PENGARUH PENAMBAHAN MOLASE PADA RESIN POLYESTER BTQN 157 DAN LAMANYA PERENDAMAN LARUTAN NAOH TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN BENDING PADA KOMPOSIT SERAT POHON WARU

PROYEK AKHIR

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

Disusun oleh:

Riko Febriansyah NIM 1042224

POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI

BANGKA BELITUNG

TAHUN 2025

LEMBAR PEGESAHAN

Pengaruh penambahan molase pada resin polyester BTQN 157 dan lamanya perendaman larutan NaOH terhadap kekuatan tarik dan bending pada komposit serat kulit pohon waru

Oleh:

Riko Febriansyah NIM 1042224

Laporan akhir ini telah mendapakan persetujuan dan pengesahan sebagai bagian dari persyaratan untuk menyelesaikan studi pada Program Sarjan Terapan di Politeknik Manufaktur Negri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1	Pembimbing 2
(Muhammad Subhan, S.S.T.,M.T.)	(Dr. Ilham Ary Wahyudie, S.S.T., M.T.)

Penguji 1	Penguji 2
(Dr. Ilham Ary Wahyudie, S.S.T., M.T.)	(Nanda Pranandita,S.S.T.,M.T.)

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa	:	Riko Fbriansyah NIM : 1042224
Dengan Judul	:	Pengaruh Penambahan Molase Pada Resin Polyester BTQN 157 dan Lamanya Perendaman Larutan NaOH Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending pada Komposit Serat Kulit Pohon Waru

Pernyataan ini saya buatkan dengan sebenar-benarnya bahwa laporan akhir ini adalah hasil dari usaha sendiri tanpa menjiplak karya pihak lain. Saya siap menanggung segala bentuk saksi apabila pernyataan ini terbukti tidak benar di kemudian hari

Sungailiat, 9 September 2025

Nama mahasiswa Tanda tangan

Riko Febriansyah

ABSTRAK

Komposit merupakan material hasil rekayasa dari dua atau lebih bahan berbeda yang memiliki keunggulan masing-masing. Serat kulit pohon waru (Hibiscus tiliaceus) memiliki potensi besar sebagai penguat alami dalam komposit, terutama setelah mengalami perlakuan alkali. Selain itu, molase sebagai produk sampingan industri gula, memiliki karakteristik adhesif yang baik dan berpotensi meningkatkan sifat mekanik dan termal komposit jika digunakan sebagai aditif dalam resin. Namun, penggunaan kombinasi antara serat waru dan molase dalam resin polyester masih jarang diteliti. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penambahan molase pada resin polyester BTQN 157 dalam tiga variasi (3%, 5%, dan 7%), serta pengaruh durasi perendaman serat dalam larutan NaOH 6% (selama 1 jam, 2 jam, dan 3 jam) terhadap kekuatan tarik dan lentur (bending) komposit. Proses pembuatan spesimen menggunakan metode resin vacuum infusion, kemudian diuji berdasarkan standar ASTM D638 (untuk tarik) dan ASTM D790 (untuk bending) dengan pendekatan eksperimental. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik tertinggi sebesar 42,5 MPa diperoleh pada komposisi 15% serat, 82% resin, dan 3% molase dengan perendaman 1 jam. Sementara itu, kekuatan bending tertinggi mencapai 67,7 MPa pada komposisi 15% serat, 80% resin, dan 5% molase setelah perendaman selama 2 jam. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan molase dan waktu perendaman memberikan pengaruh signifikan terhadap kekuatan mekanik komposit.

Kata kunci : Komposit, NaOH, Molase, Tarik, Bending

ABSTRACT

Composite materials are engineered by combining two or more distinct materials to enhance their overall properties. The bark fiber of the waru tree (Hibiscus tiliaceus) shows strong potential as a natural reinforcement in composites, particularly after undergoing alkali treatment. Additionally, molasses—a byproduct of the sugar industry—has excellent adhesive properties and may enhance the mechanical and thermal characteristics of composites when used as a resin additive. However, the combined use of waru fiber and molasses in polyester resin has not been widely explored. This study aims to examine the effects of adding molasses at concentrations of 3%, 5%, and 7% to BTQN 157 polyester resin, as well as the impact of soaking waru bark fiber in a 6% NaOH solution for durations of 1, 2, and 3 hours on the tensile and bending strength of the resulting composite. The specimens were produced using the resin vacuum infusion method and tested based on ASTM D638 (tensile) and ASTM D790 (bending) standards using an experimental approach. The results show that the highest tensile strength of 42.5 MPa was achieved with a composition of 15% fiber, 82% resin, and 3% molasses after 1 hour of soaking. Meanwhile, the highest bending strength reached 67.7 MPa at 15% fiber, 80% resin, and 5% molasses after 2 hours of soaking. These findings indicate that both molasses content and soaking duration significantly influence the mechanical strength of the composite material.

Keywords: Composite, NaOH, Molasses, Tensile, Bending

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepata Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan berkat-Nya yang telah memberikan kesempatan kepada penulis agar dapat menyelesaikan dan menyusun laporan proyek akhir yang berjudul (Pengaruh penambahan molase pada resin polyester BTQN 157 dan lamanya perendaman larutan NaOH terhadap kekuatan tarik dan bending pada komposit serat kulit pohon waru). Laporan proyek akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada program sarjana terapan (D-IV) Program Studi Teknik Mesin dan Manufaktur di Politeknik Negeri Bangka Belitung. Dalam proses penyusunan laporan ini, penulis menyampaaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, serta hingga laporann ini dapat terselesaikan dengan baik.

Dengan hormat, penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat, kelancaran, dan kesehatan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Proyek Akhir ini.
2. Kedua orang tua dan jekuarga, atas kasih sayang, doa, serta dukungan moril yang tak pernah putus sepanjang proses penyusunan laporan ini.
3. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Bapak Muhammad Subhan, S.S.T., M.T. dan Bapak Dr Ilham Ary Wahyudi, S.S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan berharga selama penyusunan laporan ini.
5. Bapak Yuliyanto, S.S.T., M.T., atas bantuan dan bimbingannya dalam proses penggunaan mesin uji tarik dan bending.

6. Seluruh dosen dan staff pengajar Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, yang telah mendidik dan membimbing penulis sehingga mampu berkembang baik dalam berfikir maupun bersikap.
7. Rekan-rekan dan sahabat, atas semangat dan dukungan yang selalu diberikan.
8. Seluruh keluarga besar kelas 3 TMM A Angkatan 22, atas kebersamaan dan semangat yang dibagikan selama menempuh studi.

Penulis sangat menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi isi manapun penyajiannya. Oleh karna itu, penulis memohon maaf atas segala kekurangan dari keterbatasan yang ada.

Penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang bersifat membangun guna menyempurnakan laporan ini di masa mendatang, serta meninggkatkan pemahaman penulis dalam yang sedang dikaji. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan bagi para pembaca

Sungailiat, 9 September 2025

Penulis Tanda tangan

Riko febriansyah

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PEGESAHAN ..... **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 Masalah 1

1.2 Rumusan Masalah 3

1.3 Tujuan Penelitian 4

1.4 Batasan Masalah 4

1.5 Manfaat Penelitian 4

BAB II LANDASAN TEORI **6**

2.1 Serat 6

2.2 Serat Kulit Pohon waru 6

2.3 Pengertian komposit 7

2.4 Resin polyester 7

2.5 Molase 7

2.6 Sodium Hydroxide (NaOH) 8

2.7 Pengujian Komposit 8

2.8 Metode Experimental 9
BAB III METODE PELAKSANAAN 10
3.1 Studi Literatur 11
3.2 Identifikasi Masalah 11
3.3 Mempersiapkan Bahan Dan Alat Uji 11
3.3.1 Alat Penelitian 11
3.3.2 Bahan Penelitian 14
3.4 Menentukan Parameter Dan Level Eksperimen 17
3.5 Proses Pembuatan Spesimen Uji Tarik Dan Uji Bending 17
3.5.1 Perhitungan Rasio Spesimen Uji Tarik 17
3.5.2 Proses Pembuatan Spesimen Uji Tarik 20
3.5.3 Perhitungan Rasio Spesimen Uji Bending 21
3.5.4 Proses Pembuatan Spesimen Uji Bending 23
3.6 Apakah Memenuhi Standar ASTM 638 Dan ASTM D790 24
3.6.1 Spesimen Uji Tarik Standar ASTM 638 24
3.6.2 Spesimen Uji Bending Standar ASTM D790 24
3.7 Proses Pengujian (Uji Tarik Dan Uji Bending) 25
3.7.1 Proses Pengujian Tarik 25
3.7.2 Proses Pengujian Bending 25
3.8 Analisa dan Pembahasan Hasil Pengujian 25
3.9 Kesimpulan 26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 27
4.1 Uji Tarik 27
4.1.1 Perhitungan Rasio komposisi serat 27
4.1.2 Proses Pengambilan Data 28
4.1.3 Data Pengujian 30
4.1.4 Analisis Faktor Waktu Perendaman Serat Menggunakan Larutan NaOH 31
4.1.5 Analisis Faktor Penambahan Molase Pada Resin 31
4.1.6 Analisis Interaksi Fraksi Penambahan Molase Pada Resin dan Waktu Perendaman Larutan NaOH 32

4.1.7 Analisis DoE Kekuatan Tarik 33
4.2 Uji Bending 36
4.2.1 Perhitungan Rasio Komposisi Serat 36
4.2.2 Proses Pengambilan Data 37
4.2.3 Data Pengujian 39
4.2.4 Analisis Faktor Waktu Perendaman Serat Menggunakan Larutan NaOH 40
4.2.5 Analisis Faktor Penambahan Molase Pada Resin 41
4.2.6 Analisis Interaksi Fraksi Penambahan Molase Pada Resin dan Waktu Perendaman Larutan NaOH 41
4.2.7 Analisis DoE Kekuatan Bending 42
BAB V PENUTUP 46
5.1 Kesimpulan 46
5.2 Saran 46
DAFTAR PUSTAKA 48

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

3. 1 hasil perhitungan dan kombinasinya 19
3. 2 hasil perhitungan dan kombinasinya 22
4. 1 Hasil Perhitungan Rasio Spesimen Uji Tarik 27
4. 2 Data Hasil Uji Tarik (Mpa) 30
4. 3 Hasil Perhitungan Rasio Spesimen Uji Bending 36
4. 4 Data Hasil Uji bending (Mpa) 39

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

3. 1 Diagram Alir Penelitian 10
3. 2 Mesin Uji Tarik 12
3. 3 Mesin Uji Bending Berserta Part Tambahan 12
3. 4 Timbangan Digital 13
3. 5 Cetakan Uji Tarik 13
3. 6 Cetakan Uji Bending 13
3. 7 Resin 14
3. 8 Serat Kulit Pohon Waru 15
3. 9 Wax 16
3. 10 Molase 16
3. 11 Larutan Natrium Hidroksida (NaOH) 17
3. 12 Standard ASTM D638 24
3. 13 standard ASTM D790 24
4. 1 Spesimen Uji Tarik 28
4. 2 Proses Pengujian Tarik 29
4. 3 Spesimen Setelah Dilakukan Uji Tarik 29
4. 4 Kekuatan Tarik Berdasarkan Waktu Perendaman Larutan NaOH 31
4. 5 Kekuatan Tarik Berdasarkan Fraksi Penambahan Molase Pada Resin 32
4. 6 Kekuatan Tarik Berdasarkan Interaksi Kedua Faktor 33
4. 7Anova Uji Tarik 34
4. 8 Diagram Pareto Uji Tarik 35
4. 9 Spesimen Uji Bending 37
4. 10 Proses Pengujian Bending 38
4. 11 Spesimen Setelah Dilakukan Uji Bending 39
4. 12 Kekuatan Tarik Berdasarkan Waktu Perendaman Larutan NaOH 40
4. 13 Kekuatan Tarik Berdasarkan Fraksi Penambahan Molase Pada Resin 41

4. 14 Kekuatan Bending Berdasarkan Interaksi Kedua Faktor 42
4. 15 Anova Uji Bending 43
4. 16 Diagram Pareto Uji Bending……44

DAFTAR LAMPIRAN

1. Daftar Riwayat Hidup
2. Bukti Plagiasi
3. Perhitungan Volume Cetakan
4. Poster

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Komposit merupakan material baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dengan sifat kimia dan fisika yang berbeda, namun tetap terpisah dalam hasil akhir terhadap bahan tersebut [1]. Perkembangan material komposit terus mengalami peningkatan seiring dengan kebutuhan industri akan bahan yang memiliki karakteristik ringan, kekuatan tinggi, serta ramah lingkungan. Dalam upaya memenuhi kebutuhan tersebut, pemanfaatan material alami sebagai penguat komposit menjadi alternatif yang menarik untuk dikembangkan.

Salah satu material alami yang memiliki potensi besar sebagai penguat komposit adalah serat kulit pohon waru (Hibiscus tiliaceus). Pohon waru banyak ditemukan di daerah Bangka, khususnya di kota Belinyu, yang umumnya tumbuh di dekat pesisir laut dan muara-muara. Masyarakat Belinyu telah lama memanfaatkan serat kulit pohon waru sebagai tali pengikat, terutama saat beraktivitas di hutan atau dekat laut, karena serat ini memiliki kekuatan dan ketahanan yang baik. Namun, pemanfaatan serat kulit pohon waru selama ini masih terbatas pada penggunaan konvensional seperti kayu bakar, pagar hidup, dan tiang jemuran.

