



Pengaruh Penambahan Molase Pada Resin Dan Lamanya Perendaman Larutan NaOH Terhadap Kekuatan Bending Pada Komposit Serat Waru

Riko Febriansyah¹, Muhammad Subhan², Ilham Ary Wahyudie³, Yuliyanto⁴

^{1,2,3,4} Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

Email : koko123word@gmail.com

Received:11 Desember 2025; Received in revised form:25 Desember 2025; Accepted:25 Desember 2025

Abstract

*Composites are engineered materials resulting from the combination of two or more different materials, each possessing its own advantages. Waru tree bark fibers (*Hibiscus tiliaceus*) have significant potential as natural reinforcement in composites, especially after undergoing alkali treatment. Furthermore, molasses possesses good adhesive characteristics to enhance the mechanical and thermal properties of composites when applied as an additive in the resin matrix. However, the combined use of waru fiber and molasses in polyester resin is still rarely studied. This research aims to investigate the effect of molasses addition to BTQN 157 polyester resin in three variations (3%, 5%, and 7%), as well as the effect of fiber immersion duration in 6% NaOH solution (for 1 hour, 2 hours, and 3 hours) on the bending strength of the composite. Specimen preparation utilized the ASTM D790 standard with dimensions of 120mm in length, 12mm in width, and 4mm in height. The results showed that the highest bending strength reached 67.7 MPa at a composition of 15% fiber, 80% resin, and 5% molasses after 2 hours of immersion. This indicates that the addition of molasses and the immersion time significantly affect the mechanical strength of the composite.*

Keywords: composite; waru fiber; NaOH; molasses; bending test

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, Di sisi lain, molase memiliki karakteristik adhesif yang baik untuk meningkatkan sifat mekanik dan termal komposit bila diaplikasikan sebagai aditif dalam matriks 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 bending komposit. Proses pembuatan spesimen menggunakan standar ASTM D790 dengan ukuran panjang 120mm, lebar 12mm, dan tinggi 4mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 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; serat waru; NaOH; molase; uji bending

1. PENDAHULUAN

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] [2] [3] [4] [5]. 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 [6] [7] [8]. Untuk penggunaan serat dilakukan dengan fraksi volume serat 15% karena dari hasil penelitian menunjukkan nilai kekuatan tarik tertinggi terjadi pada variasi 15% serat dengan rata-rata tegangan 34.82 MPa, nilai regangan 6,3 % [9].

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 [10].

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. [11]. Karakteristik termal molase juga mengalami perubahan positif setelah pencampuran dengan asam sitrat, dimana terjadi fenomena pengerasan perekat yang dapat meningkatkan stabilitas termal komposit [12].

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 [13]. Penggunaan molase sebagai pengganti PVAc, yang digunakan sebagai pengikat setelah rasio ditentukan secara eksperimental dalam campuran material komposit. Peningkatan kekuatan lentur dalam sampel komposit dengan menambahkan molase hingga 35% dalam sampel komposit dapat dijelaskan oleh sifat pengikat gula dalam molase [14].

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.

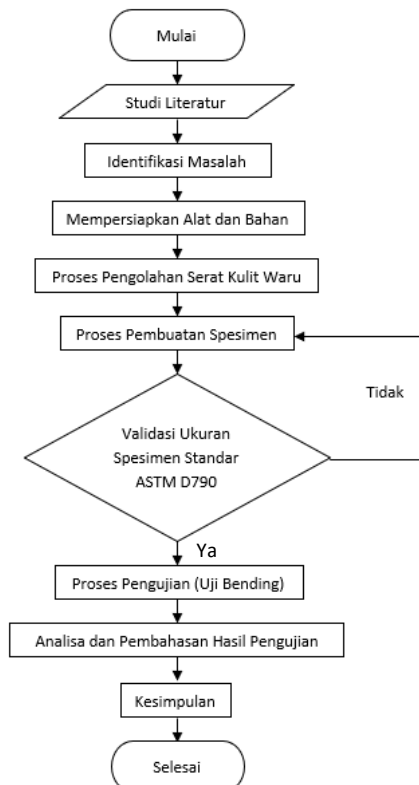
Penelitian mengenai penggunaan resin polyester sebagai matriks menunjukkan hasil yang menjanjikan, dimana matriks polyester menunjukkan kekuatan tertinggi dibandingkan dengan matriks epoksi [15]. Penambahan serat alam ke dalam resin polyester juga terbukti dapat meningkatkan nilai kekuatan tarik secara signifikan [16].

