejut berupa lapisan peredam kejut dengan ketebalan minimal 10 mm dan dengan jaring helm atau struktur serupa jaring helm lainnya.

Tabel 2. 2 Kekuatan Tarik dan Impak helm SNI

Kekuatan Tarik	33,93 Mpa	(Mukhammad, et al., 2014)
Kekuatan Impak	0,00972 J/mm ²	(Mulyo, et al., 2018)

2.5. Perbandingan Fraksi Volume Serat dan Matriks

Dalam pembuatan spesimen uji tarik diperlukan perhitungan untuk menentukan perbandingan rasio volume matriks dan serat.

Menghitung massa serat komposit digunakan rumus volume komposit dikalikan dengan massa jenis serat, hal ini sesuai dengan persamaan rumus.

$$M_{fc} = V_{fc} \cdot \rho_{fc} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan : M_{fc} = Massa Serat Komposit (g)

V_{fc} = Volume Serat Komposit (cm³)

ρ_{fc} = Massa Jenis Serat Komposit (g/cm³)

Menghitung massa matrik komposit digunakan rumus volume matrik komposit dikalikan dengan massa jenis matrik, hal ini sesuai dengan persamaan rumus.

$$M_{mc} = V_{mc} \cdot \rho_{mc} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan : M_{mc} = Massa Matrik Komposit (g)

V_{mc} = Volume Matrik Komposit (cm³)

ρ_{mc} = Massa Jenis Matrik Komposit (g/cm³)

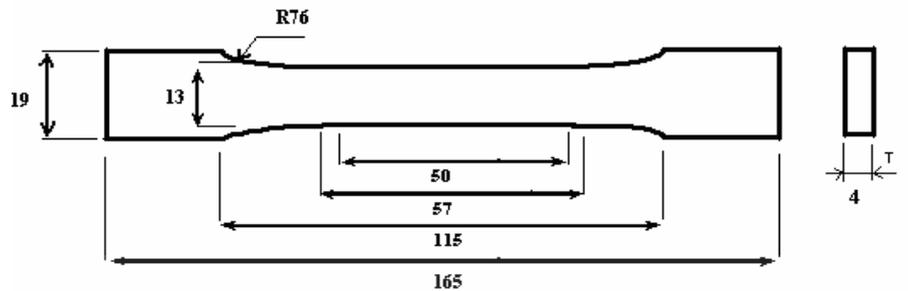
2.6. Kekuatan Fisik dan Mekanik

Sifat fisik meliputi volume serta kekuatan mekanik yaitu kekuatan tarik dan impak sebagai berikut :

2.6.1. Uji Tarik

Uji tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik dan perpanjangan komposit serat selama pengujian berlangsung. Mekanisme pengujiannya yaitu benda uji dijepit pada mesin uji, lalu beban dinaikkan perlahan-lahan sampai beban tertentu dan akhirnya benda uji putus. Beban tarik yang bekerja pada benda uji menyebabkan pertambahan panjang dengan penurunan diameter benda uji secara bersamaan. Perbandingan antara pertambahan panjang (ΔL) dan panjang

awal benda uji (L_0) disebut elongasi. Dan dibawah ini merupakan rumus untuk menghitung tegangan tarik beserta standar pengujian yang akan digunakan yaitu ASTM D638-01.



Gambar 2. 1 Dimensi ukuran uji tarik

1. Kekuatan Tarik

$$\sigma_v = \frac{\text{Beban}(F) \quad (\text{MPa}) \dots \dots \dots (2.3)}{\text{Luas penampang} (A_o)}$$

2. Regangan (ϵ)

$$\epsilon = \frac{\text{Perubahan Panjang} (\Delta L)}{\text{Panjang Awal} (L_o)} \times 100 \% \dots \dots \dots (2.4)$$

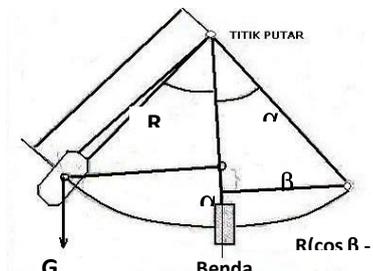
3. Modulus elastisitas/Modulus young (E)

$$E = \frac{\text{Kekuatan Tarik} (\sigma_v) \quad (\text{MPa}) \dots \dots \dots (2.5)}{\text{Regangan Tarik} (\epsilon)}$$

2.6.2. Uji Impak

Pengujian impak dimaksud untuk mengetahui nilai kekuatan serap dan nilai keuletan atau kekuatan uji impak. Uji impak ini membutuhkan tenaga untuk mematahkan benda uji dengan sekali pukul, alat pukul yang digunakan berupa sebuah palu godam dengan berat tertentu yang dijatuhkan dengan cara dilepaskan dari sudut 150° (α) dan palu mengenai benda uji berbentuk persegi panjang dengan ukuran 8×4 mm, panjang 8 mm dan takikan 2 mm serta sudut takikan 45° , karena pukulan tersebut benda uji akan patah, kemudian palu akan berayun kembali membentuk sudut (β) hasil dari keliatan pada benda uji. Prinsip

pengujian impak dapat dilihat pada gambar 2.2 beserta rumus untuk menghitung nilai keuletan pada pengujian impak.



Gambar 2. 2 Prinsip Pengujian Impak

Harga tenaga patah dapat dicari dengan rumus:

$$E = g R G (\cos \beta - \cos \alpha) \text{ (joule) } \dots\dots\dots (2.6)$$

dengan:

E = Tenaga patah (joule)

α = Besar sudut saat palu akan dilepaskan tanpa benda uji

β = Sudut yang dibentuk palu setelah benda uji patah

G = Berat palu (2,5 kg)

R = Jarak titik putar sampai titik berat palu ($R= 0,4 \text{ m}$)

g = percepatan gravitasi (9.8 m/s^2)

Harga keliatan suatu bahan dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$\text{Keliatan} = E / A \text{ (joule/mm}^2\text{)} \dots\dots\dots (2.7)$$

dengan:

E = tenaga patah (joule)

A = luas penampang benda uji ($3,2 \text{ mm}^2$)

2.7. Metode Eksperimen Faktorial

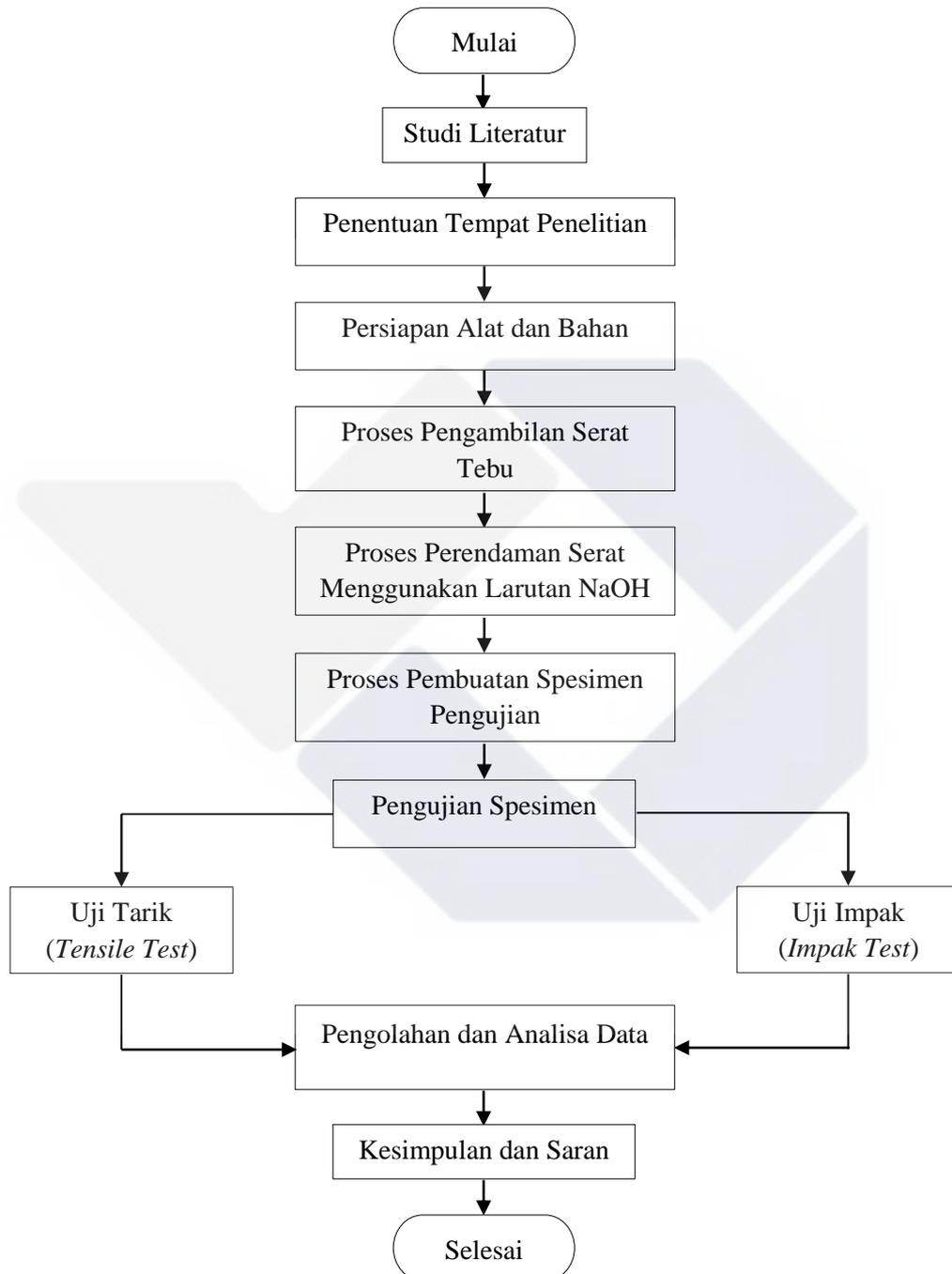
Eksperimen faktorial merupakan suatu percobaan di mana semua taraf faktor akan dikombinasikan dengan taraf faktor lainnya yang terdapat dalam eksperimen. kombinasi taraf faktor dapat dilakukan dengan melakukan perkalian antara taraf faktor satu dengan taraf faktor lainnya. Percobaan ini dapat mengetahui