Untuk meningkatkan daya ikat antara serat dengan matriks resin, diperlukan perlakuan kimia pada serat. Perendaman serat dalam larutan alkali (NaOH) merupakan metode yang umum digunakan untuk menghilangkan kandungan lignin, selulosa, dan hemiselulosa, serta meningkatkan kekuatan tarik serat. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa larutan NaOH dengan konsentrasi 6% efektif dalam melepaskan kandungan tersebut dan memperbaiki karakteristik mekanik serat [2]. Untuk penggunaan serat dilakukan dengan fraksi volume serat 15% karena dari hasil penelitian menunjukan nilai kekuatan tarik tertinggi terjadi pada variasi 15% serat dengan ratarata tegangan 34.82 MPa, nilai regangan 6,3 % [3]

Selain perlakuan serat, modifikasi matriks resin juga dapat dilakukan untuk meningkatkan sifat mekanik komposit. Salah satu pendekatan inovatif adalah penambahan molase sebagai aditif alami dalam sistem resin. Molase atau tetesan tebu merupakan produk sampingan industri pengolahan gula dari tebu yang memiliki karakteristik unik dan potensial besar untuk aplikasi material komposit [4].

Molase memiliki sifat adhesif yang sangat baik karena kandungan gula kompleks dan senyawa organik lainnya yang dapat berperan sebagai pengikat alami. Penelitian menunjukkan bahwa molase merupakan salah satu perekat terkuat dalam pembuatan biobriket, menunjukkan kemampuan bonding yang superior. [5]. Karakteristik termal molase juga mengalami perubahan positif setelah pencampuran dengan asam sitrat, dimana terjadi fenomena pengerasan perekat yang dapat meningkatkan stabilitas termal komposit [6].

Dalam konteks modifikasi resin, molase telah terbukti dapat berfungsi sebagai adhesive alami yang mampu menggantikan adhesive konvensional dalam industri plywood dengan performa yang sebanding atau bahkan lebih baik. Penelitian tentang pengaruh molase terhadap sifat mekanik, fisik, dan termal lateks akrilik yang diperkuat GMA menunjukkan hasil yang menjanjikan, dimana molase berperan dalam meningkatkan karakteristik polimer melalui proses polimerisasi emulsi [7]. Penggunaan molase sebagai pengganti PVAc, yang digunakan sebagai pengikat setelah rasio ditentukan secara eksperimental dalam campuran material komposit. Peningkatan kekuatan lentur dalam sempel komposit dengan menambahkan molase hingga 35% dalam sempel komposit dapat dijelaskan oleh sifat pengikat gula dalam molase [8].

Keunggulan molase sebagai aditif resin tidak hanya terletak pada aspek fungsionalnya, tetapi juga pada aspek keberlanjutan lingkungan. Sebagai produk sampingan industri gula, pemanfaatan molase dalam komposit memberikan solusi untuk mengurangi limbah industri sekaligus menghasilkan material dengan sifat mekanik yang lebih baik. Selain itu, molase bersifat biodegradable dan non-toksik, sehingga sejalan dengan konsep green composite yang ramah lingkungan.

Variasi konsentrasi molase menjadi parameter penting dalam optimasi sifat komposit. Namun, mekanisme kerja molase dalam sistem resin polyester dan pengaruh variasi konsentrasinya terhadap sifat mekanik komposit serat alam masih memerlukan kajian lebih mendalam untuk memahami interaksi yang terjadi dalam sistem komposit tersebut.

Penelitian mengenai penggunaan resin polyester sebagai matriks menunjukkan hasil yang menjanjikan, dimana matriks polyester menunjukkan kekuatan tertinggi dibandingkan dengan matriks epoksi [9]. Penambahan serat alam ke dalam resin polyester juga terbukti dapat meningkatkan nilai kekuatan tarik secara signifikan [10].

Meskipun penelitian mengenai serat alam dan modifikasi resin telah banyak dilakukan, namun kombinasi antara serat kulit pohon waru yang telah mengalami perlakuan alkalisasi dengan penambahan molase pada resin polyester masih belum pernah dieksplorasi. Penelitian tentang pengaruh variasi konsentrasi molase terhadap sifat mekanik komposit serat alam juga masih terbatas, padahal optimasi konsentrasi molase sangat penting untuk mendapatkan sifat komposit yang optimal.

Oleh karena itu, penelitian ini diperlukan untuk mengkaji pengaruh kombinasi kedua modifikasi tersebut terhadap sifat mekanik komposit, khususnya kekuatan tarik dan bending, guna mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya alam lokal dalam pengembangan material komposit yang ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini mengangkat perumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi molase (3%,5%, dan 7%) pada resin Polyester BTQN 157 pada kekuatan tarik dan kekutanbending pada komposit serat pohon waru.
2. Bagaimana pengaruh durasi perendaman serat kulit pohon waru dalam larutan NaOH 6% (selama 1 jam, 2jam, dan 3jam) terhadap sifat mekanik komposit, khususnya kekuatan tarik dan bending.?

3. Apakah terdapat interaksi variasi konsentrasi molase dan durasi perendaman alkali yang signifikan terhadap peningkatan kekuatan mekanik (tarik dan bending) komposit serat kulit pohon waru.
4. Bagaimana menentukan kombinasi optimal antara konsentrasi molase dan durasi perendaman alkali yang menghasilkan komposit serat pohon waru dengan sifat mekanik.

1.3 Tujuan Penelitian

1. penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai dari pengaruh penambahan molase (3%,5%,7%) pada resin polyester BTQN 157 pada kekuatan tarik dan bending pada komposit serat kulit pohon waru.
2. Mengetahui pengaruh lamanya perendaman serat kulit pohon waru pada larutan NaOH 6% dengan waktu (1jam,2jam,3jam) pada kekuatan tarik dan bending pada komposit serat kulit pohon waru.
3. Mengetahui interaksi pada variasi molase dan waktu perendaman serat terhadap kekuatan tarik dan bending komposit.
4. menentukan kombinasi optimal antara konsentrasi molase dan durasi perendaman alkali yang menghasilkan komposit serat pohon waru dengan sifat mekanik.

1.4 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah dari penelitian ini sebagai berikut ;

1. Analisis menggunakan metode experimental.
2. Persentase campuran dalam pembuatan specimen.
3. Hasil komposit akan di uji tarik dan bending sesuai tujuan yang diinginkan.
4. Alkalisasi NaOH dengan kadar 6% selama 1 jam, 2jam, dan 3jam.
5. Resin yang digunakan polyester yukalac 157 BTQN di campur dengan molase dan katalis.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan atau referensi bagi studi selanjutnya yang memanfaatkan serat kulit pohon waru.
2. Memberikan konstribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang material komposit.
3. Dalam konteks akademik, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar atau rujukan untuk penelitian lanjutan yang lebih mendalam dan menyempurnakan temuan sebelumnya.

BAB II
LANDASAN TEORI

2.1 Serat

Serat berfungsi sebagai penopang kekuatan dari komposit yang berperan sebagai penguat, sehingga tinggi rendahnya kekuatan komposit tergantung pada serat yang digunakan tegangan yang dikenakan pada komposit mula-mula diserap oleh matriks, lalu dialirkan ke serat, yang selanjutnya akan menahan beban hingga mencapai kapasitas maksimumnya [1].

Serat alami merupakan jenis serat yang diperoleh secara langsung dari hayati, seperti tumbuhan, hewan, dan termasuk dalam ketagori yang bersumber dari alam di antar berbagai jenis serat yang tersedia. [11]. Beberapa contoh serat alam yang sering dimanfaatkan antara lain serat buah pinang,resam,waru, pelepah pisang, sabut kelapa, sutra, dan wol. Meskipun demikian, serat alami tetap memiliki sejumlah keterbatasan.

Penelitian ini secara khusus difokuskan pada pemanfaatan serat alam yaitu serat waru, yaitu serat kulit pohon waru. Penjabaran mengenai serat tersebut disampaikan secara rinci pada bagian berikut

2.2 Serat Kulit Pohon waru

Pohon waru merupaakan salah satu tumbuhan yang memiliki kandungan serat tinggi, terutama pada kulit batangnya. Tumbuhan ini mudah dijumpai di Indonesia karena memiliki laju pertumbuhan yang cepat dan tersebar luas. Kayu waru banyak dimanfaatkan dalam bebagai bidang seperti bahan konstruksi, pembuatan perahu, peralatan rumah tangga, kerajinan ukir, hingga sebagai kayu bakar serat pohon waru diperoleh secara khusus dari bagian kulit batangnya [12]. Seat kulit pohon waru memiliki karakteristik mekanik yang cukup baik. Sifat mekanik ini dapat di tingkatkan melalui perlakuan alkali dan variasi arah orientasi serat, sehingga

memungkinkan optimalisasi pemanfaatannya berdasarkan karakteristik kekuatannya. [13].

2.3 Pengertian komposit

Material komposit merupakan suatu sistem rekayasa yang terdiri atas dua atau lebih fase material yang berbeda, yang dipadukan secara fisik dalam skala makro atau mikro, sehingga membentuk satu kesatuan struktur yang koheren namun tanpa terjadi pelarutan terjadi antar komponennya. Umumnya, komposit merupakan suatu material yang tersusun dari dua atau lebih komponen dengan karakteristik berbeda, diamana masing-masing komponen memiliki keunggulan dan keterbatasan tersendiri dalam konteks ini, kombinasi material tersebut umumnya terbatas pada penggunaan bahan matriks sebagai unsur pengikat utama [14].

2.4 Resin polyester

Resin adalah cairan yang terkandung dalam thermoset dengan keahlian yang dapat mengikat pengisi. Resin polyester dapat digunkan karena berkaitan dengan serat alam, karena resin polyester dapat mengikat serat tanpa menimbulkan respon, dan dapat meningkatkan kekuatan mekanik (*mechanical* bending) antar matriks dengan serat atau pengisi lainnya [15].

2.5 Molase

Molase merupakan hasil sampinga dari industry pengolahan gula dengan bentuk cair. Molases merupakan sumber energi yang esensial dengan kandungan gula di dalamnya, oleh karena itu molases banyak dimanfaatkan sebagai bahan tambahan untuk pakan dengan kandungan nutrisi atau zat gizi yang cukup baik. Kandungan nutrisi molases yaitu kadar air 23%, bahan kering 77%, protein kasar 4,2%, lemak kasar,0,2%, serat kasar 7,7%, Ca 0,84%, P 0,09% , BETN 57,1%, abu 0,2% [16]

2.6 Sodium Hydroxide (NaOH)

Sodium hydroxide (NaOH) juga dikenal sebagai soda kaustik atau sodium hidroksida adalah sejenis basa logam kaustik. NaOH membentuk larutan alkalin yang kuat ketika dilarutkan ke dalam air. NaOH memiliki titik lebur 318°C dan titik didih 1388°C. NaOH berbentuk putih padat dan tersedia dalam bentuk pelet, serpihan, Jurnal Energi dan Manufaktur Vol.6, No.1, April 2013: 1-94 56 butiran ataupun larutan jenuh 50%, bersifat lembab cair dan secara spontan menyerap karbon dioksida dari udara bebas. NaOH sangat larut dalam air (1110 g/L pada suhu 20°C) dan akan melepaskan panas ketika dilarutkan, selain itu mampu larut dalam etanol dan metanol [17].

2.7 Pengujian Komposit

2.7.1 Uji Tarik

Pengujian tarik merupakan metode untuk mengukur sifat mekanik suatu material, khususnya untuk mengetahui nilai tegangan tarik serta pada material komposit, dengan bantuan alat uji tarik. Dalam prosedurnya, material komposit dikenai beban secara perlahan melalui gaya tarik hingga material mengalami kegagalan atau putus. Setelah pengujian selesai, alat uji tarik akan menampilkan hasil berupa nilai keuletan, elastisitas, serta tegangan maksimum, baik dalam bentuk angka maupun grafik. [18].