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 bending, guna mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya alam lokal dalam pengembangan material komposit yang ramah lingkungan.

2. METODE PENELITIAN

Tahapan-tahapan penelitian ini dilakukan dengan mengikuti diagram alir dapat dilihat pada Gambar 1.

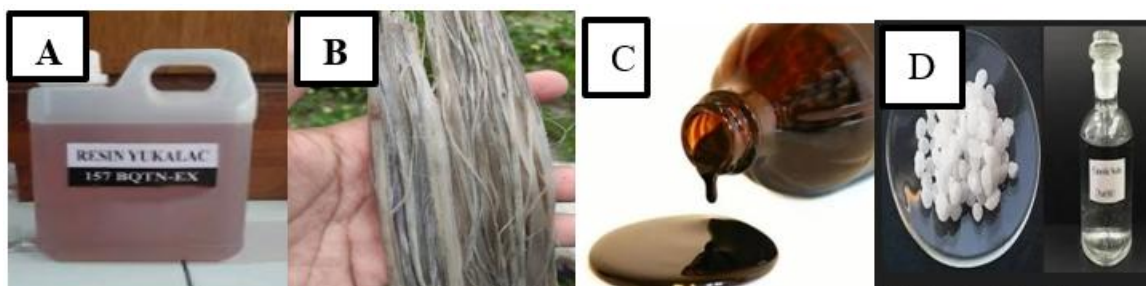


Gambar.1 Diagram Alir Penelitian

Proses penelitian ini mengikuti langkah-langkah yang ada pada diagram alir diatas, dimulai dari pemulihan tema dan penentuan judul, mempersiapkan alat dan bahan penelitian, membuat spesimen dan melakukan pengujian, analisa hasil pengujian, dan kesimpulan.

2.1 BAHAN PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu serat kulit pohon waru sebagai penguat, resin polyester BTQN 157, molase sebagai matrik, dan larutan NaOH 6% digunakan sebagai penghilang kotoran dan lignin pada serat yang merupakan larutan basa. Dapat dilihat bahan yang digunakan pada Gambar 2.



Gambar 2. A resin, B serat waru, C molase, dan D larutan NaOH

2.2 PROSES PENGAMBILAN SERAT KULIT WARU

Proses pengambilan dan pengolahan serat waru ada beberapa langkah yang harus dilakukan sebagai berikut:

1. Menebang pohon waru di dekat daerah muara-muara sungai ambil secukupnya saja.
2. Kemudian kuliti batang pohon waru yang telah di ambil sebelumnya, lalu rendam didalam wadah yang berisi air selama 1-2 minggu. Perendaman kulit pohon waru bertujuan untuk agar pengambilan serat pada kulit waru lebih mudah.
3. Setelah direndam lalu diangkat dan cuci bersih kulit pohon waru tersebut. Kemudian ambil serat waru dari kulit pohon waru tersebut dengan cara dikelupas saja. Biasanya kulit pohon waru yang sudah direndam seratnya akan sedikit terurai dan mengelupas.
4. Proses pengeringan serat kulit waru dilakukan dengan cara dijemur dibawah sinar matahari sampai serat benar-benar kering.
5. Kemudian serat dilakukan perendaman menggunakan alkali 6% NaOH selama 1jam, 2jam, dan 3jam.
6. Serat kemudian dibilas atau dicuci sampai bersih, lalu lakukan pengeringan serat dengan cara dijemur di bawah sinar matahari sampai benar-benar kering.
7. Setelah serat kering dilakukan pemotongan serat sesuai yang telah ditentukan yaitu sepanjang cetakan.