pengaruh-pengaruh tunggal dari faktor yang diujikan dan faktor gabungan dari masing-masing faktor yang diujikan.

Ekspirimen faktorial dapat digunakan untuk melihat perubahan nilai variabel respons yang berbeda disebabkan oleh perubahan dari taraf faktor satu dengan faktor lainnya. Kelebihan dari eksperimen ini adalah percobaan faktorial telah merangkum beberapa percobaan faktor tunggal, sehingga percobaan ini dapat menghemat waktu, alat, bahan, modal yang tersedia dan tenaga kerja untuk mencapai semua sasaran percobaan-percobaan faktor tunggal sekaligus, selain itu percobaan faktorial dapat mengetahui adanya kerja sama antara faktor dan pengaruh dari dua faktor atau lebih. Selain memiliki kelebihan eksperimen faktorial juga memiliki kelemahan seperti: semakin banyak faktor yang diteliti, kombinasi perlakuannya semakin meningkat, sehingga ukuran percobaan semakin besar dan akan mengakibatkan ketelitiannya semakin berkurang.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Skema Alur Penelitian



Gambar 3. 1 *Flowchart* Penelitian

3.2. Study Literatur

Studi pustaka bertujuan untuk mencari informasi yang berkaitan dengan permasalahan yang diteliti berupa penelitian terdahulu, buku, jurnal, dan dari internet yang relevan dengan permasalahan yang diteliti. Tujuan dari studi pustaka ini adalah untuk memperoleh materi teori dan konsep yang dapat dijadikan landasan atau kerangka berpikir dalam menjelaskan permasalahan.

3.3. Penentuan Tempat Penelitian

Pembuatan spesimen dilakukan di kost yang beralamat di Jl. Timah Raya dan untuk pengujian tarik dan impak spesimen serta pengambilan data dilakukan di Laboratorium Material Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung (POLMAN BABEL).

3.4. Persiapan Alat dan Bahan

3.4.1. Persiapan Alat

Dalam pembuatan komposit serat tebu dibutuhkan alat-alat sebagai berikut :

1. Ember, yang digunakan untuk merendam serat dengan larutan NaOH.
2. Sikat baja, yang digunakan untuk membersihkan serat dari kotoran seperti gabus pada serat tebu.
3. Timbangan digital, yang digunakan untuk menimbang massa serat yang akan digunakan.
4. Cetakan tarik dan impak, yang terbuat dari silicon dan plat besi.
5. Gelas, sebagai wadah untuk mencampur resin dengan katalis/hardener.
6. Gunting, untuk memotong serat sesuai dengan luasan cetakan.
7. Kuas digunakan untuk melapisi permukaan cetakan dengan wax.
8. Sedotan, digunakan untuk mengaduk campuran resin dan katalis/hardener sebelum dituang pada cetakan.

3.4.2. Persiapan Bahan

Dalam pembuatan komposit serat tebu dibutuhkan alat-alat sebagai berikut :

1. Serat tebu

Serat tebu yang digunakan merupakan serat yang diambil dari sisa pembuatan es sari tebu. Serat tebu ini digunakan sebagai penguat untuk pembuatan spesimen komposit.



Gambar 3. 2 Serat tebu yang sudah dibersihkan

2. Matriks

Matriks yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah matriks *polyester* BQTN-157. Penggunaan matriks bertujuan sebagai pengikat serat dan juga sebagai pengisi ruang pada komposit.



Gambar 3. 3 Resin polyester BQTN-157

3. Katalis

Katalis yang digunakan memiliki senyawa MEKPO yaitu senyawa *Metyl Etyl Keton Peroksida* yang berfungsi untuk membantu mempercepat proses pengeringan secara merata.



Gambar 3. 4 Katalis

4. Wax

Wax digunakan untuk membantu mengurangi lengket pada saat pengambilan spesimen dari cetakan. Pada penelitian ini digunakan wax yang bermerek *miracle gloss* yang akan ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. 5 Wax *miracle gloss*

5. Larutan NaOH

NaOH digunakan untuk mengurangi kotoran pada serat tebu, NaOH yang akan digunakan pada penelitian ini akan ditunjukkan pada gambar dibawah ini. Penggunaan kadar larutan NaOH yang digunakan sebesar 2%



Gambar 3. 6 Larutan NaOH

3.5. Proses Pengambilan Serat Tebu

Proses pengambilan ampas tebu diambil di daerah Sungailiat, Bangka Belitung. Serat tebu di dapatkan dari ampas tebu bekas penjualan es tebu didaerah tersebut.

1. Setelah selesai mengumpulkan ampas tebu, batang ampas tebu dicuci dan direndam selama 1 hari kemudian dicuci kembali untuk menghilangkan kadar manis pada serat.



Gambar 3. 7 Serat ampas tebu pada awal pengambilan

2. Tahap selanjutnya ampas tebu disisir dengan sikat kawat untuk memisahkan serat dari batang tebu dan gabus yang menempel pada serat. Setelah itu serat dikeringkan dengan cara diangin-anginkan pada suhu kamar sampai benar-benar kering.
3. Setelah proses pengeringan serat disisir kembali dengan sikat kawat hingga benar-benar dari gabus yang masih menempel pada serat, kemudian serat tebu diambil satu persatu secara manual untuk mendapatkan serat tebu yang diinginkan sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 3. 8 Serat tebu yang sudah siap

3.6. Perendaman Serat Menggunakan NaOH

Untuk membuat variasi lama perlakuan NaOH selama 30 menit, 60 menit dan 90 menit dengan persentase 2% dilarutkan dalam air dengan komposisi berikut:

$$\begin{aligned}
 1 \text{ liter air} &= 1000 \text{ ml air} \\
 &= 1 \text{ kg air} \\
 &= 1000 \text{ gr air}
 \end{aligned}$$

Jumlah NaOH yang digunakan untuk setiap 10 liter air adalah :

- 2 % NaOH ► $2/100 \times 10000 \text{ gr air} = 200 \text{ gr NaOH}$

Berdasarkan persamaan diatas, maka sudah ditentukan jumlah/berat NaOH yang dibutuhkan dan volume akhir air yang akan digunakan dalam penelitian, langkah selanjutnya adalah menimbang NaOH yang dibutuhkan dengan neraca digital kemudian melarutkan NaOH dengan air yang telah ditentukan.

Perlakuan kimia dilakukan dengan merendam serat dengan NaOH (*natrium hidroksida*). Dikarenakan larutan NaOH merupakan jenis alkali, maka dapat digunakan untuk menghilangkan kandungan minyak dalam serat dan mengurangi bahan pengotor yang dapat menyebabkan serat berikatan dengan sempurna terhadap matriks/resin pada saat pencetakan komposit berlangsung.

3.6.1. Proses Perlakuan Serat

1. Perlakuan kimia yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan merendam serat dengan NaOH terlarut dalam air dengan variasi waktu perendaman 30 menit, 60 menit dan 90 menit seperti pada gambar berikut.