2.7.2 Uji Bending

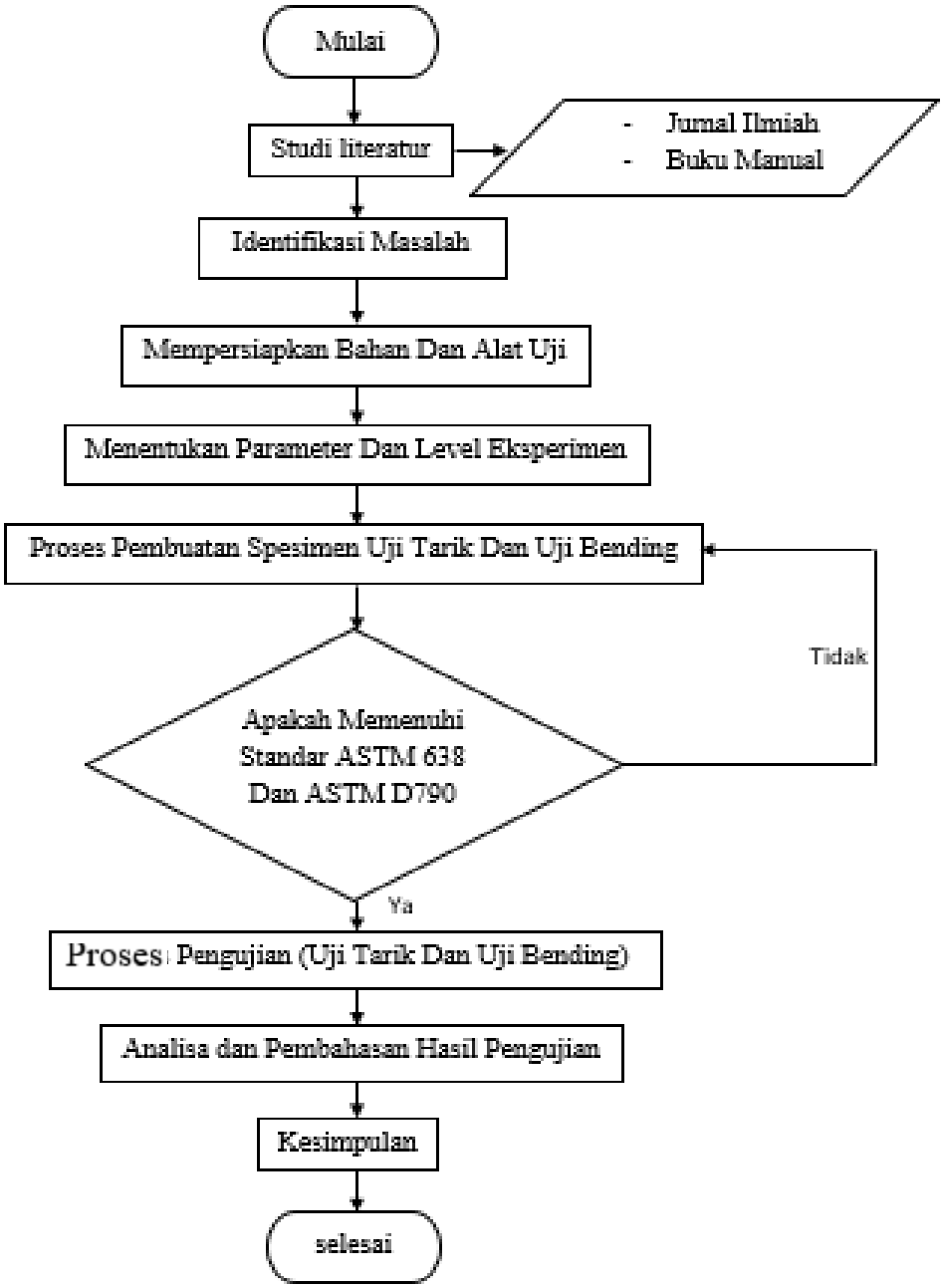
Uji bending merupakan salah satu pengujian sifat mekanik bahan yang diletakkan terhadap specimen dan bahan yang digunakan pada kontraksi atau komponen yang menerima pembebanan terhadap suatu bahan pada satu titik tengah dari bahan yang ditahan diatas dua tumpuan dan material yang digunakan [19].

2.8 Metode Experimental

Metode ekspremental merupakan suatu metode dimana peneliti dilibatkan langsung melakukan percobaan dengan mencari sebuah kebenaran sehingga dapat menarik kesimpulan atas proses yang dialaminya [20].

BAB III
METODE PELAKSANAAN

Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.1 Studi Literatur

Tinjauan pustaka dilakukan dengan tujuan untuk mengumpulkan informasi yang relavan terkait topik penelitian, baik dari hasil penelitian sebelumnya, jurnal ilmiah, buku pegangan (handbook), buku manual, maupun sumber daring yang mendukung. Kegiatan ini bertujuan untuk memperoleh landasan teoritis dan konseptual yang dijadikan sebagai acuan atau kerangka dalam menjelaskan permasalahan penelitian.

3.2 Identifikasi Masalah

Pemanfaatan serat kulit pohon waru sebagai penguat komposit masih terbatas, padahal potensinya tinggi terutama setelah perlakuan alkali. Selain itu, belum banyak penelitian yang mengeksplorasi pengaruh penambahan molase sebagai aditif alami pada resin polyester terhadap sifat mekanik komposit. Oleh karena itu, perlu diteliti bagaimana pengaruh variasi konsentrasi molase dan lama perendaman serat dalam larutan NaOH terhadap kekuatan tarik dan lentur komposit berbasis serat alami tersebut.

3.3 Mempersiapkan Bahan Dan Alat Uji

3.3.1 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini antara lain:

a. Mesin Uji Tarik

   Pada penelitian ini, digunakan alat uji tarik berupa *Universal Testing Machine* merek *ZwickRoell* tipe *Xforce K*. Mesin ini berfungsi untuk menguji sifat mekanik material, khususnya tegangan tarik. Gambar mesin uji tarik tersebut dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut

b. Mesin Uji Bending

   Pada penelitian ini digunakan alat uji bending mesin *Universal Testing Machining* merek *ZwickRoell z020* tipe *Xforce K*. Hanya saja untuk pengujian bending ada penambahan part pada mesin tersebut. Mesin uji tarik bisa dilihat pada gambar 3.3 berikut

Gambar 3. 2 Mesin Uji Tarik

Gambar 3. 3 Mesin Uji Bending Berserta Part Tambahan

c. Timbangan Digital

Timbangan digital dimanfaatkan untuk mengukur massa bahan penyusun komposit secara akurat, guna memastikan proporsi komposisi yang tepat dan menghindari kesalahan dalam proses pencampuran. Alat timbangan digital yang digunakan ditampilkan pada gambar 3.4 berikut.

Gambar 3. 4 Timbangan Digital

d. Cetakan Spesimen

Cetaan yang digunakan untuk pembuatan spesimen terbuat dari bahan dasar silicon dan logam, dengan mengacu pada standar bentuk dan ukuran yang telah ditetapkan. Cetakan ini dirancang sedemikian rupa untuk mendukung proses pembuatan spesimen uji tarik secara optimal. Ilustrasi cetakan dapat dilihat pada gambar 3.5 dan 3.6 berikut.

Gambar 3. 5 Cetakan Uji Tarik

Gambar 3. 6 Cetakan Uji Bending

e. Wadah dan Alat Pengaduk Resin

Wadah yang digunakan untuk mencampur resin dapat berupa gelas plastic bekas air mineral, sedangkan alat pengaduk yang digunakan berupa stik atau benda kecil sejenisnya. Pemilihan alat berukuran kccil dimaksudkan agar prosese pencampuran resin lebi mudah dan merata, mengingat alat berukuran besar cendrung menyulitkan pencampuran pada volume kecil.

f. Alat bantu tambahan

Beberapa alat bantu yang digunakan selama proses penelitian antar lain: penggaris, gunting, dan jangka sorong, yang berfungsi untuk pengukuran dan pemotongan material secara presisi.

3.3.2 Bahan Penelitian

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam proses penelitian ini yaitu :

a. Resin Polyester

Jenis resin yan digunakan dalam penelitian ini adalah resin polyester, yang dikenal luas karena penggunaannya yang fleksibel dan aplikatif, terutama dalam produk rumah tangga dan berbagai komponen industri. Resin polyester yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.7 berikut.

Gambar 3. 7 Resin

b. Serat Kulit Pohon Waru

Dalam penelitian ini menggunakan serat alam yaitu serat kulit pohon waru. Gambar serat kulit pohon waru dapat dilihat pada gambar 3.8 berikut.

Gambar 3. 8 Serat Kulit Pohon Waru

c. Wax

Jenis wax yang digunakan adalah *mirror glaze*, yang berfungsi sebagai pelapis cetakan agar resin dan serat tidak menempel saat proses pengerasan berlangsung. Penggunaan wax ini penting untuk menjaga bentuk cetakan dan mempermudah pelepasan spesimen setalah proses curing, gambar wax ditampilkan pada gambar 3.9 berikut.

d. Molase

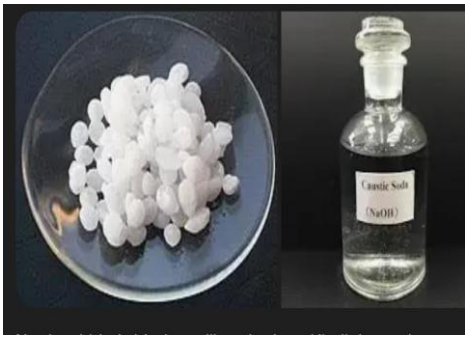
Molase merupakan produk sampingan dari industry gula yang berwujud cairan kental berwarna coklat kehitaman dengan rasa manis. Namun, perlu diperhatikan bahwa molase sebagai bahan perekat memiliki kelemahan, yaitu mnghasilkan bau yang tidak sedap saat pembuatan komposit . gambar molase ditampilkan pada gambar 3.10 berikut.

Gambar 3. 9 Wax

Gambar 3. 10 Molase

e. Larutan Natrium Hidroksida

Natrium Hidroksida (NaOH) erupakan basa kuat yang dikenal luas sebagai soda kaustik atau soda api. Senyawa ini memiliki beragam aplikasi dalam dunia industri karena sifat relaktifnya yang tinggi dan kemampuannya dalam proses kimia tertentu. Natrium Hidroksida ini merupakan senyawa ionic berbentuk padatan putih yang tersusun dari kation Natrium Na+ Anion Hidroksida OH- dalam larutan berair. Natrium Hidroksida dapat dilihat pada gambar 3.11 berikut.



Gambar 3. 11 Larutan Natrium Hidroksida (NaOH)

3.4 Menentukan Parameter Dan Level Eksperimen

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan dua faktor perlakuan, yaitu konsentrasi molase dan waktu perendaman. Faktor pertama adalah penambahan molase yang terdiri dari tiga level, yaitu 3%, 5%, dan 7%. Faktor kedua adalah waktu perendaman yang juga terdiri dari tiga level, yaitu 1 jam, 2 jam, dan 3 jam. Dengan demikian, terdapat 9 kombinasi perlakuan yang diperoleh dari kombinasi antara masing-masing level pada kedua faktor tersebut.

3.5 Proses Pembuatan Spesimen Uji Tarik Dan Uji Bending

Pembuatan spesimen komposit dengan serat kulit pohon waru sebagai material penguat dilakukan serangkaian tahap yang mempertimbangkan berbagai factor penting. Berdasarkan parameter yang digunakan dalam proses ini antar lain;

- Massa jenis resin = 1,215 g/cm³ [21].
- Massa jenis molase = 1,42 g/cm³ [22].
- Massa jenis serat = 0,17 g/cm³ [23].
- Massa jenis katalis = 1,25 g/cm³ [24].
- Volume cetakan uji tarik standar ASTM D638 = 14 cm³
- Volume cetakan uji bending standar ASTM D790 = 6.215 cm³

3.5.1 Perhitungan Rasio Spesimen Uji Tarik

Contoh perhitungan komposisi bahan seperti serat kulit waru, molase, resin, dan katalis berdasarkan fraksi volume tertentu:

- Menghitung volume serat kulit pohon waru dengan fraksi 15%
  - Volume serat 15% = 15% x volume cetakan
    = 0,15 x 14 cm^3
    = 2,1 cm^3
  - Massa serat = volume serat x serat
    = 2,1 cm^3 x 0,17
    = 0,357 g
- Menghitung resin 85%
  - Volume resin = fraksi resin x volume cetakan
    = 85% x 14 cm^3
    = 0,85 x 14 cm^3
    = 11,9 cm^3
  - Massa resin = volume resin x M.j. resin
    = 11,9 cm^3 x 1,215 g/cm^3
    = 14,45 g

- Menghitung volume resin dan molase

1) Resin 75%, Molase 3%, dan Katalis 7%
   - M_{Resin} 75% = 75% × $V_{cetakan}$ × M. j resin
     = 0,75 x 14 cm^3 x 1.215 g/cm^3
     = 12,75 g
     +
   - M_{Molase} 3% = 3% x $V_{cetakan}$ x M.j molase
     = 0,03 x 14 cm^3 x 1,42 g/cm^3
     = 0,59 g
   - $M_{Katalis}$ 7% = 7% x $V_{cetakan}$ x M.j katalis
     = 0,07 x 14 cm^3 x 1,25 g/cm^3
     = 1,22 g
2) Resin 73%, Molase 5%, dan Katalis 7%
   - M_{Resin} 73% = 73% × $V_{cetakan}$ × M. j resin
     = 0,73 x 14 cm^3 x 1.215 g/cm^3

= 12,41 g

+

- M_{Molase} 5% = 5% x $V_{cetakan}$ x M.j molase
  = 0,05 x 14 cm^3 x 1,42 g/cm^3
  = 0,99 g
- $M_{Katalis}$ 7% = 7% x $V_{cetakan}$ x M.j katalis
  = 0,07 x 14 cm^3 x 1,25 g/cm^3
  = 1,22 g

3) Resin 71%, Molase 7%, dan Katalis 7%

- M_{Resin} 71% = 71% × $V_{cetakan}$ × M. j. resin
  = 0,71 x 14 cm^3 x 1.215 g/cm^3
  = 12,07 g

+

- M_{Molase} 7% = 7% x $V_{cetakan}$ x M.j molase
  = 0,07 x 14 cm^3 x 1,42 g/cm^3
  = 1,39 g
- $M_{Katalis}$ 7% = 7% x $V_{cetakan}$ x M.j katalis
  = 0,07 x 14 cm^3 x 1,25 g/cm^3
  = 1,22 g

Contoh perhitungan komposisi diatas berdasarkan fraksi volume serat 15% , perhitungan tersebut dapat disesuaikan untuk variasi lainnya tergantung pada komposisi yang digunakan.hasil dari perhitugan tersebut dirangkum dalam tabel 3.1

Tabel 3. 1 hasil perhitungan dan kombinasinya

No	Wkt. Perendaman (jam)	B. serat (gram)	B. resin (gram)	Katalis (gram)	Molase (gram)
1	1	0,357	12,75	1,22	0,59
2	2	0,357	12,75	1,22	0,59
3	3	0,357	12,75	1,22	0,59
4	1	0,357	12,41	1,22	0,99
5	2	0,357	12,41	1,22	0,99

6	3	0,357	12,41	1,22	0,99
7	1	0,357	12,07	1,22	1,39
8	2	0,357	12,07	1,22	1,39
9	3	0,357	12,07	1,22	1,39

3.5.2 Proses Pembuatan Spesimen Uji Tarik

Proses pembuatan spesimen Uji Tarik

- Siapkan serat kulit pohon waru yang telah melalui proses pengeringan setelah direndam dalam larutan NaOH selama 1,2,dan 3 jam untuk proses alkalisasi. Panjang serat yang digunakan disesuaikan dengan Panjang cetakan spesimen uji tarik.
- Tentukan massa masing-masing bahan yang diperlukan sesuai dengan parameter yang telah ditentukan.
- Timbang bahan-bahan mengunakan timbangan digital berdasarkan hasil perhitungan tersebut. Pastikan timbangan telah dikalibrasi terlebih dahulu untuk menjamin akurasi.
- Letakkan serat kulit waru secara merata didalam cetakan sesuai dengan rasio yang telah ditentukan. Setelah itu, tuangkan campuran molase, resin dan katalis yang telah diaduk hingga homogen ke dalam cetakan. Pastikan tidak ada udara yang terperangkap selama proses pengecoran dan seluruh permukaan cetakan terisi dengan sempurna untuk menghindari cacat pada spesimen.
- Biarkan cetakab hingga spesimen benar-benar kering. Setelah kering, keluarkan spesimen secara hati-hati dari cetakan, lalu beri tanda sesuai dengan jenis bahan penyusunnya.
- Ulangi seluruh prosedur diatas hingga jumlah spesimen uji tarik mencukupi sesuai kebutuhan penelitian.