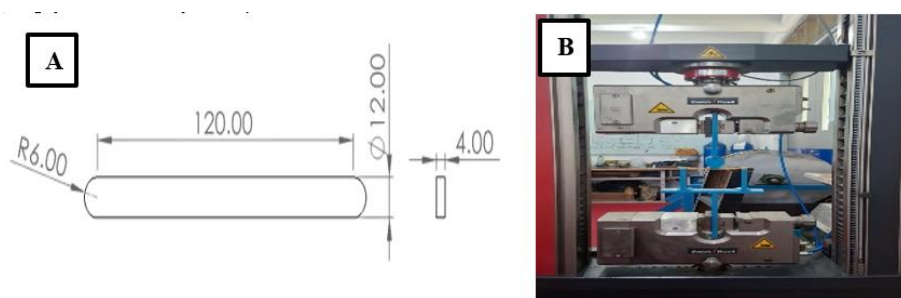
2.3 PROSES PEMBUATAN SPESIMEN

Pada proses penelitian ini dilakukan pembuatan spesimen uji bending berdasarkan standar yang digunakan yaitu ASTM D790 untuk uji bending.

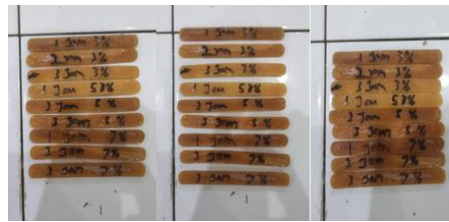
1. Siapkan serat kulit pohon waru yang telah mengalami proses alkalisasi melalui perendaman larutan NaOH selama 1,2, dan 3 jam, kemudian dikeringkan. Panjang serat yang digunakan disesuaikan dengan dimensi cetakan uji bending.
2. Hitung massa bahan yang diperlukan sesuai dengan parameter komposisi yang telah ditentukan sebelumnya.
3. Timbang setiap bahan menggunakan timbangan digital berdasarkan hasil perhitungan. Pastikan alat timbangan digital telah dikalibrasi untuk menjaga ketelitian.
4. Lapsi bagian dalam cetakan dengan lapisan wax agar spesimen tidak menempel dan mudah dilepas setelah proses pengeringan.
5. Tata serat kulit waru ke 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.
6. Biarkan cetakan hingga spesimen mengering sepenuhnya. Setelah kering, lepaskan spesimen dari cetakan secara hati-hati dan beri tanda sesuai komposisinya.
7. Ulangi proses ini hingga jumlah spesimen uji bending yang dibutuhkan tercapai.

2.4 PENGOLAHAN DATA

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan melalui metode eksperimen faktorial, di mana pembuatan, pengujian, dan pengolahan sampel dilaksanakan secara langsung. Spesimen uji tarik dibuat sesuai dengan standar ASTM D790 dengan ukuran panjang 120 mm, lebar 12 mm, dan ketebalan 4 mm. Pengujian tarik menggunakan mesin Zwick/Roell Z020. Adapun bentuk spesimen ASTM D3039 dan mesin pengujian tarik ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. A Bentuk Spesimen Uji Bending Dan B Proses Pengujian Bending



Gambar 4 Sempel Spesimen Uji Bending

Analisis pada penelitian ini menggunakan metode desain eksperimental dengan replikasi sampel sebanyak tiga kali. Proses pengolahan data dilakukan untuk menilai pengaruh lama perendaman dalam larutan NaOH 6% (1 jam, 2 jam, dan 3 jam) terhadap kekuatan bending. Hasil analisis memperlihatkan nilai maksimum dan minimum dari perbandingan komposit, sehingga diperoleh data yang valid sebagai acuan dalam penelitian lanjutan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