Gambar 3. 9 Perlakuan NaOH pada serat

2. Setelah selesai proses perendaman serat dikeringkan dengan suhu ruangan hingga serat menjadi kering.

3.7. Pembuatan Spesimen Pengujian

Proses pembuatan benda uji komposit berbahan serat sebagai bahan penguat. Langkah-langkah pembuatan benda uji komposit adalah sebagai berikut:

Diketahui :

- Massa jenis serat ampas tebu = $0,237 \text{ g/cm}^3$
- Massa jenis Polyster = $1,215 \text{ g/cm}^3$
- Volume cetakan uji Tarik standar ASTM D638-1 = $9,8 \text{ cm}^3$
- Volume cetakan uji impak standar ISO 179-1 = $3,2 \text{ cm}^3$

Beberapa variasi persentase komposisi serat ampas tebu dan resin yang akan digunakan:

1. 10% serat dan 90% resin + katalis
2. 15% serat dan 85% resin + katalis
3. 20% serat dan 80% resin + katalis

3.7.1. Perhitungan Rasio Benda Uji Tarik

Contoh perhitungan serat, resin dan katalis yang akan digunakan dalam pengujian tarik:

- Menghitung volume serat dengan fraksi 10%
 - Volume serat = $10\% \times \text{volume cetakan}$
= $10/100 \times 9,8 \text{ cm}^3$
= $0,98 \text{ cm}^3$
 - Massa serat = $\text{Volume serat} \times \text{Massa jenis serat}$
= $0,98 \text{ cm}^3 \times 0,237 \text{ g/cm}^3$
= $0,232 \text{ g}$
- Menghitung polyster 90%
 - Volume polyster = $\text{Fraksi volume Resin} \times \text{Volume cetakan}$
= $90\% \times 9,8 \text{ cm}^3$
= $8,82 \text{ cm}^3$
 - Massa polyster = $\text{Volume Resin} \times \text{Massa jenis resin}$
= $8,82 \text{ cm}^3 \times 1,215 \text{ g/cm}^3$
= $10,71 \text{ g}$
 - Massa Katalis = $3\% \times \text{Massa polyster}$
= $3/100 \times 10,71 \text{ g}$
= $0,32 \text{ g}$

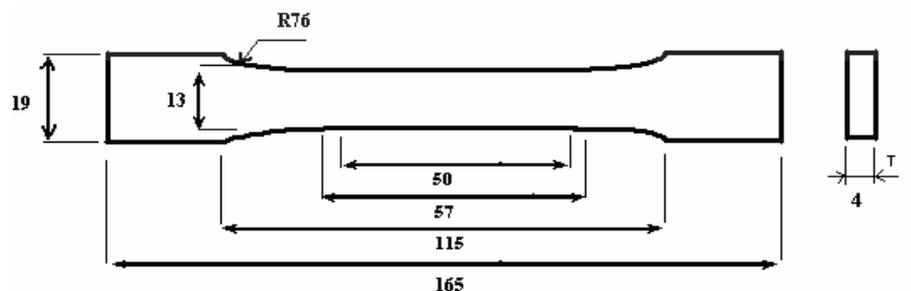
Hasil perhitungan diatas merupakan contoh dari perhitungan komposit dengan fraksi volume 10%, untuk fraksi yang lainnya menyesuaikan dengan perhitungan diatas. Dan dari setiap masing–masing persentase yang akan dibuat masing–masing 3 buah sampel uji tarik, jadi total spesimen uji tarik pada penelitian yang akan dilakukan sebanyak 27 buah sampel uji tarik. Dari perhitungan yang telah dilakukan hasilnya dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Hasil perhitungan rasio volume untuk pengujian Tarik

No	Lama Perendaman Serat (menit)	Fraksi Volume matriks dan serat(%)	Berat Serat (g)	Berat Resin (g)	Katalis (g)
1	30	90 : 10	0,232	10,71	0,32
2	30	85 : 15	0,348	10,12	0,30
3	30	80 : 20	0,464	9,52	0,28
4	60	90 : 10	0,232	10,71	0,32
5	60	85 : 15	0,348	10,12	0,30
6	60	80 : 20	0,464	9,52	0,28
7	90	90 : 10	0,232	10,71	0,32
8	90	85 : 15	0,348	10,12	0,30
9	90	80 : 20	0,464	9,52	0,28

3.7.2. Proses Pembuatan Benda Uji Tarik

Pembuatan model spesimen uji dibuat berdasarkan standard ukuran spesimen yang digunakan yaitu ASTM D638 type 1.



Gambar 3. 10 Dimensi benda uji tarik komposit

Prosedur pembuatan model spesimen uji tarik sebagai berikut :

1. Siapkan serat yang telah di keringkan.

2. Hitung massa bahan material yang akan digunakan yaitu serat tebu, resin polyester dan katalis sesuai dengan hitungan yang telah dihitung sebelumnya menggunakan neraca digital. (neraca digital dikalibrasi terlebih dahulu).
3. Lalu melapisi cetakan yang akan digunakan menggunakan wax secara merata agar komposit tidak mudah lengket atau mudah dilepaskan dari cetakan.
4. Masukkan dan susun secara vertikal (searah dengan gaya tarik pada mesin uji).
5. Kemudian campurkan resin polyester dan katalis yang telah ditimbang ke dalam gelas plastik yang telah disiapkan sebelum dimasukkan ke dalam cetakan. Lalu aduk hingga tercampur dengan merata.
6. Tuangkan campuran resin polyester dan katalis ke dalam cetakan yang sudah disusun dengan serat, pastikan campuran material dalam cetakan memiliki ketebalan yang merata.
7. Kemudian tunggu hingga komposit kering selama $\pm 30-60$ menit, jika sudah kering lepaskan komposit dari cetakan.

3.7.3. Perhitungan Rasio Benda Uji Impak

Contoh perhitungan serat, resin dan katalis yang akan digunakan dalam pengujian tarik:

- Menghitung volume serat dengan fraksi 10%
 - Volume serat $= 10\% \times \text{volume cetakan}$
 $= \frac{10}{100} \times 3,2 \text{ cm}^3$
 $= 0,32 \text{ cm}^3$
 - Massa serat $= \text{Volume serat} \times \text{Massa jenis serat}$
 $= 0,32 \text{ cm}^3 \times 0,237 \text{ g/cm}^3$
 $= 0,076 \text{ g}$
- Menghitung polyster 90%
 - Volume polyster $= \text{Fraksi Volume Resin} \times \text{Volume cetakan}$
 $= 90\% \times 3,2 \text{ cm}^3 = 2,88 \text{ cm}^3$

- Massa resin = Volume Resin × Massa jenis resin
= $2,88 \times 1,215 \text{ g/cm}^3$
= 3,49 g
- Massa katalis = 3% × Massa resin
= $3/100 \times 3,49 \text{ g}$
= 0,10 g

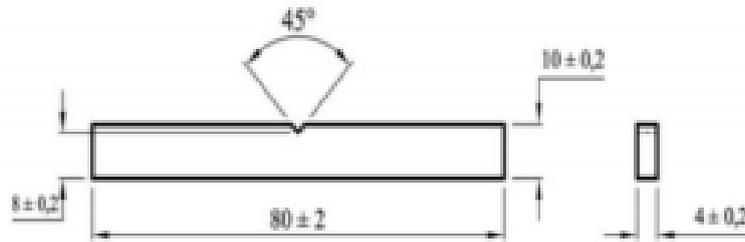
Hasil perhitungan diatas merupakan contoh dari perhitungan komposit dengan fraksi volume 10%, untuk fraksi yang lainnya menyesuaikan dengan perhitungan diatas. Dan dari setiap masing–masing persentase yang akan dibuat masing–masing 3 buah sampel uji impact, jadi total spesimen uji impact pada penelitian yang akan dilakukan sebanyak 27 buah sampel uji impact. Dari perhitungan yang telah dilakukan hasilnya dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Hasil perhitungan rasio volume untuk pengujian impact

No	Lama Perendaman Serat (menit)	Fraksi Volume matriks dan serat(%)	Berat Serat (g)	Berat Resin (g)	Katalis (g)
1	30	90 : 10	0,076	3,49	0,10
2	30	85 : 15	0,113	3,30	0,099
3	30	80 : 20	0,151	3,11	0,093
4	60	90 : 10	0,076	3,49	0,10
5	60	85 : 15	0,113	3,30	0,099
6	60	80 : 20	0,151	3,11	0,093
7	90	90 : 10	0,076	3,49	0,10
8	90	85 : 15	0,113	3,30	0,099
9	90	80 : 20	0,151	3,11	0,093

3.7.4. Proses Pembuatan Benda Uji Impact

Pembuatan model spesimen uji dibuat berdasarkan standard ukuran spesimen yang digunakan yaitu uji tarik dan ISO 179-1 untuk uji impact.



Gambar 3. 11 Dimensi benda uji impact komposit

Proses pembuatan model spesimen benda uji impact:

1. Siapkan serat yang telah di keringkan.
2. Hitung massa material yang akan digunakan yaitu serat tebu, resin polyester dan katalis sesuai dengan hitungan yang telah dihitung sebelumnya menggunakan neraca digital. (neraca digital dikalibrasi terlebih dahulu).
3. Lalu melapisi cetakan yang akan digunakan menggunakan wax secara merata agar komposit tidak mudah lengket atau mudah dilepaskan dari cetakan.
4. Masukkan dan susun sepanjang arah cetakan
5. Kemudian campurkan resin polyester dan katalis yang telah ditimbang ke dalam gelas plastik yang telah disiapkan sebelum dimasukkan ke dalam cetakan. Lalu aduk hingga tercampur dengan merata.
6. Tuangkan campuran resin polyester dan katalis ke dalam cetakan yang sudah disusun dengan serat, pastikan campuran material dalam cetakan memiliki ketebalan yang merata.
7. Kemudian tunggu hingga komposit kering selama \pm 30-60 menit, jika sudah kering lepaskan komposit dari cetakan.