3.5.3 Perhitungan Rasio Spesimen Uji Bending

Contoh perhitungan komposisi serat, molase, resin, dan katalis yang digunakan untuk pembuatan spesimen uji bending akan dijelaskan bagian ini.

- Menghitung volume serat kulit pohon waru dengan fraksi 15%
  - Volume serat 15% = 15% x volume cetakan
    = 0,15 x 6,215 cm^3
    = 0,93 cm^3
  - Massa serat = volume serat x M.j. serat
    = 0,93 cm^3 x 0,17
    = 0,158 g
- Menghitung resin 85%
  - Volume resin = fraksi resin x volume cetakan
    = 85% x 6,215 cm^3
    = 0,85 x 6,215 cm^3
    = 5,28 cm^3
  - Massa resin = volume resin x M.j. resin
    = 5,28 cm^3 x 1,215 g/cm^3
    = 6,41 g
- Menghitung volume kombinasi resin dan molase

1) Resin 75%, Molase 3%, dan Katalis 7%
   - M_{Resin} 75 % = 82% × $V_{cetakan}$ × M. j. resin
     = 0,82 x 6,215 cm^3 x 1.215 g/cm^3
     = 5,66 g
     +
   - M_{Molase} 3% = 3% x $V_{cetakan}$ x M.j molase
     = 0,03 x 6,215cm^3 x 1,42 g/cm^3
     = 0,26 g
   - $M_{Katalis}$ 7% = 7% x $V_{cetakan}$ x M.j katalis
     = 0,07 x 6,215cm^3 x 1,25 g/cm^3
     = 0,54 g
2) Resin 73% , Molase 5%, dan Katalis 7%

- M_{Resin} 73 % = 80% × $V_{cetakan}$ × M. j. resin
  = 0,8 x 6,215 cm³ x 1.215 g/cm³
  = 5,51 g
  +
- M_{Molase} 5% = 5% $V_{cetakan}$ x M.j molase
  = 0,05 x 6,215cm³ x 1,42 g/cm³
  = 0,44 g
- $M_{Katalis}$ 7% = 7% x $V_{cetakan}$ x M.j katalis
  = 0,07 x 6,215cm³ x 1,25 g/cm³
  = 0,54 g

3) Resin 71%, Molse 7%, dan Katalis 7%

- M_{Resin} 71% = 71 % × $V_{cetakan}$ × M. j. resin
  = 0,71 x 6,215 cm³ x 1.215 g/cm³
  = 5,36 g
  +
- M_{Molase} 7% = 7% x $V_{cetakan}$ x M.j molase
  = 0,07 x 6,215cm³ x 1,42 g/cm³
  = 0,61 g
- $M_{Katalis}$ 7% = 7% x $V_{cetakan}$ x M.j katalis
  = 0,07 x 6,215cm³ x 1,25 g/cm³
  = 0,54 g

Perhitungan diatas merupakan contoh perhitungan komposisi bahan yang menggunakan fraksi volume 15%. Metode perhitungan serupa dapat pada fraksi lainnya sesuai dengan persentase yang direncanakan untuk diigunakan dalam pengujian. Rincian hasil perhitungan lengkap untuk masing-masing lengkap untuk masing-masing fraksi volume dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3. 2 hasil perhitungan dan kombinasinya

No	Wkt perendaman (jam)	B. serat (gram)	B. resin (gram)	Katalis (gram)	Molase (gram)
1	1	0,158	5,66	0,54	0,26

2	2	0,158	5,66	0,54	0,26
3	3	0,158	5,66	0,54	0,26
4	1	0,158	5,51	0,54	0,44
5	2	0,158	5,51	0,54	0,44
6	3	0,158	5,51	0,54	0,44
7	1	0,158	5,36	0,54	0,61
8	2	0,158	5,36	0,54	0,61
9	3	0,158	5,36	0,54	0,61

3.5.4 Proses Pembuatan Spesimen Uji Bending

Tahapan berikut merupakan proses yang dilakukan dalam pembuatan spesimen uji bending:

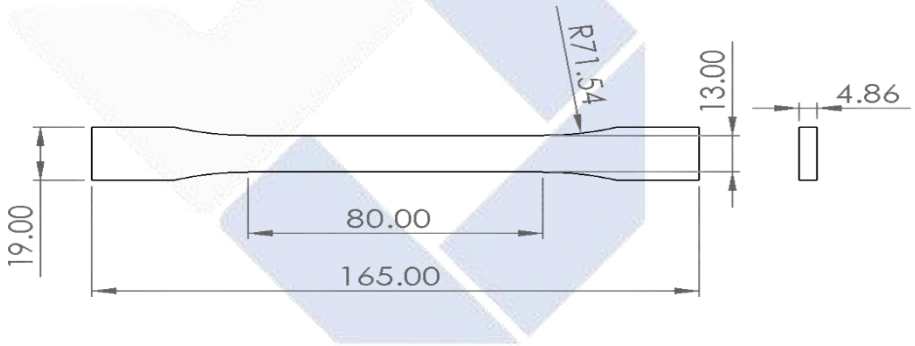
- Siapkan serat kulit pohon waru yang telah mengalami proses alkalisasi melalui perendaman larutan NaOH selam 1,2, dan 3 jam, kemudian dikeringkan. Panjang serat yang digunakan disesuaikan dengan dimensi cetakan uji bending.
- Hitung massa bahan yang diperlukan sesuai dengan parameter komposisi yang telah ditentukan sebelumnya.
- Timbang setiap bahan menggunakan timbangan digital berdasarkan hasil perhitungan. Pastikan alat timbangan digital telah dikalibrasi untuk menjaga ketelitian.
- Lapisi bagian dalam cetakan dengan lapisan wax agar spesimen tidak menempel dan mudah dilepas setelah proses pengeringan.
- Tata serat kulit war uke dalam cetakan sesuai rasio yang telah ditetapkan. Setelah itu, tambahkan campuran resin, molase, dan katalis yang telah diaduk secara merata. Tuangkan campuran tersebut kedalam cetakan secara perlahan agar tidak ada udara yang terperangkap dan pastikan seluruh bagian cetakan terisi penuh dengan sempurna, guna menghindari kecacatan pada spesimen.

- Biarkan cetakan hingga spesimen mengering sepenuhnya. Setelah kering, lepaskan spesimen dari cetakan secar hati-hati dan beri tanda sesuai komposisinya.
- Ukangi proses ini hingga jumlah spesimen uji bending yang dibutuhkan tercapai.

3.6 Apakah Memenuhi Standar ASTM 638 Dan ASTM D790

3.6.1 Spesimen Uji Tarik Standar ASTM 638

Desain spesimen uji tarik mengikuti standar ASTM D638, yang telah ditetapkan sebagai acuan dalam penelitian ini untuk menjamin kesesuaian dimensi dan validitas hasil pengujian. Ilustrasi spesimen berdasarkan standar tersebut dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3. 12 Standard ASTM D638

3.6.2 Spesimen Uji Bending Standar ASTM D790

Spesimen uji bending yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada standar ASTM D790 , sebagaimana ditampilkan pada gambar 3.13.

Gambar 3. 13 standard ASTM D790

3.7 Proses Pengujian (Uji Tarik Dan Uji Bending)

3.7.1 Proses Pengujian Tarik

Berikut langkah-langkah dalam proses pengujian tarik:

1. Siapkan mesin uji tarik berseta spesimen uji.
2. Pasangkan spesimen pada sistem penjepit mesin untik mengatur posisi nol.
3. Tekan dan tahan tombol untuk menggerakkan sisi kiri penjepit. Sesuaikan sisikanan dengan memutar eretan hingga mencapai ¾ divisi guna memastikan jepitan lebih kuat.
4. Setelah spesimen terpasang dengan baik, jalankan mesin untuk melakukan pengujian tarik.

3.7.2 Proses Pengujian Bending

Langkah-langkah pelaksanaan uji bending sebagai berikut:

1. Siapkan mesin uji bending dan spesimen uji
2. Siapkan pelat tambahan sebagaib alas dan penekan spesimen.
3. Gerakkan sisi kiri dengan menekan tombol, lalu atur sisi kanan denga memutar eretan sebesar ¾ divisi, keemudian jepit plat tambahan.
4. Letakkan spesimen diatas pelat tambahan yang telah dijepit.
5. Lanjutkan proses pengujian dengan mengaktifkan mesin bending.

3.8 Analisa dan Pembahasan Hasil Pengujian

Data yang dianalisis dalam penelitian ini merupakan hasil eksperimen. Penelitian ini melibatkan 3 variasi waktu perendaman serat, 3 variasi kandungan molase, serta satu variasi Panjang serat untuk masing-masing jenis pengujian tarik dan bending. Melalui analisis ini, dapat diketahui pengaruh dari durasi perendaman dan penambahan molasse terhadap karakteristik mekanik spesimen dalam setiap jenis pengujian.

3.9 Kesimpulan

Setelah seluruh data dianalisis, bagian ini memuat kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian serta saran unrtuk pengembangan atau penelitian selanjutnya yang relavan.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan serat kulit pohon waru dengan3 variasi waktu perendama daalam larutan NaOH, 3 variasi persentase molase, serta satu jenis ukuran serat, selanjutnya, dilakukan uji tarik dan uji bending untuk mengevaluasi pengaruh penambahan molase dan durasi perendaman terhadap kekuatan tarik serta kekuatan bending komposit yang dihasilkan. Pengujian silakukan menggunakan mesin uji ZwickRoell Z020 dengan tipe Xforce K, dimana pada uji bending ditambahkan komponen khusus sebagai pelengkap alat setelah data guna menentukan kondisi optimum yang menghasilkan kekuatan tertinggi pada masing-masing jenis pengujian.

4.1 Pengolahan Data Uji Tarik

4.1.1 Perhitungan Rasio komposisi serat

Dalam penelitian ini, digunakan serat kulit pohon waru dengan komposisi bvolume sebeasr 15% serat, 85% matrik resin. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan molase ke dalam resin polyester, dengan variasi konsentrasi molase sebesar 3%, 5%, dan 7%. Selain itu, diteliti pula pengaruh durasi perendaman serat dalam larutan NaOH 6% selam 1 jam, 2jam, dan 3 jam terhadap perfoma kekuatan tarik komposit berbasis serat kulit pohon waru. Perhitungan detail rasio spesimen uji tarik disajikan pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan Rasio Spesimen Uji Tarik

No	Wkt. Perendaman (jam)	B. serat (gram)	B. resin (gram)	Katalis (gram)	Molase (gram)
1	1	0,357	12,75	1,22	0,59
2	2	0,357	12,75	1,22	0,59
3	3	0,357	12,75	1,22	0,59
4	1	0,357	12,41	1,22	0,99
5	2	0,357	12,41	1,22	0,99

6	3	0,357	12,41	1,22	0,99
7	1	0,357	12,07	1,22	1,39
8	2	0,357	12,07	1,22	1,39
9	3	0,357	12,07	1,22	1,39

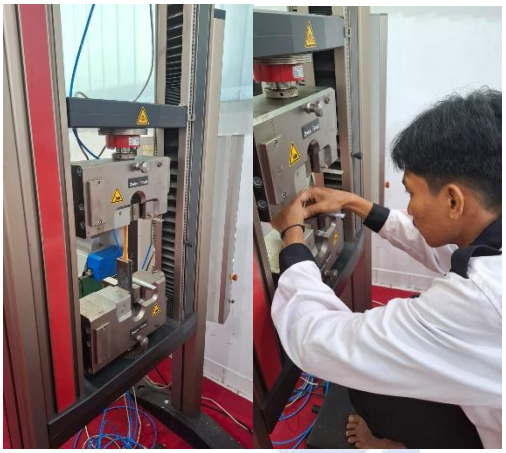
4.1.2 Proses Pengambilan Data

Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan secara sistematis dan berurutan. Langkah pertama dimulai dengan studi literatur untuk memperoleh landasan teori yang relavan. Selanjutnya, proses dilanjutkan dengan pembuatan spesimen uji tarik menggunakan resin polyester BTQN 157 yang dicampur molase dalam jumlah tertentu serta diperkuat dengan serat kulit pohon waru. Komposisi yang digunakan yaitu 15% serat : 82% resin + 3% molase, 15% serat : 80% resin + 5% molase, dan 15% serat 78% resin + 7% molase. Setiap kombinasi komposisi tersebut divariasikan dengan tiga waktu perendaman serat dalam larutan NaOH 6% selama 1jam, 2jam dan 3jam. Dengan standar ASTM D638 dan hasil cetakan ditunjukkan pada gambar 4.1.