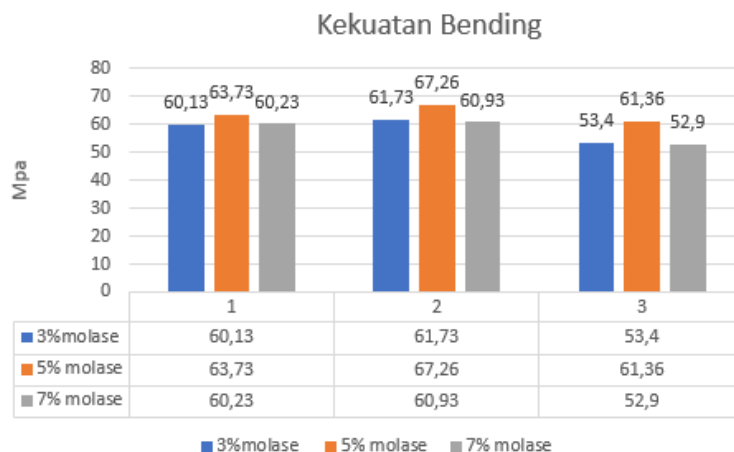
3.1. Hasil Pengujian Bending

Hasil pengujian bending dikumpulkan dan disajikan dalam Tabel 1 berdasarkan pengaruh penambahan molase dan lamanya perendaman pada larutan NaOH. Proses pengujian ini mengikuti standar ASTM D790 dan dilakukan dengan bantuan mesin Uji tarik Zwick/Roel 2020.

Tabel 1. Hasil Pengujian Bending

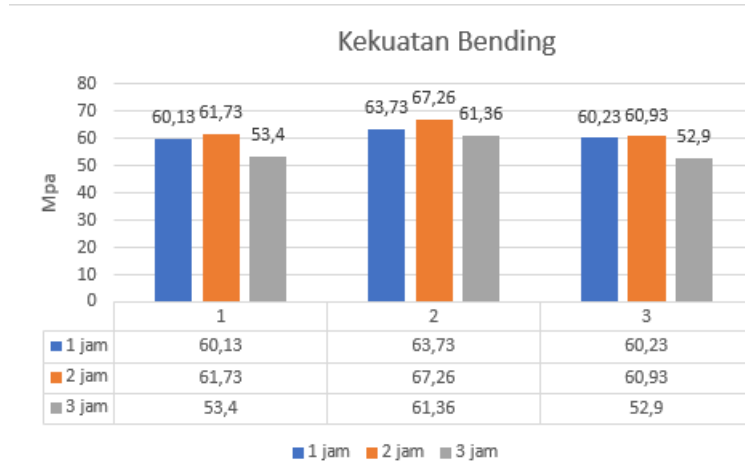
No	Wkt perendaman (jam)	B.serat (gram)	B.resin (gram)	katalis (gram)	molase (gram)	Hasil pengujian bending (Mpa)			Rata-rata (Mpa)
						1	2	3	
1	1	0,158	5,66	0,54	0,26	58,2	60,3	61,9	60,13
2	2	0,158	5,66	0,54	0,26	60,6	63,4	61,2	61,73
3	3	0,158	5,66	0,54	0,26	53,1	55,7	51,4	53,4
4	1	0,158	5,51	0,54	0,44	63,4	62,3	65,5	63,73
5	2	0,158	5,51	0,54	0,44	67,7	68,2	65,9	67,26
6	3	0,158	5,51	0,54	0,44	60,8	59,9	63,4	61,36
7	1	0,158	5,36	0,54	0,61	61,7	60,1	58,9	60,23
8	2	0,158	5,36	0,54	0,61	59,6	62,9	60,3	60,93
9	3	0,158	5,36	0,54	0,61	52,9	50,8	55,2	52,9

Berdasarkan Tabel 1, dapat dijadikan grafik dari hasil pengujian bending. Grafik yang didapat yaitu grafik pengaruh dari molase, pengaruh lamanya perendaman, dan intraksi penambahan molase dan lamanya perendaman dapat dilihat pada Gambar 5.