3.8. Metode Pengujian

3.8.1. Metode Pengujian Tarik

Dalam penelitian ini pengujian tarik komposit menggunakan mesin uji tarik Universal Testing Machining dengan merek Zwick Roell Z020 yang berada di laboratorium material Politeknik Manufaktur Negri Bangka Belitung. Mesin uji tarik Zwick Roell Z020 yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3. 12 Mesin uji tarik Zwick Roell Z020

Langkah-langkah pengujian tarik adalah sebagai berikut::

- a. Mencatat dan menandainya spesimen yang akan diuji.
- b. Memasang benda uji pada penjepit (grip) atas dan bawah pada mesin uji dan penempatan benda uji diusahakan betul-betul vertikal, kemudian mengencangkan kedua penjepit.
- c. Mulai pengoprasian mesin.
- d. Bagian atas mesin tetap (fix) sedangkan bagian bawah bergerak ke bawah dengan kecepatan rendah (konstan).
- e. Spesimen tertarik dan mengalami pertambahan panjang (ΔL).
- f. Data pertambahan panjang dan beban dari hasil pengujian dapat dilihat pada PC yang terhubung dengan mesin.
- g. Data disimpan dan digunakan untuk membuat diagram tegangan-regangan.

Pada akhir pengujian, data beban maksimum dan perpanjangan benda dapat diperoleh dengan mencetak grafik kekuatan tariknya selama pengujian.

3.8.2 Metode Pengujian Impak

Dalam penelitian ini pengujian impak komposit menggunakan mesin uji impak model charpy yang berada di laboratorium material Politeknik Manufaktur Negri Bangka Belitung. Mesin uji impak charpy yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3. 13 Mesin pengujian impak charpy

Berikut langkah-langkah dalam pengujian impak:

- a. Pastikan penunjuk berada pada posisi NOL saat palu godam menggantung bebas.
- b. Tempatkan bahan sampel di permukaan, pastikan palu menyentuh bagian tengah takik
- c. Perlahan angkat palu godam sampai jarum sudut menunjukkan sudut awal, dalam hal ini saran akan terkunci secara otomatis.
- d. Kemudian tekan tombol/tuas pelepas kunci untuk menyebabkan palu godam berayun ke bawah dan mematahkan benda uji.
- e. Setelah tes dipatahkan, lakukan observasi dan buatlah data tertulis.

3.9. Pengolahan Data

Data hasil pengujian akan keluar setelah melakukan pengujian uji tarik dan uji impak, bentuk nilai yang di dapatkan berupa data-data hasil pengujian. Pengujian ini dilakukan untuk melihat hasil dari pengujian spesimen komposit pada serat tebu. Sifat mekanik yang didapatkan dalam pengujian uji tarik adalah nilai kekuatan tarik atau tegangan tarik dan sifat mekanik yang didapat dari pengujian impak ialah nilai keliatan pada benda uji komposit.

3.10. Analisa

Analisis dilakukan dengan menggunakan Metode Desain Eksperimen faktorial, dimana akan dilihat pengaruh perbandingan komposit (fraksi volume dan lama perlakuan NaOH) terhadap kekuatan tarik dan kekuatan impak. Dari data tersebut akan diketahui berapakah nilai *maximum* dan *minimum* dari perbandingan komposit tersebut sehingga menghasilkan data yang *valid* dan benar agar penelitian selanjutnya lebih baik.

BAB IV

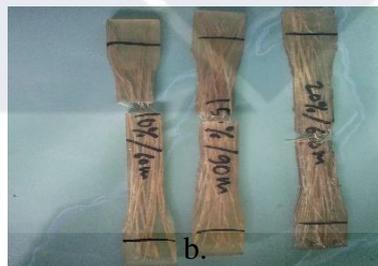
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui beberapa sifat mekanik material komposit yang diperkuat dengan serat tebu. Pengujian yang dilakukan adalah uji tarik untuk mengetahui kekuatan tarik dan uji impact untuk mengetahui nilai keuletan atau kekuatan impact pada benda uji.

Disiapkan 3 (tiga) sampel dari masing-masing variabel uji yang berbeda. Sehingga jumlah sampel untuk uji tarik sebanyak 27 sampel, sedangkan jumlah sampel untuk uji impact sebanyak 27 sampel. Hasil pengujian dan perhitungan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, sedangkan analisisnya dalam bentuk tertulis.

4.1. Pengujian Uji Tarik

Pengujian tarik merupakan pengujian yang bertujuan untuk mendapatkan nilai kekuatan tarik pada komposit. Sifat mekanik komposit yang ingin diperoleh pada pengujian tarik yaitu tegangan tarik. Pengujian mengacu pada standar uji tarik *ASTM D638-1* menggunakan mesin Universal Testing Machining dengan merek Zwick Roell Z020 dilakukan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung beserta hasil pengujian spesimen setelah dilakukan pengujian dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 a. Proses pengujian tarik b. Spesimen setelah pengujian

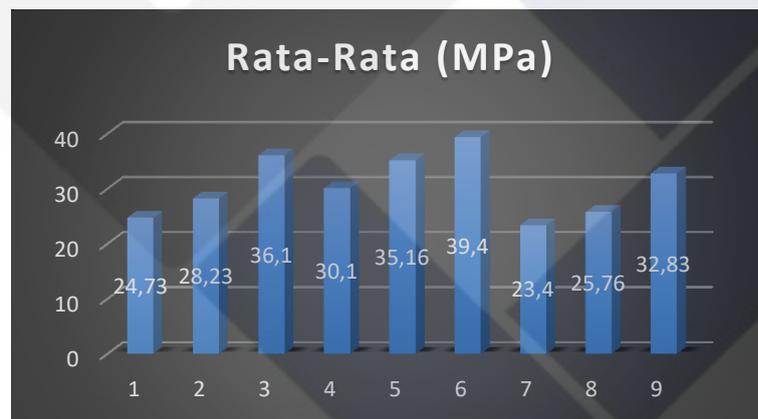
4.1.1. Hasil Pengujian Tarik Komposit Serat Tebu

Pengujian yang dilakukan menggunakan mesin uji tarik menghasilkan data yang ditunjukkan dalam tabel 4.1 dan juga disajikan dalam gambar 4.2. Berdasarkan dari hasil pengujian tarik yang telah dilakukan, diperoleh hasil kekuatan tarik serat tebu dari masing-masing fraksi.

Tabel 4. 1 Hasil pengujian tarik komposit serat tebu

No	Lama Perendaman Serat (menit)	Fraksi Volume (%)	Kekuatan Tarik (MPa)			Rata-rata MPa
			Spesimen			
			1	2	3	
1	30	90 : 10	24,9	24,2	25,1	24,73
2	30	85 : 15	28,9	27,2	28,6	28,23
3	30	80 : 20	36,1	35,6	36,6	36,1
4	60	90 : 10	29,6	30,9	29,8	30,10
5	60	85 : 15	35,1	36,2	34,2	35,16
6	60	80 : 20	39,9	40,1	38,2	39,40
7	90	90 : 10	23,7	22,9	23,6	23,40
8	90	85 : 15	25,8	26,3	25,2	25,76
9	90	80 : 20	31,6	33,1	33,8	32,83

Berdasarkan table 4.1 jika dibuat dalam bentuk grafik maka didapatkan grafik seperti yang terlihat pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Grafik rata-rata kekuatan tarik

4.1.2. Analisis Hasil Pengujian Tarik Menggunakan Desain faktorial

Data kemudian diuji dengan metode desain faktorial untuk menentukan besarnya pengaruh dari setiap faktor yang diteliti terhadap hasil percobaan (kekuatan tarik). Perumusan hipotesis untuk tiap faktor yang akan dianalisa adalah sebagai berikut:

H01 = Faktor lama perlakuan serat tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kekuatan tarik

H11 = Faktor lama perlakuan serat memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan tarik

H02 = Faktor fraksi volume tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kekuatan tarik

H12 = Faktor fraksi volume memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan tarik

H03 = Interaksi faktor fraksi volume dan bahan campuran tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kekuatan tarik

H13 = Interaksi faktor lama perlakuan serat dan fraksi volume memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan tarik.