Gambar 4. 1 Spesimen Uji Tarik

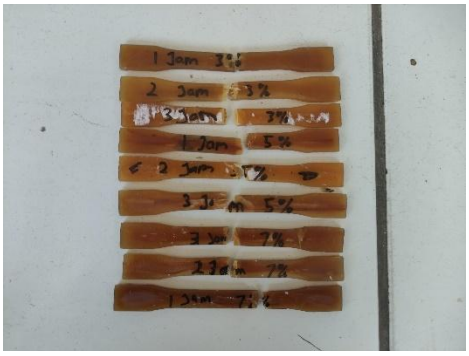
Setelah spesimen selesai dicetak, setiap spesimen diberi penenda atau nomor identifikasi untuk mncegah tertukarnya data selama pengujian berlangsung. Langkah berikutnya adalah persiapan alat uji, meliputi pengujian tarik. Mesin uji

yang digunakan ZwickRoell Z020 tipe Xforce K, dengan prosedur klibrasi dilakukan terlebih dahulu untuk memastikan akurasi sistem penjepit. Setelah pengujian tarik dilakuakan terlebih dahulu untuk mengetahui batas kekuatan maksimum spesimen saat menerima gaya tarik. Proses pengujian ini ditunjukkan pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Proses Pengujian Tarik

Setealh seluruh spesimen menjalani uji tarik diperoleh kondisi akhir spesiemen dalam keadaan patah atau terputus. Dokumentasi hasil spesimen uji tarik setelah pengujian ditampilkan pada gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Spesimen Setelah Dilakukan Uji Tarik

4.1.3 Data Pengujian

Pengujian tarik dilakukan dengan menggunakan alat uji *Universal Testing Machining Zwick Roell* tipe *Xforce K.* nilai kekuatan tarik diperoleh secara otomatis oleh sistem spesimen mengalami putus. Hasil pengujian kekuatan tarik tersebut disajikan pada tabel 4.2.

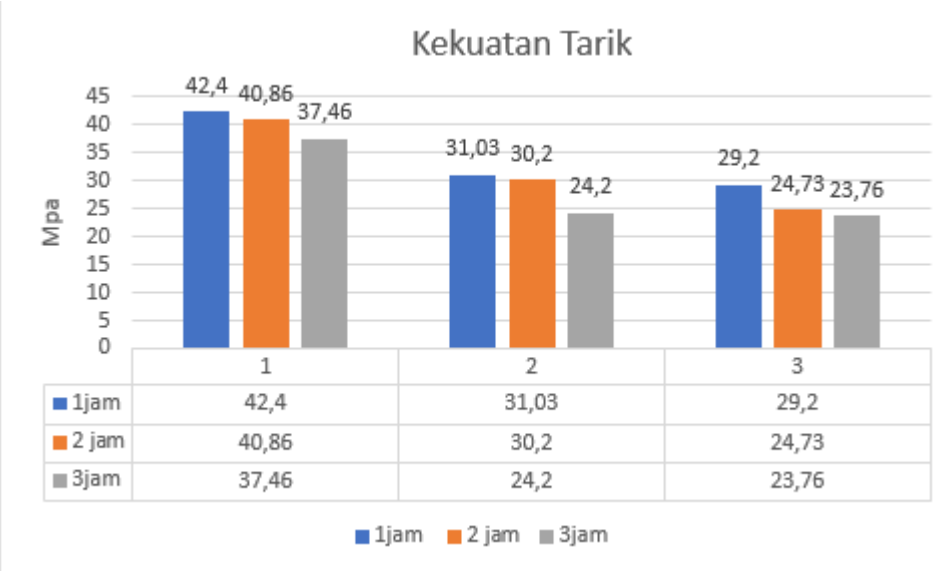
Tabel 4. 2 Data Hasil Uji Tarik (Mpa)

No	Hasil Pegujiaan Tarik (Mpa)			Rata-rata (Mpa)
	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	
1	41,1	42,6	43,5	42,4
2	42,2	40,6	39,8	40,86
3	37,2	38,4	36,8	37,46
4	30,6	29,9	32,6	31,03
5	31,4	30,3	28,9	30,2
6	25,2	24,0	23,4	24,2
7	31,7	28,1	27,8	29,2
8	25,4	22,3	26,5	24,73
9	26,3	24,1	20,9	23,76

Berdasarkan tabel pada 4.2, terlihat adanya variasi nilai kekuatan tarik antar spesimen. Perbedaan tersebut dipengaruhi ileh variasi konsentrasi molase yang ditambahkan kedalam resin serat perbedaan durasi perendaman serat dengan larutan NaOH. Variasi ini menghasilkan nilai kekuatan tarik tertinggi dan terendah pada komposit yang diuji. Nilai kekuatan tarik tertinggi tercatat sebesar 42,4 Mpa, pada komposisi 1 pada fraksi volume serat 15% : 82% resin + 3% molase dengan perendaman serat selam 1 jam, sementar itu nilai terendak sebesar 24,2 Mpa, ditemukan pada komposisi 6 pada fraksi volume 15% serat : 78% resin + 7% molase, dengan perendaman selama 2 jam.

4.1.4 Analisis Faktor Waktu Perendaman Serat Menggunakan Larutan NaOH

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa variasi wakttu perendaman serat dalam larutan NaOH berperan signifikan terhadap peningkatan kekuatan komposit yang dihasilkan . Dapat dilihat rata-rata serat yang direndam selama 1 jam memiliki kekuatan tertinggi dan perendaman 2jam pun mendekati kekuatan tarik yang 1 jam jadi bisa dijadikan waktu perendaman maksimal, maka serat yang direndam lebih dari 2 jam maka akan mengalami penurunan kekuatan tarik pada material komposit. Besarnya kekutan tarik perendaman serat kulit pohon waru menggunakan larutan NaOH ditampilkan di gambar 4.4 berikut.

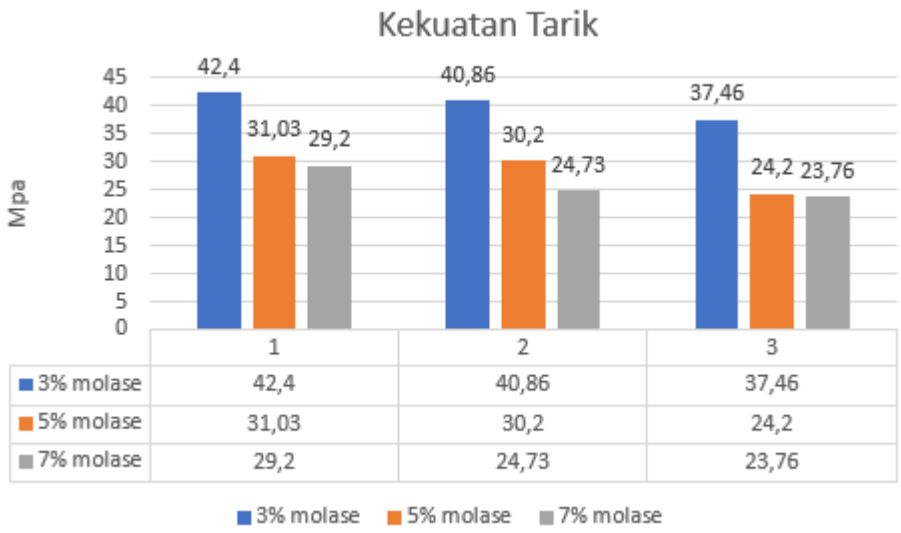


Gambar 4. 4 Kekuatan Tarik Berdasarkan Waktu Perendaman Larutan NaOH

4.1.5 Analisis Faktor Penambahan Molase Pada Resin

Berdasarkan hasil pengujian eksperimental, diketahui bahwa kekuatan material komposit dipengaruhi oleh persentase penambahan molase ke dalam resin. Rata-rata penambahan molase sebesar 3% menghasilkan kekuatan tarik tertinggi, namun, peningkatan kadar molase ditas 3% justru menyebabkan penurunan

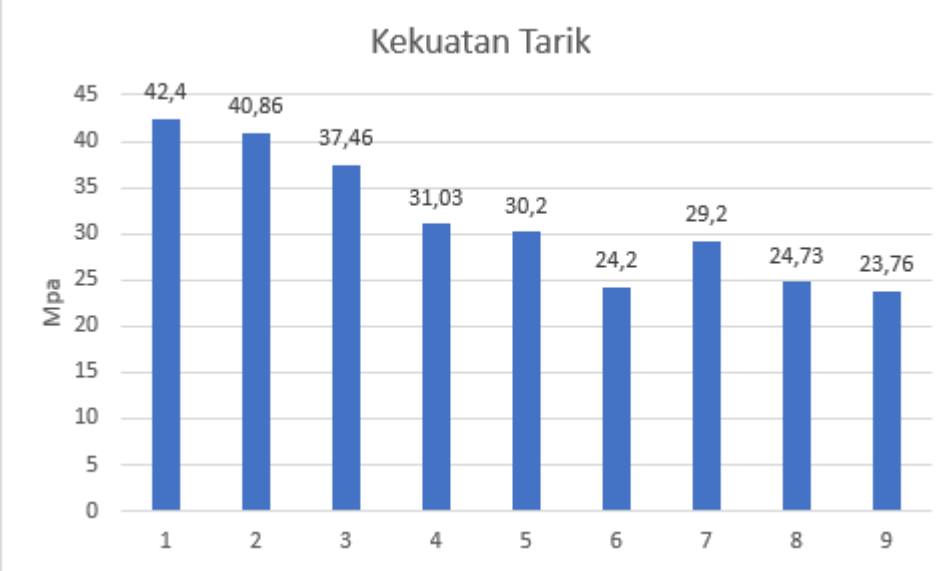
kekuatan tarik komposit. Hubungan variasi konsentrasi molase dan nilai kekuatan tarik dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Kekuatan Tarik Berdasarkan Fraksi Penambahan Molase Pada Resin

4.1.6 Analisis Interaksi Fraksi Penambahan Molase Pada Resin dan Waktu Perendaman Larutan NaOH

Nilai keseluruhan dari hasil uji kekuatan tarikditampilkan secara visual pada grafik hasil pengujian yang dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Kekuatan Tarik Berdasarkan Interaksi Kedua Faktor

Berdasarkan grafik pada gambar 4.6 terlihat bahwa rata-rata kekuatan tarik tertinggi dicapai oleh komposisi 1, yaitu pada fraksi volume seat 15% : 82% resin + 3% molase, dengan duradi perendaman serat dalam larutan NaOH selama 1 jam, menghasilakan kekuatan tarik sebesar 42,4 Mpa. Seebaliknya nilai kekuatan tarik terendah pada komposisi 8, yaitu pada fraksi 15% serat : 78% resin + 7 % molase, setelah perendaman selama 3 jam, dengan nilai sebesar 24,2 Mpa.

4.1.7 Analisis DoE Kekuatan Tarik

Untuk menganalisis pengaruh setiap faktor terhadap energi tarik biokomposit, digunakan metode statistik *Design of Experiment (DoE)* factorial penuh 3^2 dengan 2 faktor, yaitu:

- Kosentrasi molase : 3%, 5%, dan 7%
- Waktu perendaman dalam larutan NaOH: 1 jam, 2 jam, 3 jam.

Pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak Minitab, dan hasil analisis varian ditunjukkan pada gambar 4.7.

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	4	400,820	100,205	54,61	0,001
Linear	4	400,820	100,205	54,61	0,001
Molase	2	350,764	175,382	95,58	0,000
Waktu_perendaman	2	50,056	25,028	13,64	0,016
Error	4	7,340	1,835		
Total	8	408,160			

Gambar 4. 7Anova Uji Tarik

Pada gambar 4.7 diatas menunjukkan nilai F untuk masing-masing faktor:

- Konsentrasi penambahan molase memiliki nilai F-Value sebesar 95,58 dan P-Value sebesar 0,000. Karena P-Value < 0,05, maka faktor ini berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik.
- Waktu perendaman dalam larutan NaOH memiliki nilai F sebesar 13,64 dan P-Value sebesar 0,016. Karena P-Value < 0,05, maka faktor ini berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik.