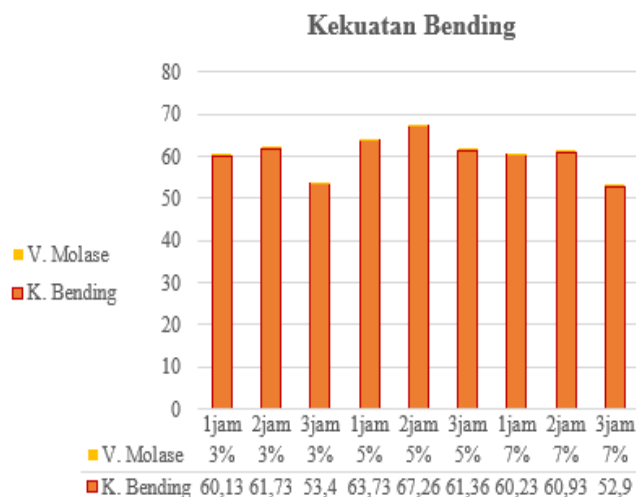
Gambar 5. Kekuatan Bending Berdasarkan Fraksi Penambahan Molase Pada Resin

Pada gambar 5, 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 mengidentifikasi bahwa konsentrasi molase yang optimal diperlukan untuk mendukung integritas struktur komposit.



Gambar 6. Kekuatan Bending Berdasarkan Waktu Perendaman Larutan NaOH

Pada gambar 6, hasil pengujian eksperimental menunjukkan bahwa durasi perendaman serat dalam larutan NaOH mampu mempengaruhi kekuatan 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.



Gambar 7. Kekuatan Bending Berdasarkan Interaksi Kedua Faktor

Pada gambar 7, hasil dari komposisi molase dalam resin dan lamanya perendaman serat dalam larutan NaOH, menunjukkan pengaruh terhadap kekuatan 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. SIMPULAN

Hasil pengujian yang didapatkan bahwa dari beberapa variasi penambahan molase dengan waktu perendaman serat dengan larutan NaOH serat kulit pohon waru, 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 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 kalau 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 bending pada komposit serat waru.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nurun Nayiroh, "Teknologi Material Komposit", Laporan Akhir, Universitas Islam Negeri Maulana, Malang, 2013.
- [2] Nicolaus Ardi Kurniawan, Fery Setiawan, Edi Sofyan, "Pengujian Tarik Komposit Spesimen Campuran Serat Pisang Alur Diagonal Dan Pasir Besi Dengan Matrik Resin Polyester dengan Metode Hand Lay-Up," *Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, vol. 8, no. 2, pp. 281-288, 2022.
- [3] Tito Arif Sutrisno, I Komang Astana Widi, M. I. F Rochim, "Analisa Kekuatan Tarik Dan Foto Makro Patahan Komposit Serat Eceng Gondok Berpenguat Zno," *Jurnal Flywheel*, vol. 13, no. 2, pp. 35-40, 2022.
- [4] Muhammad Syahrul Ramadhan, Lado Rislya Prakasa "Analisis Kekuatan Tarik Material Komposit Serat Alam Daun Agel Dengan Variasi Matrikepoxy dan Polyester pada Orientasi Arah Serat Odan 90," *Jurnal Penelitian Politeknik Penerbangan Surabaya*, vol. 6, no. 3, pp. 194-203, 2021.
- [5] Gaguk Eko Gati Warsono, Sehonon, Ikbil Rizki Putra, "Analisis Kekuatan Tarik Dan Bending Komposit Serat Pelepah Pisang," *Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, vol. 8, no. 1, pp. 167-174, 2022.
- [6] Arief Rizki Fadhilah¹, 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.
- [7] Ilham Dwiyooga, Edi Widodo, "Analisis Pengaruh Alkalisasi Naoh Terhadap Serat Daun Nanas Sebagai Penguatan Bio Komposit," *Otopro*, Vol. 18, No. 1, Pp. 1-6, 2022.
- [8] Hamimatun Niswah Akhyar, Badaruddin, "Pengaruh Perlakuan Alkali Naoh Terhadap Kekuatan Tarik Dan Lentur Pada Buku Bambu Betung," *Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan*, vol. 4, pp. 1-8, 2024.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 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.

-
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] 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.