Setelah membuat hipotesis, data yang diperoleh kemudian diuji untuk menentukan kebenaran dari masing-masing hipotesis yang dibuat, dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil analisis desain faktorial uji tarik

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Lama Perlakuan Serat (menit)	2	269,025	269,025	134,513	214,77	0,000
Fraksi Volume (%)	2	464,303	464,303	232,151	370,67	0,000
Lama Perlakuan Serat (menit)*Fraksi Volume (%)	4	13,641	13,641	3,410	5,45	0,005
Error	18	11,273	11,273	0,626		
Total	26	758,243				
S = 0,791389			R-Sq = 98,51%			R-Sq(adj) = 97,85%

4.1.2.1. Memeriksa Pengaruh Lama Perlakuan Serat Terhadap Kekuatan Tarik

Kita akan melakukan uji hipotesis untuk memeriksa pengaruh lama perlakuan serat menggunakan NaOH terhadap kekuatan tarik.

➤ Hipotesis

H₀ = Faktor lama perlakuan serat tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kekuatan tarik

H₁ = Faktor lama perlakuan serat memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan tarik

➤ Daerah Penolakan

Selama statistik F melebihi $F_{0,05; 2; 26} = 3,37$, maka tolak H₀ atau apabila $p\text{-value} < \alpha$, maka tolak H₀

➤ **Kesimpulan Output ANOVA untuk Uji Pengaruh Lama Perlakuan Serat**

Dari output kita mengetahui statistik F lama perlakuan serat adalah 214,77 dan p-value adalah 0,000. Jadi kesimpulannya adalah menolak hipotesis awal yang mengatakan bahwa rata-rata semua level pada faktor lama perlakuan serat adalah sama. Dengan kata lain hipotesis alternatif diterima. Artinya terdapat perbedaan yang cukup signifikan antarlevel dalam faktor lama perlakuan serat atau ada pengaruh cukup signifikan dari lama perlakuan serat menggunakan NaOH terhadap kekuatan tarik komposit.

4.1.2.2. Memeriksa Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Tarik

➤ **Hipotesis**

Hipotesis pada uji adalah

H_0 = Faktor fraksi volume tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kekuatan tarik

H_1 = Faktor fraksi volume memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan tarik

➤ **Daerah Penolakan**

Selama statistik F melebihi $F_{0,05; 2; 26} = (3,37)$ atau p-value $< \alpha$, keputusannya adalah menolak H_0

➤ **Interpretasi**

Dari output kita mengetahui statistik F untuk fraksi volume adalah 370,67 dan p-value adalah 0,000. Jadi keputusannya adalah menolak hipotesis awal yang mengatakan fraksi volume tidak berpengaruh terhadap kekuatan tarik komposit. Kesimpulan akhirnya adalah faktor fraksi volume memiliki pengaruh yang cukup signifikan terhadap kekuatan tarik komposit.

4.1.2.3. Memeriksa Pengaruh Interaksi Antarfaktor Terhadap Kekuatan Tarik Komposit

➤ **Hipotesis**

Hipotesisnya adalah

H_0 = Interaksi faktor lama perlakuan serat dan fraksi volume tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kekuatan tarik

H_1 = Interaksi faktor lama perlakuan serat dan fraksi volume memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan tarik

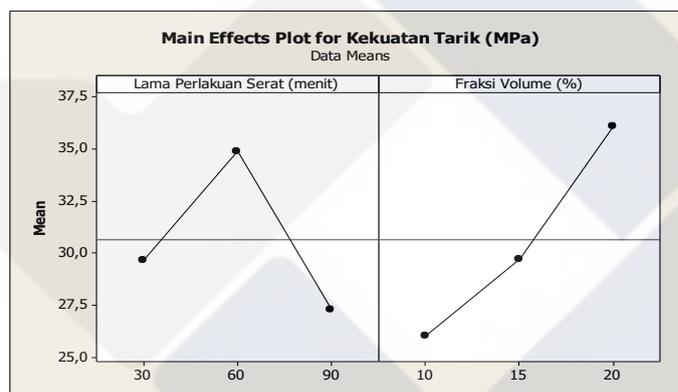
➤ **Daerah penolakan**

Apabila statistik F melebihi $F_{0,05; 4; 2}$ (2,74) atau $p\text{-value} < \alpha$, maka tolak H_0 .

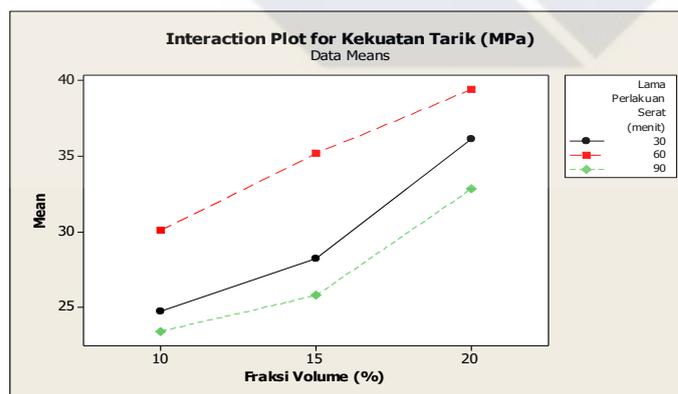
➤ **Interpretasi Hasil**

Dari output kita ketahui bahwa statistik F sebesar 5,45 dan p-value sebesar 0,005. Oleh karena itu keputusan akhirnya adalah ada pengaruh interaksi lama perlakuan serat dengan fraksi volume serat yang cukup signifikan.

Dari pengujian yang telah dilakukan pengaruh dari masing-masing faktor dan interaksi antarfaktor pada kekuatan tarik dapat dilihat pada gambar 4.3 dan 4.4.



Gambar 4. 3 Grafik faktor utama pada kekuatan tarik



Gambar 4. 4 Grafik interaksi antarfaktor pada kekuatan tarik

Pada gambar 4.3 dapat dilihat bahwa pengaruh dari faktor lama perlakuan pada serat menggunakan NaOH mempunyai nilai *maximum* pada level 2 atau pada lama perendaman serat 60 menit dan untuk nilai *minimum* terdapat pada penambahan lama waktu perendaman serat selama 90 menit. Faktor penambahan fraksi volume serat mempunyai kecenderungan untuk meningkatkan kekuatan tarik pada komposit dimana nilai *maximum* untuk variasi fraksi volume serat terdapat pada level 3 dengan fraksi volume 20% serat dan nilai minimum terdapat pada level 1 dengan fraksi volume 10% serat. Pada gambar 4.4 dapat dilihat bahwa pengaruh faktor interaksi antara faktor lama perendaman serat dengan faktor fraksi volume terhadap kekuatan tarik komposit dimana nilai *maximum* dari komposit serat tebu terdapat pada lama perendaman serat selama 60 menit dengan fraksi volume 20% serat dan nilai *minimum* terdapat pada factor lama perlakuan serat selama 90 menit dengan fraksi volume 10% serat.

4.2. Pengujian Uji Impak

Pengujian impak merupakan pengujian yang bertujuan untuk mendapatkan nilai ketangguhan komposit. Sifat mekanik komposit yang ingin diperoleh pada pengujian impak yaitu kekuatan impak. Pengujian mengacu pada standar uji impak ISO-179-1 menggunakan mesin *Impak Charpy* dilakukan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung serta spesimen hasil pengujian uji impak seperti terlihat pada Gambar 4.5.



a.



b.

Gambar 4. 5 a. proses pengujian impak b. hasil pengujian uji impak

4.2.1. Hasil Pengujian Uji Impak

Berdasarkan dari hasil pengujian impak yang telah dilakukan, diperoleh sudut yang dibentuk palu setelah benda uji patah (β). Adapun data hasil pengujian untuk kekuatan tarik dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil pengujian impak

No	Lama Perendaman Serat (menit)	Fraksi Volume (%)	Cos β (°)		
			Spesimen		
			1	2	3
1	30	90 : 10	139	141	140
2	30	85 : 15	141	136	132
3	30	80 : 20	137	135	124
4	60	90 : 10	140	133	143
5	60	85 : 15	136	139	144
6	60	80 : 20	128	125	134
7	90	90 : 10	138	143	141
8	90	85 : 15	139	136	131
9	90	80 : 20	136	120	145

Dari tabel 4.3 untuk mendapatkan nilai keliatan atau nilai impak pada spesimen maka harus dihitung berdasarkan rumus 2.7. Dan perhitungan untuk menentukan nilai keliatan spesimen akan ditunjukkan dalam contoh perhitungan dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 E &= g R G (\cos \beta - \cos \alpha) \\
 &= 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,4 \text{ m} \times 2,5 \text{ kg}(\cos 139^\circ - \cos 150^\circ) \\
 &= 9,8 \times (0,11131) \\
 &= 1,090838 \text{ joule}
 \end{aligned}$$