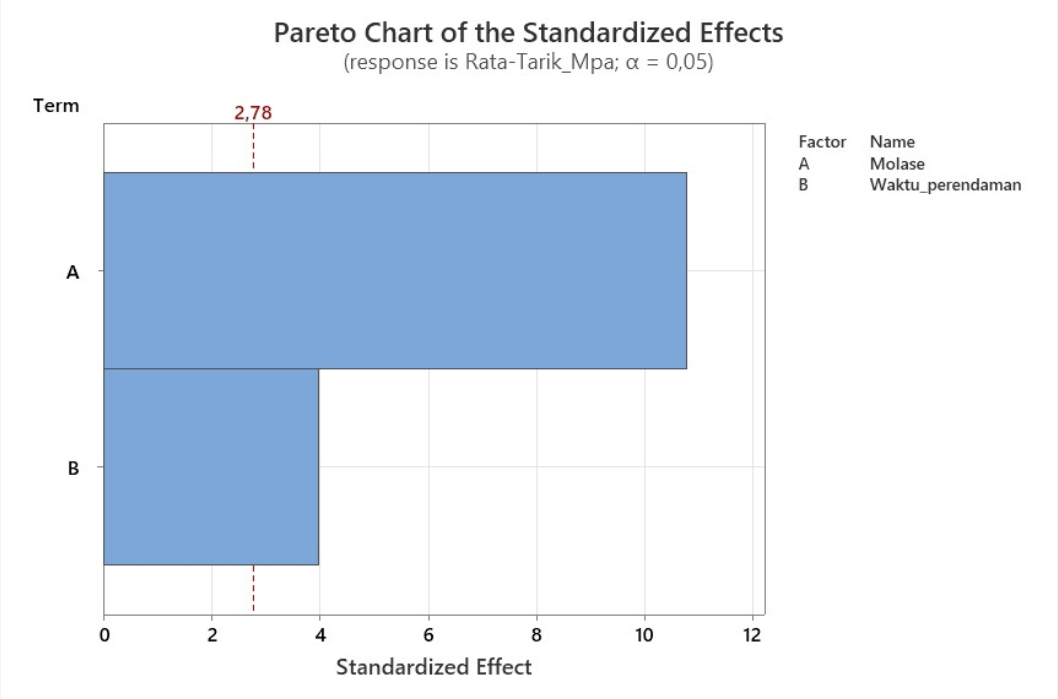
Berdasarkan hasil uji ANOVA, tiga faktor utama yaitu lama perendaman, konsentrasi NaOH, serta fraksi volume serat terbukti memberikan pengaruh signifikan terhadap energi tarik biokomposit, yang ditunjukkan oleh nilai P-value < 0,05. Di antara variabel tersebut, konsentrasi penambahan molase memiliki nilai F paling tinggi (95,58) dengan P-value terendah (0,000), sehingga dapat dikatakan sebagai faktor yang paling dominan dalam memengaruhi energi tarik. Walaupun nilai F pada faktor lama perendaman relatif lebih kecil (13,64), faktor ini tetap menunjukkan pengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik, sehingga perendaman masih berperan penting terhadap sifat mekanik material. Temuan ini juga mengindikasikan bahwa variasi konsentrasi molase dapat memengaruhi peningkatan maupun penurunan energi serapan material. Dengan demikian, dapat

disimpulkan bahwa kedua faktor tersebut berkontribusi secara signifikan terhadap kekuatan tarik komposit.

Uji Hipotesis

Pengujian hipotesis dilakukan untuk mengetahui sejauh mana masing-masing faktor memengaruhi kekuatan tarik. Dengan taraf signifikansi 0,05, suatu faktor dikatakan berpengaruh nyata apabila P-Value < 0,05. Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa faktor lama perendaman (P-Value = 0,016) serta konsentrasi penambahan molase (P-Value = 0,000) berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik karena keduanya memiliki nilai P-Value lebih kecil dari 0,05. Dengan demikian, hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima, yang mengindikasikan bahwa kedua faktor tersebut benar-benar memberikan pengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik.

Diagram Pareto



Gambar 4. 8 Diagram Pareto Uji Tarik

Diagram pareto diatas menunjukkan pengaruh masing-masing faktor terhadap kekuatan tarik biokomposit. Dua faktor yang dianalisis adalah

- Penambahan molase (A)
- Waktu perendaman NaOH (B)

Garis vertikal dengan nilai 2,78 merepresentasikan batas signifikansi statistik pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Setiap batang yang melampaui garis tersebut dinyatakan memiliki pengaruh signifikan terhadap respons.

Berdasarkan grafik, terlihat bahwa seluruh faktor melewati batas tersebut, sehingga keduanya terbukti berpengaruh signifikan. Di antara keduanya, faktor penambahan molase (A) memberikan pengaruh terbesar terhadap kekuatan tarik, diikuti oleh lama perendaman NaOH (B).

Penambahan molase pada konsentrasi yang tepat sangat menentukan perubahan kekuatan tarik biokomposit, baik peningkatan maupun penurunan. Sementara itu, lama perendaman juga berpengaruh, meskipun tingkatnya tidak sebesar faktor molase. Hasil analisis melalui diagram Pareto ini selaras dengan temuan uji ANOVA sebelumnya.

4.2 Pengolahan Data Uji Bending

4.2.1 Perhitungan Rasio Komposisi Serat

Dalam pengujian bending ini, digunakan serat kulit pohon waru dengan fraksi volume sebesar 15% serat dan 85% matriks resin. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh variasi konsentrasi molase dalam resin polyester (3%, 5%, dan 7%) serta durasi perendaman serat dalam larutan NaOH 6% selama 1, 2, dan 3 jam terhadap kekuatan lentur komposit. Perhitungan rasio komposisi spesimen untuk uji bending ditampilkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Rasio Spesimen Uji Bending

No	Wkt perendaman (Jam)	B. serat (gram)	B. resin (gram)	Katalis (gram)	Molase (gram)
1	1	0,158	5,66	0,54	0,26
2	2	0,158	5,66	0,54	0,26
3	3	0,158	5,66	0,54	0,26
4	1	0,158	5,51	0,54	0,44

5	2	0,158	5,51	0,54	0,44
6	3	0,158	5,51	0,54	0,44
7	1	0,158	5,36	0,54	0,61
8	2	0,158	5,36	0,54	0,61
9	3	0,158	5,36	0,54	0,61

4.2.2 Proses Pengambilan Data

Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang tersusun secara sistematis. Proses dimulai dengan studi literatur sebagai dasar teoritis, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan spesimen uji bending. Spesimen dibuat menggunakan resin Yukalac Polyester BTQN 157 yang dipadukan dengan molase sebagai aditif, serta diperkuat oleh serat kulit pohon waru. Komposisi bahan yang digunakan meliputi tiga variasi, yaitu: 15% serat : 82% resin + 3% molase, 15% serat : 80% resin + 5% molase, dan 15% serat : 78% resin + 7% molase. Selain itu, dilakukan variasi waktu perendaman serat dalam larutan NaOH 6% selama 1 jam, 2 jam, dan 3 jam. Kombinasi dari ketiga variabel tersebut menghasilkan sembilan spesimen uji bending, yang seluruhnya dirancang mengacu pada standar ASTM D790. Penampakan hasil cetakan spesimen dapat dilihat pada Gambar 4.9.

Gambar 4. 9 Spesimen Uji Bending

Setelah proses pencetakan selesai, setiap spesimen diberi penanda atau nomor identitas untuk mencegah kekeliruan saat proses pengujian. Tahap selanjutnya adalah mempersiapkan peralatan untuk uji bending. Mesin uji tarik dan bending yang digunakan adalah *Universal Testing Machine* Zwick Roell Z020 tipe Xforce K, yang telah dilengkapi dengan pelat tambahan sebagai dudukan spesimen uji bending. Sebelum pengujian dilakukan, mesin dikalibrasi dan disesuaikan terlebih dahulu. Setelah semua persiapan selesai, proses pengujian bending dapat dilaksanakan. Tujuan dari uji ini adalah untuk mengetahui batas kekuatan lentur suatu material saat dikenai gaya tekan pada kondisi tertentu. Tahapan pengujian bending ditunjukkan pada Gambar 4.10.

Gambar 4. 10 Proses Pengujian Bending

Ketika semua spesimen uji telah melakukan uji tarik,maka menghasilkan spesimen uji dengan kondisi melengkung atau terputus. Hasil spesimen uji bending menggunakan mesin uji dapat dilihat pada gambar 4.11 berikut.

Gambar 4. 11 Spesimen Setelah Dilakukan Uji Bending

4.2.3 Data Pengujian

Pengujian tarik dilaksanakan menggunakan alat *Universal Testing Machine* Zwick Roell tipe Xforce K. Selama pengujian berlangsung, nilai kekuatan tarik terekam secara otomatis oleh sistem setelah spesimen mengalami kegagalan atau putus. Hasil lengkap dari pengujian tersebut disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Data Hasil Uji bending (Mpa)

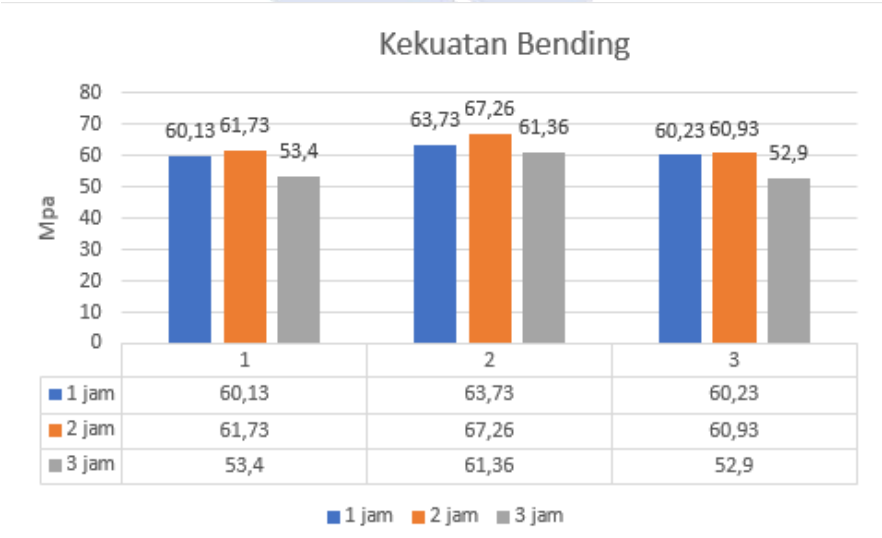
No	Hasil Pegujiaan bending (Mpa)			Rata-rata (Mpa)
	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	
1	58,2	60,3	61,9	60,13
2	60,6	63,4	61,2	61,73
3	53,1	55,7	51,4	53,4
4	63,4	62,3	65,5	63,73
5	67,7	68,2	65,9	67,26
6	60,8	59,9	63,4	61,36
7	61,7	60,1	58,9	60,23
8	59,6	62,9	60,3	60,93
9	52,9	50,8	55,2	52,9

Berdasarkan data kekuatan tarik yang disajikan pada Tabel 4.4, terlihat adanya variasi nilai kekuatan antar spesimen. Perbedaan ini dipengaruhi oleh variasi kadar molase yang ditambahkan ke dalam resin serta lamanya waktu

perendaman serat dalam larutan NaOH. Faktor-faktor tersebut memberikan kontribusi terhadap perolehan nilai kekuatan bending rata-rata tertinggi maupun terendah. Nilai rata-rata kekuatan bending maksimum dicapai pada komposisi volume serat 15% : 80% resin + 5% molase, dengan waktu perendaman serat selama 2 jam, yaitu sebesar 67,26 MPa. Sebaliknya, nilai kekuatan bending rata-rat terendah tercatat pada komposisi 15% serat : 82% resin + 3% molase, dengan perendaman serat selama 3 jam, yakni sebesar 52,9 MPa.

4.2.4 Analisis Faktor Waktu Perendaman Serat Menggunakan Larutan NaOH

Hasil pengujian eksperimental menunjukkan bahwa durasi perendaman serat dalam larutan NaOH mampu mempengaruhi keuatan mekanik komposit secara signifikan. Rata-rata perendaman selama 2 jam menghasilkan kekuatan bending yang tinggi, sedangkan durasi perendaman yang kurang dari 2 jam atau lebih menyebabkan penurunan kekuatan bending. Hal ini menunjukkan adanya batas optimal waktu perendaman yang mendukung pembentukan ikatan antar komponen komposit. Grafik kekuatan bending berdasarkan variasi waktu perendaman disajikan pada gambar 4.12.