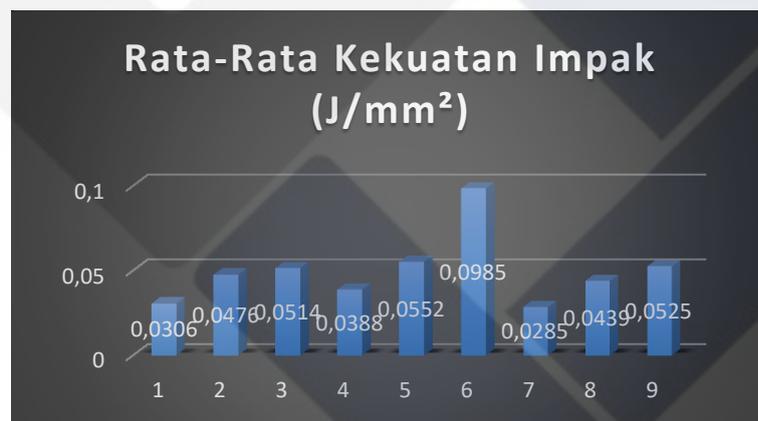
$$\begin{aligned}
 HI &= E/A \\
 &= 1,09083 \text{ joule}/32 \text{ mm} \\
 &= 0,03408 \text{ joule}/\text{mm}^2
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan diatas merupakan contoh dari perhitungan komposit dengan $\cos\beta$ 139° , untuk hasil yang lainnya menyesuaikan dengan perhitungan diatas. Dari perhitungan yang telah dilakukan hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil nilai kekuatan impact spesimen serat tebu

No	Lama Perendaman Serat (menit)	Fraksi Volume (%)	Nilai Keliatan Uji Impact (Joule/mm ²)			Rata-rata (Joule/mm ²)
			Spesimen			
			1	2	3	
1	30	90 : 10	0,0340	0,0272	0,0306	0,0306
2	30	85 : 15	0,0376	0,0449	0,0602	0,0476
3	30	80 : 20	0,0412	0,0486	0,0643	0,0514
4	60	90 : 10	0,0449	0,0340	0,0376	0,0388
5	60	85 : 15	0,0563	0,0449	0,0524	0,0552
6	60	80 : 20	0,0939	0,0895	0,1120	0,0985
7	90	90 : 10	0,0376	0,0206	0,0272	0,0285
8	90	85 : 15	0,0306	0,0563	0,0449	0,0439
9	90	80 : 20	0,0602	0,0524	0,0643	0,0525

Berdasarkan table 4.4 jika dibuat dalam bentuk grafik maka didapatkan grafik seperti yang terlihat pada gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Grafik nilai rata-rata kekuatan impact

4.2.2. Analisis Hasil Pengujian Impact Menggunakan Desain faktorial

Data kemudian diuji dengan metode desain faktorial untuk menentukan besarnya pengaruh dari setiap faktor yang diteliti terhadap hasil percobaan (kekuatan impact). Perumusan hipotesis untuk tiap faktor yang akan dianalisa adalah sebagai berikut:

H01 = Faktor lama perlakuan serat tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kekuatan impact

H11 = Faktor lama perlakuan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan impact

H02 = Faktor fraksi volume tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kekuatan impact

H12 = Faktor fraksi volume memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan impact

H03 = Interaksi faktor lama perlakuan serat dan fraksi volume tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kekuatan impact

H13 = Interaksi faktor lama perlakuan serat dan fraksi volume memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan impact.

Setelah membuat hipotesis, data yang diperoleh kemudian diuji untuk menentukan kebenaran dari masing-masing hipotesis yang dibuat, dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Hasil analisis desain faktorial uji impact

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Lama Perlakuan Serat (menit)	2	0,0022482	0,0022482	0,0011241	13,20	0,000
Fraksi Volume (%)	2	0,0062250	0,0062250	0,0031125	36,56	0,000
Lama Perlakuan Serat (menit)*Fraksi Volume (%)	4	0,0018472	0,0018472	0,0004618	5,42	0,005
Error	18	0,0015323	0,0015323	0,0000851		
Total	26	0,0118528				
S = 0,00922655		R-Sq = 87,07%		R-Sq(adj) = 81,33%		

4.2.2.1. Memeriksa Pengaruh Lama Perlakuan Serat Terhadap Kekuatan Impact

Kita akan melakukan uji hipotesis untuk memeriksa pengaruh lama perlakuan serat menggunakan NaOH terhadap kekuatan impact.

➤ Hipotesis

H₀ = Faktor lama perlakuan serat tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kekuatan impact

H₁ = Faktor lama perlakuan serat memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan impact

➤ Daerah Penolakan

Selama statistik F melebihi $F_{0,05; 2; 26} = 3,37$, maka tolak H₀ atau apabila $p\text{-value} < \alpha$, maka tolak H₀

➤ **Kesimpulan Output ANOVA untuk Uji Pengaruh Lama Perlakuan Serat**

Dari output kita mengetahui statistik F lama perlakuan serat adalah 13,20 dan p-value adalah 0,000. Jadi kesimpulannya adalah menolak hipotesis awal yang mengatakan bahwa rata-rata semua level pada faktor lama perlakuan serat adalah sama. Dengan kata lain hipotesis alternatif diterima. Artinya terdapat perbedaan yang cukup signifikan antarlevel dalam faktor lama perlakuan serat atau ada pengaruh cukup signifikan dari lama perlakuan serat menggunakan NaOH terhadap kekuatan impak komposit.

4.2.2.2. Memeriksa Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Impak

➤ **Hipotesis**

Hipotesis pada uji adalah

H_0 = Faktor fraksi volume tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kekuatan impak

H_1 = Faktor fraksi volume memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan impak

➤ **Daerah Penolakan**

Selama statistik F melebihi $F_{0,05; 2; 26} = (3,37)$ atau p-value $< \alpha$, keputusannya adalah menolak H_0

➤ **Interpretasi**

Dari output kita mengetahui statistik F untuk fraksi volume adalah 36,56 dan p-value adalah 0,000. Jadi keputusannya adalah menolak hipotesis awal yang mengatakan fraksi volume tidak berpengaruh terhadap kekuatan impak komposit. Kesimpulan akhirnya adalah faktor fraksi volume memiliki pengaruh yang cukup signifikan terhadap kekuatan impak komposit.

4.1.2.3. Memeriksa Pengaruh Interaksi Antarfaktor Terhadap Kekuatan Impak Komposit

➤ **Hipotesis**

Hipotesisnya adalah

H_0 = Interaksi faktor lama perlakuan serat dan fraksi volume tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kekuatan impak

H_1 = Interaksi faktor lama perlakuan serat dan fraksi volume memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan impact

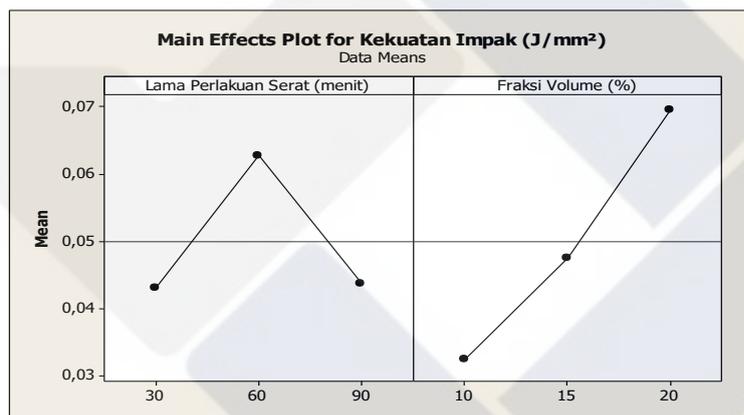
➤ **Daerah penolakan**

Apabila statistik F melebihi $F_{0,05; 4; 26}$ (2,74) atau $p\text{-value} < \alpha$, maka tolak H_0 .

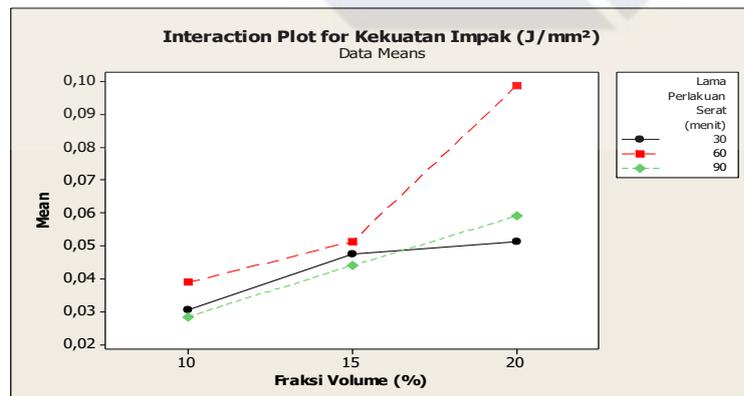
➤ **Interpretasi Hasil**

Dari output kita ketahui bahwa statistik F sebesar 5,42 dan p-value sebesar 0,005. Oleh karena itu keputusan akhirnya antara interaksi lama perlakuan serat dengan fraksi volume serat terdapat pengaruh yang cukup signifikan terhadap kekuatan impact.

Dari pengujian yang telah dilakukan pengaruh dari masing-masing faktor dan interaksi antarfaktor pada kekuatan impact dapat dilihat pada gambar 4.7 dan 4.8.



Gambar 4. 7 Grafik faktor utama pada kekuatan impact



Gambar 4. 8 Grafik interaksi antarfaktor pada kekuatan impact

Pada gambar 4.7 dapat dilihat bahwa pengaruh dari faktor lama perlakuan serat terhadap kekuatan impak terdapat pada lama perlakuan serat menggunakan NaOH dengan nilai *maximum* pada level 2 atau pada lama perendaman serat 60 menit dan untuk nilai *minimum* terdapat pada penambahan lama waktu perendaman serat selama 90 menit. Faktor penambahan fraksi volume serat mempunyai kecenderungan untuk meningkatkan kekuatan impak pada komposit dimana nilai *maximum* untuk variasi fraksi volume serat terdapat pada level 3 dengan fraksi volume 20% serat dan nilai minimum terdapat pada level 1 dengan fraksi volume 10% serat. Pada gambar 4.8 dapat dilihat bahwa pengaruh faktor interaksi antara faktor lama perendaman serat dengan faktor fraksi volume terhadap kekuatan impak komposit dimana nilai *maximum* dari komposit serat tebu terdapat pada lama perendaman serat selama 60 menit dengan fraksi volume 20% serat dan nilai *minimum* terdapat pada faktor lama perlakuan serat selama 90 menit dengan fraksi volume 10% serat.

4.3. Analisa Penyebab Turunnya Kekuatan Komposit

Kemungkinan yang bisa menyebabkan turunnya kekuatan komposit tersebut adalah sebagai berikut:

- Adanya udara terperangkap rongga (void) dalam komposit.
Hal ini dikarenakan semakin besar fraksi volume serat pada material komposit maka matriks yang digunakan juga berkurang, sehingga banyak terdapat rongga yang tercipta.
- Distribusi serat yang kurang merata, yang menyebabkan kekuatan komposit yang dihasilkan juga tidak merata pada tiap titiknya.
- Kurang kuatnya ikatan antara bahan pengikat dengan bahan penguatnya.

Selain beberapa faktor yang sudah disebutkan di atas, juga ada kemungkinan faktor lain yang menyebabkan hasil pengujian tarik dan impak menyimpang. Faktor tersebut antara lain adalah sebagai berikut:

- Proses pembuatan benda uji

Dikarenakan proses pembuatannya dilakukan secara manual dengan proses hand lay-out, sehingga hasil cetaknya tidak sempurna dengan hasil pembuatan menggunakan mesin seperti pada 3D printing.

- Faktor pengujian dan pengambilan data

Faktor ini merupakan faktor teknis yang tak terhindarkan dalam pengujian yang disebabkan beberapa hal berikut:

- a) Pemasangan benda uji yang tidak tepat saat proses pemasangan benda uji di mesin uji, sehingga dapat menyebabkan kerusakan awal pada benda uji yang tidak dikenali sebelum beban diterapkan.
- b) Pemasangan benda uji yang tidak sejajar dengan arah tarik pada mesin uji tarik, sehingga menimbulkan momen lentur pada benda uji. Hal ini dapat menyebabkan komposit bisa patah pada tempat penyekaman.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berikut kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang dilakukan:

1. Dari beberapa variasi fraksi volume dan lama perlakuan NaOH pada serat tebu didapatkan rata-rata nilai kekuatan tarik dan kekuatan impact *maximum* terdapat pada fraksi volume serat 20% dan lama perlakuan NaOH 60 menit dan rata-rata kekuatan tarik dan kekuatan impact *minimum* terdapat fraksi volume serat 10% dan lama perlakuan NaOH 90 menit.
2. Dari hasil penelitian yang telah didapat, keputusan akhirnya setiap faktor uji dan interaksi anatarfaktor terdapat pengaruh yang cukup signifikan terhadap kekuatan tarik dan impact.
3. Kekuatan mekanik dari hasil pengujian kekuatan tarik dan impact jika dibandingkan dengan hasil pengujian kekuatan tarik dan kekuatan impact pada helm SNI, maka kekuatan mekanik spesimen komposit serat tebu sudah bisa dijadikan sebagai bahan material untuk pembuatan helm SNI.

5.2. Saran

Penulis merasa masih banyak terjadi kekurangan pada penelitian yang telah dilakukan. Oleh karena itu agar penelitian-penelitian selanjutnya bisa mendapatkan hasil yang lebih baik, maka penulis memberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Bahan-bahan yang digunakan diukur sesuai kebutuhan dan tujuannya adalah untuk mencapai distribusi yang benar-benar merata saat pencampuran.
2. Saat mencetak, sebisa mungkin hindari kekosongan pada objek yang dicetak.
3. Benda uji dipasang pada alat uji dengan hati-hati dan sejajar mungkin agar tidak terjadi kerusakan pada benda uji sebelum dilakukan pengujian.
4. Data dikumpulkan dari hasil pengujian setepat mungkin sehingga hasil perhitungan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Esse Indo** Pemanfaatan Lignin Hasil Delignifikasi Ampas Tebu Sebagai Perekat Lignin Resorsinol Formaldehida [Jurnal]. - 2018.
- Fahmi Hendriawan and Fahmi Nur** Pengaruh Variasi Komposisi Komposit Resin Epoxy/Serat Glass dan Serat Daun Nanas Terhadap Ketangguhan [Jurnal]. - 2014.
- Hastuti S, Pramono C dan Akhmad Y** Sifat Mekanis Serat Eceng Gondok Sebagai Material Komposit Serat Alam Yang Biodegradable [Jurnal]. - 2018.
- Hermawan Yuni and Mulyadi Santoso** Analisa Fraksi Volume dan Arah Serat terhadap Sifat Mekanik Biokomposit Laminat Serat Tebu Poliester [Jurnal]. - [s.l.] : Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XXIII, 2015.
- Husin** Anilisis Serat Baggase [Conference] // <http://www.free.vlsm.org/>. - 2007.
- Kunarto and Sumargianto Indra** Serat Tebu (Bagasse) Sebagai Bahan Pengisi Pada Komposit Dengan Matriks Resin Poliester [Jurnal]. - [s.l.] : Jurnal Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung, 2016. - Vol. Vol 2 No.1.
- Maryanti Budha, Sidabutar Sadat N. S. and Suwandy** Pengaruh Waktu Perendaman Serat dalam Larutan Alkali terhadap Kekuatan Impak Komposit Serat Tebu [Jurnal]. - [s.l.] : JAMERE, 2021. - Vol. Vol. 1 No. 2.
- Mukhammad Alaya Fadllu Hadi and Setyoko Bambang** Studi Kelayakan Mekanik Komposit Serat Rami Acak-Polyester Sebagai Bahan Helm standar SNI [Jurnal] // TRAKSI. - 2014. - Vol. Vol. 14 No. 2.
- Mulyo Bagus Tri and Yudiyono Heri** Analisis Kekuatan Impak pada Komposit Serat Daun Nanas untuk Bahan Dasar Pembuatan Helm SNI [Jurnal]. - [s.l.] : Jurnal Kompetensi Teknik, 2018. - Vol. Vol. 10. No. 2.
- Notojoewono** Tebu [Book]. - Jakarta : PT. Soeroengan, 1981.
- Prakoso Setiawan Wahyu and Ningsih Tri Hartutuk** Pengaruh Perendaman NaOH dan Fraksi Volume Serat Tebu Terhadap Kekuatan Bending dan Impak dengan Matrik Polyester [Jurnal]. - [s.l.] : JTM, 2021. - Vol. Volume 09 N0. 03.

Rahman M. BUDI NUR and KAMIEL BERLI P. Pengaruh Fraksi Volume Serat terhadap Sifat-Sifat Tarik Komposit diperkuat Unidirectional Serat Tebu dengan Matrik Poliester [Journal]. - [s.l.] : JURNAL ILMIAH SEMESTA TEKNIKA, 2011. - Vols. Vol. 14, No. 2, 133-138, November 2011.

Samlawi Achmad Kusairi, Arifin Yulian Firmana and Permana Pandu Yuda Pembuatan dan Karakterisasi Material Komposit Serat Ijuk (Arenga pinnata) Sebagai Bahan Baku Cover Body Sepeda Motor [Journal]. - [s.l.] : Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah, 2018. - Vol. 3 nomor 2.

schwartz Composite Materials Handbook [Book]. - New York : McGraw Hill Inc, 1984.

Shabiri and Nadji Akhmad Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) terhadap Kekuatan Mekanik Komposit Epoxy Berpengisi Serat Ampas Tebu [Journal]. - [s.l.] : 123dok, 2014.