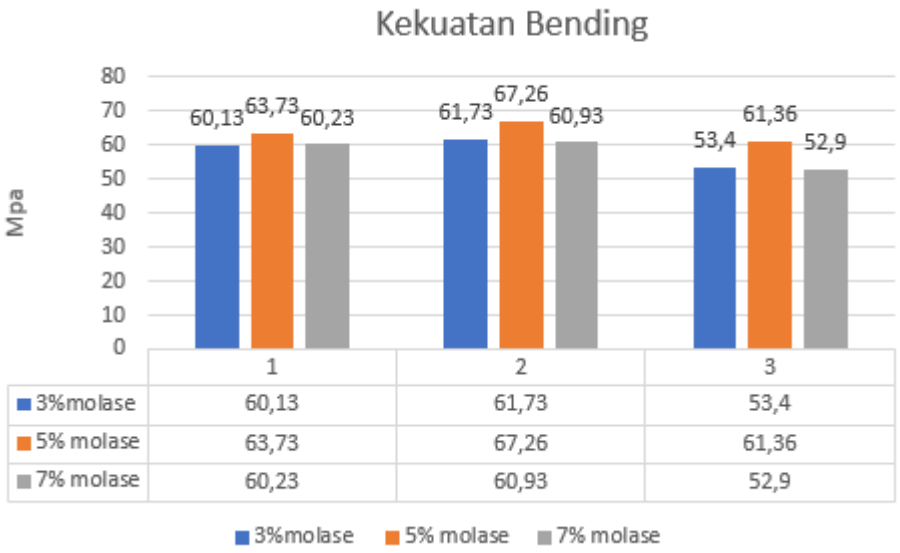


	1	2	3
1 jam	60,13	63,73	60,23
2 jam	61,73	67,26	60,93
3 jam	53,4	61,36	52,9

Gambar 4. 12 Kekuatan Tarik Berdasarkan Waktu Perendaman Larutan NaOH

4.2.5 Analisis Faktor Penambahan Molase Pada Resin

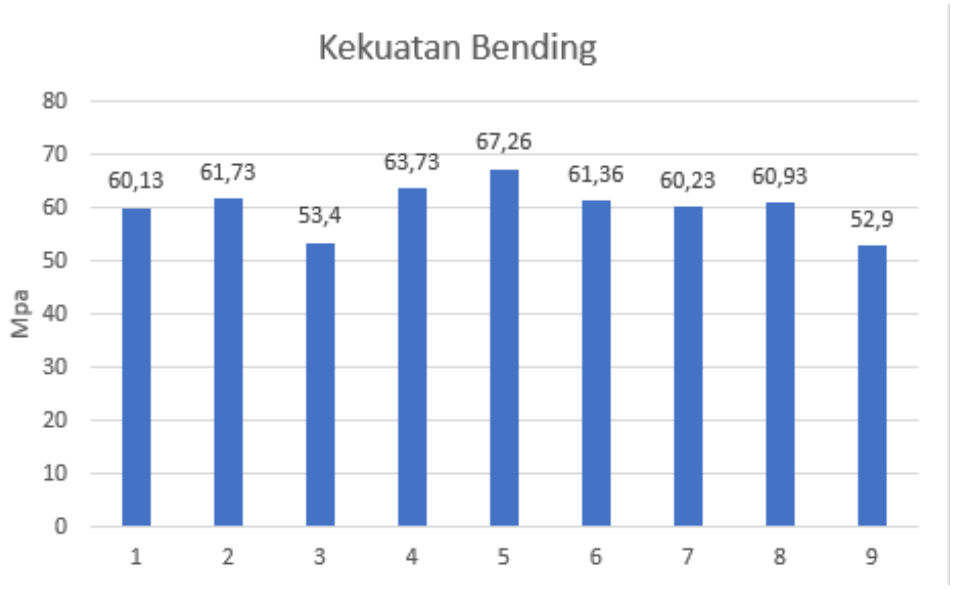
Dari hasil pengujian, diketahui bahwa persentase penambahan molase pada resin turut mempengaruhi kekuatan komposit pada pengujian bending. Penambahan molase sebesar 5% menghasilkan rata-rata kekuatan bending tertinggi mencapai 67,26 Mpa. Namun, jika kandungan molase melebihi atau kurang dari 5% maka akan terjadi penurunan kekuatan bending. Hal ini mengidentifikasikan bahwa konsentrasi molase yang optimal diperlukan untuk mendukung integritas struktur komposit. Data kekuatan bending terhadap variasi penambahan molase dapat dilihat pada gambar 4.13.



Gambar 4. 13 Kekuatan Tarik Berdasarkan Fraksi Penambahan Molase Pada Resin

4.2.6 Analisis Interaksi Fraksi Penambahan Molase Pada Resin dan Waktu Perendaman Larutan NaOH

Interaksi antara dua faktor utama dapat dilihat pada grafik hasil pengujian tarik yang ditampilkan pada gambar 4.14 .



Gambar 4. 14 Kekuatan Bending Berdasarkan Interaksi Kedua Faktor

komposisi molase dalam resin dan lamanya perendaman serat dalam larutan NaOH, menunjukkan pengaruh terhadap ekuatan bending. Berdasarkan grafik gambar 4.12, komposisi terbaik diperoleh pada komposisi 5 yaitu volume serat 15%, resin 80%, molase 5%, dan waktu perendamann 2 jam, dengan kekuatan bending mencapai 67,7 Mpa. Sementara itu, nilai terendah ditunjukkan oleh komposisi 9 volume serat 15%, resin 78%, molase 7% dan waktu perendaman 3 jam dengan kekuatan sebesar 52,9 Mpa. Jadi penggunaan molase disarankan 5% dan waktu perendaman 2 jam untuk pengujian bending.

4.2.7 Analisis DoE Kekuatan Bending

Untuk menganalisis pengaruh setiap faktor terhadap energi bending biokomposit, digunakan metode statistik *Design of Experiment (DoE)* factorial penuh 3^2 dengan 2 faktor, yaitu:

5. Kosentrasi molase : 3%, 5%, dan 7%
6. Waktu perendaman dalam larutan NaOH: 1 jam, 2 jam, 3 jam.

Pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak Minitab, dan hasil analisis varian ditunjukkan pada gambar 4.15

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	4	158,608	39,652	21,29	0,006
Linear	4	158,608	39,652	21,29	0,006
Molase	2	69,781	34,891	18,73	0,009
Waktu_perendaman	2	88,827	44,413	23,85	0,006
Error	4	7,450	1,862		
Total	8	166,058			

Gambar 4. 15 Anova Uji Bending

Pada gambar 4.15 diatas menunjukkan nilai F untuk masing-masing faktor:

- Konsentrasi penambahan molase memiliki nilai F-Value sebesar 18,73 dan P-Value sebesar 0,009. Karena P-Value < 0,05, maka faktor ini berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik.
- Waktu perendaman dalam larutan NaOH memiliki nilai F sebesar 23,85 dan P-Value sebesar 0,006. Karena P-Value < 0,05, maka faktor ini berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik.

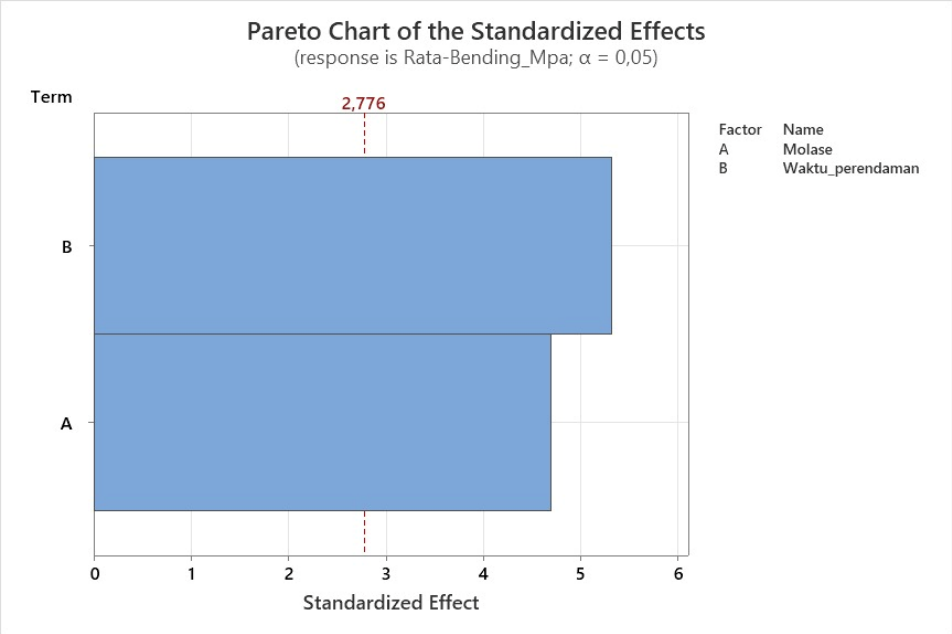
Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa ketiga faktor, yaitu lama perendaman, konsentrasi NaOH, serta fraksi volume serat, berpengaruh signifikan terhadap energi bending biokomposit, yang ditunjukkan dengan nilai P-value seluruhnya < 0,05. Di antara faktor tersebut, variabel lama perendaman NaOH memiliki nilai F tertinggi (23,85) dengan P-value terendah (0,006), sehingga dapat dikatakan sebagai faktor paling dominan dalam memengaruhi energi bending. Sementara itu, meskipun nilai F pada faktor penambahan molase lebih kecil (18,73), faktor ini tetap terbukti signifikan terhadap kekuatan tarik, yang berarti lama perendaman tetap memberikan kontribusi penting terhadap sifat mekanik

material. Hasil ini juga memperlihatkan bahwa variasi konsentrasi molase dapat menyebabkan peningkatan maupun penurunan energi serapan material. Dengan demikian, kedua faktor utama tersebut berperan signifikan dalam menentukan kekuatan bending komposit.

Uji Hipotesis

Pengujian hipotesis dilakukan untuk menilai pengaruh tiap faktor terhadap kekuatan bending. Dengan taraf signifikansi 0,05, suatu faktor dinyatakan berpengaruh signifikan apabila memiliki P-Value < 0,05. Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa faktor lama perendaman NaOH (P-Value = 0,006) dan konsentrasi penambahan molase (P-Value = 0,009) sama-sama berpengaruh signifikan terhadap kekuatan bending karena nilai P-Value keduanya lebih kecil dari 0,05. Dengan demikian, hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima, yang mengindikasikan bahwa kedua faktor tersebut benar-benar memberikan pengaruh nyata terhadap kekuatan bending.

Diagram Pareto



Gambar 4. 16 Diagram Pareto Uji Bending

Diagram pareto diatas menunjukkan pengaruh masing-masing faktor terhadap kekuatan tarik biokomposit. Dua faktor yang dianalisis adalah

- Penambahan molase (A)
- Waktu perendaman NaOH (B)

Garis vertikal dengan nilai 2,776 menunjukkan batas signifikansi statistik pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Setiap batang yang melampaui garis tersebut dianggap memiliki pengaruh signifikan terhadap respons.

Berdasarkan grafik, terlihat bahwa seluruh faktor memberikan efek signifikan karena nilai efek terstandarisasi faktor A dan B sama-sama melewati batas signifikansi. Di antara keduanya, lama perendaman NaOH (B) memberikan pengaruh terbesar terhadap kekuatan tarik, diikuti oleh faktor penambahan molase (A).

Konsentrasi molase yang tepat terbukti memengaruhi perubahan kekuatan bending biokomposit, baik peningkatan maupun penurunan. Sementara itu, faktor penambahan molase juga berkontribusi, meskipun pengaruhnya tidak sebesar lama perendaman NaOH. Hasil analisis diagram Pareto ini sejalan dengan temuan yang diperoleh dari uji ANOVA sebelumnya.

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil pengujian yang didapatkan bahwa dari beberapa variasi penambahan molase dengan waktu perendaman serat dengan larutan NaOH serat kulit pohon waru, didapatkan rata-rata nilai tertinggi pada kekuatan tarik pada fraksi 15% serat : 82 % resin + 3% molase dengan waktu perendaman serat menggunakan larutan NaOH 1 jam yaitu 42,4 Mpa. Sedangkan rata-rata nilai kekuatan terendah ada pada fraksi 15% serat : 78% resin + 7% molase dengan waktu perendaman serat menggunakan larutan NaOH selama 3jam yaitu 24,2 Mpa. Sedangakan untuk kekuatan uji bending didapatkan rata-rata nilai tertinggi pada fraksi 15% serat : 80% resin + 5% molase dengan perendaman serat menggunakan larutan NaOH selama 2 jam yaitu 67,26 Mpa dan untuk rata-rata kekuatan terendah pada uji bending terdapat pada fraksi 15% serat : 78% resin + 7% molase dengan perendaman selama 3 jam yaitu 52,9 Mpa. Dari hasil pengolahan data bahwa seriap faktor eksperimental keputusan akhir menyatakan bahwa dalam uji tarik perendaman serat tidak disaranan melebihi 1 jam dengan perendaman dengan NaOH 6% dan tidak disarankan juga penggunaan molase lebih dari 3% karena dapat menurunkan kekuatan tarik pada komposit. Sedangkan pada uji bending bertolak belakang dengan uji tarik karena perendaman serat yang dibutuhkan pada uji bending harus 2 jam dan untuk penambahan molase pun disarankan 5% karena kalua di bawah 5% dan diatas 5% dapat membuat komposit dalam uji bending mengalami penurunan kekuatan bending . Jadi penambahan molase dan perendaman serat dengan larutan NaOH dapat mempengaruhi kekuatan tarik dan bending pada komposit serat waru

5.2 Saran

Sebagai bentuk kontribusi terhadap pengembangan penelitian terkait komposit berbahan serat kulit pohon waru, penulis menyampaikan beberapa saran

yang diharapkan dapat menjadi acuan atau referensi bagi peneliti selanjutnya dalam melanjutkan studi bidang ini yaitu:

1. Untuk penelitian selanjutnya pada proses pengambilan serat kulit pohon waru, disarankan dalam pengambilan serat harus berhati-hati dalam pengelupan kulit dari batang waru tersebut agar serat tidak mengalami kerusakan.
2. Pada penelitian selanjutnya saat pembuatan spesimen komposit harus lebih teliti lagi dalam pencetakan untuk menghindari kecacatan pada spesimen agar tidak banyak membuang waktu dan bahan yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Nurun Nayiroh, "Teknologi Material Komposit", Laporan Akhir, Universitas Islam Negeri Maulana, Malang, 2013.

[2] Arief Rizki Fadhillah1, Dadang Hermawan, Arie Restu Wardhani "Pengaruh Prosentase Larutan Naoh Pada Proses Alkalisasi Serat Kulit Pohon Waru (Hibiscus Tiliaceus) Sebagai Reinforcement Komposit Terhadap Kekuatan Tarik Serat Tunggal," *Jurnal Program Studi Teknik Mesin Um Metro*, vol. 8, no. 2, pp. 111-118, 2019.

[3] Tito Arif Sutrisno, I Kadek Deo Krisma Arta , I Komang Astana Widi , Rosadila Febritasari "Pengaruh Variasi Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Tarik Matrik Resin Epoxy Berpenguat Serat Praksok Dengan Perlakuan Alkalisasi Naoh," *Institut Teknologi Nasional Malang*, vol. 6, no. 4.pp. 1-12, 2022.

[4] Tyas Nyonita Punjungsari "Pengaruh Molase Terhadap Aktivitas Konsorsium Bakteri Pereduksi Sulfat Dalam Mereduksi Sulfat (So4-)," *Jurnal Viabel Pertanian*, vol. 11, no.2, pp. 39-49, 2017.