Stenis Cornelis Gijsbert Gerrit Jan van Flora Pegunungan Jawa [Book]. - Bogor : Pusat penelitian biologi, 2006.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

Daftar Riwayat Hidup

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Sayyid Muhammad Osama
Tempat dan Tanggal Lahir : Bangka, 6 Mei 2001
Alamat : Desa Penyak
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam
No.Telepon : 087742824858
E-Mail : sayyidosama04@gmail.com

2. Riwayat Pendidikan

SD NEGERI 7 NAMANG LULUS TAHUN 2012
SMP IT DAARUL ABROR LULUS TAHUN 2015
MA NURUL FALAH LULUS TAHUN 2018
POLMAN Negeri Bangka Belitung 2018-2022

LAMPIRAN 2

Tabel F Uji

$\alpha = 0,05$	$df_1=(k-1)$							
$df_2=(n-k-1)$	1	2	3	4	5	6	7	8
1	161.44 8	199,500	215.70 7	224,583	230,162	233.98 6	236,768	238,883
2	18,513	19,000	19,164	19,247	19,296	19,330	19,353	19,371
3	10,128	9,552	9,277	9,117	9,013	8,941	8,887	8,845
4	7,709	6,944	6,591	6,388	6,256	6,163	6,094	6,041
5	6,608	5,786	5,409	5,192	5,050	4,950	4,876	4,818
6	5,987	5,143	4,757	4,534	4,387	4,284	4,207	4,147
7	5,591	4,737	4,347	4,120	3,972	3,866	3,787	3,726
8	5,318	4,459	4,066	3,838	3,687	3,581	3,500	3,438
9	5,117	4,256	3,863	3,633	3,482	3,374	3,293	3,230
10	4,965	4,103	3,708	3,478	3,326	3,217	3,135	3,072
11	4,844	3,982	3,587	3,357	3,204	3,095	3,012	2,948
12	4,747	3,885	3,490	3,259	3,106	2,996	2,913	2,849
13	4,667	3,806	3,411	3,179	3,025	2,915	2,832	2,767
14	4,600	3,739	3,344	3,112	2,958	2,848	2,764	2,699
15	4,543	3,682	3,287	3,056	2,901	2,790	2,707	2,641
16	4,494	3,634	3,239	3,007	2,852	2,741	2,657	2,591
17	4,451	3,592	3,197	2,965	2,810	2,699	2,614	2,548
18	4,414	3,555	3,160	2,928	2,773	2,661	2,577	2,510
19	4,381	3,522	3,127	2,895	2,740	2,628	2,544	2,477
20	4,351	3,493	3,098	2,866	2,711	2,599	2,514	2,447
21	4,325	3,467	3,072	2,840	2,685	2,573	2,488	2,420
22	4,301	3,443	3,049	2,817	2,661	2,549	2,464	2,397
23	4,279	3,422	3,028	2,796	2,640	2,528	2,442	2,375
24	4,260	3,403	3,009	2,776	2,621	2,508	2,423	2,355
25	4,242	3,385	2,991	2,759	2,603	2,490	2,405	2,337
26	4,225	3,369	2,975	2,743	2,587	2,474	2,388	2,321
27	4,210	3,354	2,960	2,728	2,572	2,459	2,373	2,305
28	4,196	3,340	2,947	2,714	2,558	2,445	2,359	2,291

29	4,183	3,328	2,934	2,701	2,545	2,432	2,346	2,278
30	4,171	3,316	2,922	2,690	2,534	2,421	2,334	2,266
31	4,160	3,305	2,911	2,679	2,523	2,409	2,323	2,255
32	4,149	3,295	2,901	2,668	2,512	2,399	2,313	2,244
33	4,139	3,285	2,892	2,659	2,503	2,389	2,303	2,235
34	4,130	3,276	2,883	2,650	2,494	2,380	2,294	2,225
35	4,121	3,267	2,874	2,641	2,485	2,372	2,285	2,217
36	4,113	3,259	2,866	2,634	2,477	2,364	2,277	2,209
37	4,105	3,252	2,859	2,626	2,470	2,356	2,270	2,201
38	4,098	3,245	2,852	2,619	2,463	2,349	2,262	2,194
39	4,091	3,238	2,845	2,612	2,456	2,342	2,255	2,187
40	4,085	3,232	2,839	2,606	2,449	2,336	2,249	2,180
41	4,079	3,226	2,833	2,600	2,443	2,330	2,243	2,174
42	4,073	3,220	2,827	2,594	2,438	2,324	2,237	2,168
43	4,067	3,214	2,822	2,589	2,432	2,318	2,232	2,163
44	4,062	3,209	2,816	2,584	2,427	2,313	2,226	2,157
45	4,057	3,204	2,812	2,579	2,422	2,308	2,221	2,152
46	4,052	3,200	2,807	2,574	2,417	2,304	2,216	2,147
47	4,047	3,195	2,802	2,570	2,413	2,299	2,212	2,143
48	4,043	3,191	2,798	2,565	2,409	2,295	2,207	2,138
49	4,038	3,187	2,794	2,561	2,404	2,290	2,203	2,134
50	4,034	3,183	2,790	2,557	2,400	2,286	2,199	2,130
51	4,030	3,179	2,786	2,553	2,397	2,283	2,195	2,126
52	4,027	3,175	2,783	2,550	2,393	2,279	2,192	2,122
53	4,023	3,172	2,779	2,546	2,389	2,275	2,188	2,119
54	4,020	3,168	2,776	2,543	2,386	2,272	2,185	2,115
55	4,016	3,165	2,773	2,540	2,383	2,269	2,181	2,112
56	4,013	3,162	2,769	2,537	2,380	2,266	2,178	2,109
57	4,010	3,159	2,766	2,534	2,377	2,263	2,175	2,106

58	4,007	3,156	2,764	2,531	2,374	2,260	2,172	2,103
59	4,004	3,153	2,761	2,528	2,371	2,257	2,169	2,100
60	4,001	3,150	2,758	2,525	2,368	2,254	2,167	2,097
61	3,998	3,148	2,755	2,523	2,366	2,251	2,164	2,094
62	3,996	3,145	2,753	2,520	2,363	2,249	2,161	2,092
63	3,993	3,143	2,751	2,518	2,361	2,246	2,159	2,089
64	3,991	3,140	2,748	2,515	2,358	2,244	2,156	2,087
65	3,989	3,138	2,746	2,513	2,356	2,242	2,154	2,084
66	3,986	3,136	2,744	2,511	2,354	2,239	2,152	2,082
67	3,984	3,134	2,742	2,509	2,352	2,237	2,150	2,080
68	3,982	3,132	2,740	2,507	2,350	2,235	2,148	2,078
69	3,980	3,130	2,737	2,505	2,348	2,233	2,145	2,076
70	3,978	3,128	2,736	2,503	2,346	2,231	2,143	2,074
71	3,976	3,126	2,734	2,501	2,344	2,229	2,142	2,072
72	3,974	3,124	2,732	2,499	2,342	2,227	2,140	2,070
73	3,972	3,122	2,730	2,497	2,340	2,226	2,138	2,068
74	3,970	3,120	2,728	2,495	2,338	2,224	2,136	2,066
75	3,968	3,119	2,727	2,494	2,337	2,222	2,134	2,064
76	3,967	3,117	2,725	2,492	2,335	2,220	2,133	2,063
77	3,965	3,115	2,723	2,490	2,333	2,219	2,131	2,061
78	3,963	3,114	2,722	2,489	2,332	2,217	2,129	2,059
79	3,962	3,112	2,720	2,487	2,330	2,216	2,128	2,058
80	3,960	3,111	2,719	2,486	2,329	2,214	2,126	2,056
81	3,959	3,109	2,717	2,484	2,327	2,213	2,125	2,055
82	3,957	3,108	2,716	2,483	2,326	2,211	2,123	2,053
83	3,956	3,107	2,715	2,482	2,324	2,210	2,122	2,052
84	3,955	3,105	2,713	2,480	2,323	2,209	2,121	2,051
85	3,953	3,104	2,712	2,479	2,322	2,207	2,119	2,049
86	3,952	3,103	2,711	2,478	2,321	2,206	2,118	2,048
87	3,951	3,101	2,709	2,476	2,319	2,205	2,117	2,047

88	3,949	3,100	2,708	2,475	2,318	2,203	2,115	2,045
89	3,948	3,099	2,707	2,474	2,317	2,202	2,114	2,044
90	3,947	3,098	2,706	2,473	2,316	2,201	2,113	2,043
91	3,946	3,097	2,705	2,472	2,315	2,200	2,112	2,042
92	3,945	3,095	2,704	2,471	2,313	2,199	2,111	2,041
93	3,943	3,094	2,703	2,470	2,312	2,198	2,110	2,040
94	3,942	3,093	2,701	2,469	2,311	2,197	2,109	2,038
95	3,941	3,092	2,700	2,467	2,310	2,196	2,108	2,037
96	3,940	3,091	2,699	2,466	2,309	2,195	2,106	2,036
97	3,939	3,090	2,698	2,465	2,308	2,194	2,105	2,035
98	3,938	3,089	2,697	2,465	2,307	2,193	2,104	2,034
99	3,937	3,088	2,696	2,464	2,306	2,192	2,103	2,033
100	3,936	3,087	2,696	2,463	2,305	2,191	2,103	2,032