[5] Andesta Celya Harlina , Ropiudin , Abdul Mukhlis Ritonga "Pengaruh Kadar Perekat Molase Dan Lama Pengeringan Terhadap Kualitas Biobriket Dari Tempurung Kelapa Dan Sekam Padi," *Journal Of Agricultural And Biosystem Engineering Research*, vol. 2, no. 2, pp. 19-27, 2021.

[6] Jajang Sutiawan, Alifah Syahfitri , Sukma Surya Kusumah , Dede Hermawan , Rita Kartika Sari , Luthfi Hakim , Efri Mardawati and Muhammad Adly Rahandi Lubis "Influence Of Formulation And Hot-Pressing Conditions On The Performance Of Bio-Based Molasses Adhesive For Plywood," *Journal Of Renewable Materials*, vol. 12, no. 8, pp. 1-15,2024.

[7] Nurullah Kartalog˘lu, Ali Delibas, "Utilization Of Molasses As A Renewable Resource: Development Of Hybrid Acrylic Latexes For Sustainable Building Materials," *Journal Of Coatings Technology And Research,* vol. 22, no. 4, pp. 1-12, 2025.

[8] Melih Sahinoz, Hüseyin Yılmaz Aruntas¸ Metin Gürü, "Processing Of Polymer Wood Composite Material From Pine Cone And The Binder Of Phenol Formaldehyde/Pvac/Molasses And Improvement Of Its Properties," *Case Studies In Construction Materials,* vol.16, pp. 1-15, 2022.

[9] W. A. Wirawan, S. A. Setyabudi And T. D. Widodo, "Pengaruh Kadar Perekat Molase Dan Lama Pengeringan Terhadap Kualitas Biobriket Dari Tempurung Kelapa Dan Sekam Padi," *Prosiding Sntt 2017 – Politeknik Negeri Malang,* vol. 2, no. 2, pp. 29-34, 2017.

[10] Hendriwan Fahmi, Harry Hermansyah "Pengaruh Orientasi Serat Pada Komposit Resin Polyester/ Serat Daun Nenas Terhadap Kekuatan Tarik," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 1 no. 1, pp. 46-52,2011.

[11] Ida Ayu Kusumaningtyas1)dan Urip Wahyuningsih "Analisa hasil penelitian tentang teknik ecoprint Menggunakan mordantawas ,Kapur ,Dan tunjung pada serat alam," *Jurnal Online Tata Busana*,vol. 10, no. 03, pp. 9-14, 2021.

[12] Muhammad Irwan , Neny Rasnyanti M Aras, "Analisis Kekuatan Impak Komposit Serat Batang Pohon Waru (Hisbiscus Tiliaceus)," *Jurnal Teknik Mesin Indonesia,,* vol. 18, no. 2, pp. 27-30, 2023.

[13] Misbah Zainul Wahid "Analisa Kekuatan Poros Komposit Polyester Serat Batang Waru Yang Disusun Simetri 30, 50, 70 Terhadap Pengujian Puntir,"Laporan Akhir Proyek Akhir, *Universitas Muhammadiyah Surakarta,* surakarta, 2017.

[14] Rahmat Iskandar Fajri, Tarkono, dan Sugiyanto, "Studi Sifat Mekanik Komposit Serat Sansevieria Cylindrica Dengan Variasi Fraksi Volume Bermatrik Polyester," *Jurnal Fema,*vol.1, no.2, pp. 85-93, 2013.

[15] Chaerul Gautama R,Muhammad Fa'iz Alfatih, Sabri Alimi,"Eksperimen Uji Bending Pada Komposit Resin Polyester Dan Epoxy Serat Jerami Padi Dengan Proses Hand Lay Up," *Jurnal Teknik, Elektronik, Engin,* vol. 8 no. 2, pp. 237-242, 2022.

[16] Arlen Larangahen, B. Bagau, M. R. Imbar,H. Liwe, "Pengaruh Penambahan Molases Terhadap Kualitas Fisik Dan Kimia Silase Kulit Pisang Sepatu (Mussa Paradisiaca Formatypica)," *Jurnal Zootek* , vol. 37, no. 1, pp. 156-166, 2017.

[17] Denny Widhiyanuriyawan, Nurkholis Hamidi, "Variasi Temperatur Pemanasan Zeolite Alam-Naoh Untuk Pemurnian Biogas,"Laporan Akhir Proyek Akhir, *Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang,* Malang, 2013.

[18] Robert DentiSalindeho, Jan Soukota ,Rudy Poeng, "Pemodelan Pengujian Tarikuntuk Menganalisis Sifat Mekanik Material," *Jurnal Poros Teknik Mesin Unsra,* vol. 2, no. 2, pp.1-11, 2013.

[19] Muhammad Dimas Arya Nugraha, "Pengaruh Struktur Penyusunan Filer/ Serat Kulit Jagung Pada Komposit Resin Poliyester Yerhadap Ujin Bending Sebahgai Pengganti Plafon," *Politeknik Negeri Sriwijaya*, vol.2, no. 2, pp. 1-14, 2020.

[20] Dios Setya Maha Putra, "Metode Eksperimental Arsitektur,"Laporan Akhir, *Academia*, yogyakarta,2015.

[21] Putra Zarviansyah, Juanda, Nanda Pranandita, "Pengaruh Variasi Fraksi Volume Komposit Serat Sabut Kelapa Matrik Polyester Terhadap Kekuatan Tarik," *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan,* vol. 01, no. 2, pp. 440-446, 2023.

[22] Snyder, Carl F.; Hammond, Lester Davisson, "Determination Of Weight Per Gallon Of Blackstrap Molasses," *Us Government Printing Office.*,vol. 21, no. 345, pp. 1-6, 1927.

[23] Umar, Muhammad Hasan; Mujiburrohman, M "Pengaruh Fraksi Volume Penguat Terhadap Kekuatan Komposit Dari Serbuk Sabut Kelapa Dan Serat Pelepah Batang Pisang-Epoxy," Laporan Akhir *Universitas Muhammadiyah Surakarta,* Surakarta, 2019.

[24] Rachman, Aditya, and Juanda Juanda, "Pengaruh Variasi Arah Serat Dan Fraksi Volume Serat Pandan Duri Terhadap Kekuatan Tarik Dan Impak Sebagai Material Alternatif Helm Sni," *Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung,* vol.2 no. 01, pp. 1-71, 2022.

[25] Viky Hermawan1, Nova R.Ismail, Akhmad Farid, Arief Rizki Fadhillah, "Pengaruh Penambahan Serbuk Alumina (Al203) Pada Resin Polyester Btqn 157 Terhadap Kekuatan Impact Komposit Serat Kulit Pohon Waru (Hibiscus Tiliaceus)," *Jurnal Energi Dan Teknologi Manufaktur* , vol. 03, no. 02, pp. 25-32, 2020.

[26] Harun N. Beliu, Yeremias ,M. Pell,Jahirwan Ut Jasron, "Analisa Kekuatan Tarik Dan Bendingpada Komposit Widuri -Polyester," *Ljtmu,* vol. 3 no. 2,pp. 11-20, 2016.

[27] Harun N. Beliu, Yeremias ,M. Pell,Jahirwan Ut Jasron, "Analisa Kekuatan Tarik Dan Bendingpada Komposit Widuri -Polyester," *Ljtmu,* vol. 3 no. 2, pp. 11-20, 2016.

[28] Francis L King, A Arul Jeya Kumar,and Srinivasan Vijayaragahavan, "Mechanical Characterization Of Polylactic Acid Reinforced Bagasse/Basalt Hybrid Fiber Composites," *Journal Of Composite Materials*, vol. 53, no. 1, pp. 33-43, 2019.

LAMPIRAN 1

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama	: Riko Febriansyah
Tempat, Tanggal Lahir	: Belinyu, 11 Februari 2004
Jenis Kelamin	: Laki-laki
Agama	: Islam
Alamat	: Kp Pulau Punai
Kecamatan	: Belinyu, Kabupaten Bangka, Kepulauan Bangka Belitung
No telepon/HP	: 082184928367
Email	: koko123word@gmail.com

2. Riwayat Pendidikan

SD N 6 Belinyu	(2010-2016)
SMP YPN Belinyu	(2016-2019)
SMK YPN Belinyu	(2019-2022)

Sungailiat, 03 Januari 2025

Riko Febriansyah

LAMPIRAN 2

BUKTI PLAGIASI

Riko Febriansyah

Pengaruh Penambahan Molase pada Resin polyester BTQN 157 dan Lamanya Perendaman Larutan NaOH Terhadap kekuatan...

Proyek Akhir 2025 D4

PA D4 2025

Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Document Details

Submission ID
trn:oid:::1:3338654552

Submission Date
Sep 14, 2025, 8:40 PM GMT+7

Download Date
Sep 14, 2025, 8:55 PM GMT+7

File Name
LAPORAN_PROYEK_AKHIR_RIKO_FEBRIANSYAh11.docx

File Size
1.7 MB

49 Pages

7,266 Words

42,898 Characters

turnitin Page 1 of 52 - Cover Page Submission ID trn:oid:::1:3338654552

5% Overall Similarity

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

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text

Top Sources

5% Internet sources
0% Publications
0% Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

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

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

turnitin Page 2 of 52 - Integrity Overview Submission ID trn:oid:::1:3338654552

Top Sources

5% Internet sources
0% Publications
0% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

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

1 Internet

repository.polman-babel.ac.id **5%**

turnitin Page 3 of 52 - Integrity Overview Submission ID trn:oid:::1:3338654552

LAMPIRAN 3

PERHITUNGAN VOLUME CETAKAN

1. Volume Cetakan Uji Tarik

   Diketahui V_1:

   Panjang = 80 mm

   Lebar = 13 mm

   Tinngi = 4,86 mm

   Penyelesaian:

   V_1 = 80 mm x 13mm x 4,86 mm = 5044 mm^3 = 5,044 cm^3

   Diketahui V_2:

   Panjang = 22 mm x 2 = 44 mm

   Lebar = 19 mm

   Tinngi = 4,86 mm

   Penyelesaian:

   V_2 = 2 x (22 mm x 19 mm x 4,86 mm) =2 x 2037 mm^3 = 4052 mm^3 = 4,052 cm^3

   Diketahui V_2:

   Panjang = 31,5 mm x 2 = 63 mm

   Lebar = rata-rata 16 mm

   Tinngi = 4,86 mm

   Penyelesaian:

   V_3 = 2 x (31,5 mm x 16 mm x 4,86 mm) = 2 x 2, 452 mm^3 = 4904 mm^3= 4,904 cm^3

   Penyelesaian:

   $V_{total} = V_1 + V_2 + V_3$ = 5,044 cm^3 + 4,052 cm^3 + 4,904 cm^3 = 14 cm^3

2. Volume Cetakan Uji Bending

Diketahui:

Panjang total = 132,1 mm = 13,21 cm

Lebar = 12 mm = 1,2 cm

Tebal = 4 mm = 0,4 mm

Radius ujung = 6 mm x 2 = 12 mm = 1,2 cm

Panjang bagian lurus = 132,1 mm -12 mm =120,1 mm = 12,01 cm

Volume bagian tengah (balok)

V_1 = 12,01 cm x 1,2 cm x 0,4 cm = 5,763 cm^3

Volume lingkaran

$V_2 = \pi r^2 h$ = 3,14 cm x $(0,6)^2$ cm x 0,4 cm = 0,452 cm^3

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

LAMPIRAN 4

POSTER

PROYEK AKHIR

Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung Tahun 2025

Pengaruh penambahan molase pada resin polyester BTQN 157 dan lamanya perendaman larutan NaOH terhadap kekuatan tarik dan bending pada komposit serat pohon waru

Riko Febriansyah

Pembimbing 1:

Muhammad Subhan, S.S.T.,M.T.

Pembimbing 2:

Dr Ilham Ary Wahyudi, S.S.T., M.T

LATAR BELAKANG

Komposit adalah bahan rekayasa gabungan dari dua atau lebih material dengan sifat berbeda yang tetap terpisah dalam hasil akhirnya. Saat ini, kebutuhan komposit ringan, kuat, dan ramah lingkungan mendorong pemanfaatan serat alam, seperti **serat kulit pohon waru (Hibiscus tiliaceus)**, yang banyak ditemukan di Bangka dan dikenal memiliki kekuatan tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk **mengembangkan material joran pancing** dengan menggunakan **serat kulit pohon waru yang telah di-alkalisasi (perendaman NaOH 6%)** serta **penambahan molase (3%, 5%, 7%)**

KESIMPULAN

menunjukkan bahwa **komposisi dan waktu perendaman serat sangat mempengaruhi kekuatan tarik dan bending** komposit serat kulit pohon waru. **Kekuatan tarik tertinggi**:42,5 MPa pada fraksi **15% serat : 82% resin + 3% molase**, dengan **perendaman serat 1 jam** dalam larutan NaOH 6%.**Kekuatan tarik terendah**:24,2 MPa pada fraksi **15% serat : 78% resin + 7% molase**, perendaman **3 jam**. **Kekuatan bending tertinggi**:67,7 MPa pada fraksi **15% serat : 80% resin + 5% molase**, perendaman **2 jam**. **Kekuatan bending terendah**: 52,9 MPa pada fraksi **15% serat : 78% resin + 7% molase**, perendaman **3 jam**. Untuk **uji tarik**, perendaman **tidak lebih dari 1 jam** dan **molase maksimal 3%**. Untuk **uji bending**, perendaman **2 jam** dan **molase 5%** memberikan hasil terbaik. Penambahan molase dan waktu perendaman **berpengaruh signifikan terhadap kekuatan mekanik komposit**

DATA PENGUJIAN