

Karakteristik Mekanik Komposit Serat Pinang Matrix LDPE Dengan Variasi Massa Serat Pinang Tanpa NaOH dan NaOH

I Kadek Parwa, C.I.P.K.Kencanawati, IGN.Priambadi

Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Perkembangan jaman yang semakin modern dapat meningkatkan sumber daya manusia untuk menciptakan teknologi baru yang salah satunya komposit, komposit diharapkan mampu menjadi alternatif bahan pengganti logam sebagai material pembangunan. Penelitian kali ini menggunakan serat pinang yang ukurannya divariasikan dengan pengikat *Low Density Polyethylen* (LDPE). Pada penelitian ini menggunakan uji bending (ASTM D790-03), pengujian impact (ASTM E23-07), serta pengamatan SEM (*Scanning Electron Microscope*). Uji impact tertinggi terdapat pada komposit serat pinang matriks LDPE pada fraksi massa 5%:2%:3%:90% perlakuan NaOH dengan nilai rata-rata 0.1966 Nm/mm². Fraksi massa 2%:3%:5%:90% tanpa perlakuan NaOH memiliki nilai kekuatan impact terendah yaitu 0.1089 Nm/mm². Kekuatan impact pada komposit serat pinang matriks LDPE dipengaruhi dengan jumlah serat pinang yang ukurannya 2 mm sehingga serat dapat mengisi ruang kosong dan persebarannya merata. Perlakuan NaOH pada serat dapat menghilangkan lignin dan lapisan lilin yang dapat menimbulkan void pada komposit sehingga dapat mempengaruhi kekuatan impact. Nilai tertinggi pada tegangan bending, regangan bending dan modulus elastisitas terdapat pada komposit serat pinang matriks LDPE dengan fraksi massa 5%:2%:3%:90% perlakuan NaOH dengan nilai rata-rata 19,040 MPa, 0,011 mm dan 2092.078 MPa. Nilai terendah tegangan bending, regangan bending dan modulus elastisitas yaitu pada komposit serat pinang matriks LDPE dengan fraksi massa 2%:3%:5%:90% tanpa perlakuan NaOH dengan nilai rata-rata 12,821 MPa, 0,008 mm dan 1639.744 MPa. Dengan jumlah komposisi serat pinang ukuran 2 mm yang rendah dapat menimbulkan void sehingga mempengaruhi nilai tegangan bending dan regangan bending. Hasil uji SEM menunjukkan ikatan secara merata antara matriks dengan serat pinang pada komposit dengan fraksi massa 5%:2%:3%:90% karena jumlah komposisi serat pinang 2 mm yang dapat mengisi ruang kosong pada komposit dan perlakuan NaOH yang dapat mencegah terjadinya void.

Kata kunci: serat pinang, komposit, low density polyethylene

Abstract

The development of an increasingly modern era can increase human resources to create new technologies, one of which is composites, composites are expected to be an alternative to metal as a construction material. This study used areca nut fibers with varying sizes with Low Density Polyethylene (LDPE) binder. In this study, bending testing (ASTM D790-03), impact testing (ASTM E23-07), and SEM (scanning electron microscope) observations were carried out. The highest impact test was found in the areca fiber composite LDPE matrix at Mass Fraction 5%: 2%: 3% NaOH treatment with an average value of 0.1966 Nm/mm². The mass fraction of 2% : 3% : 5% without NaOH treatment had the lowest impact strength value of 0.1089 Nm/mm². The impact strength of the LDPE betel nut fiber composite is influenced by the number of areca nut fibers whose size is 2 mm so that the fibers can fill the empty space and spread evenly. NaOH treatment on the fiber can remove lignin and wax layers that can cause voids in the composite so that it can affect the impact strength. The highest values for bending stress, bending strain and modulus of elasticity were found in LDPE betel nut fiber composites with a mass fraction of 5%: 2%: 3% NaOH treatment with an average value of 19.040 MPa, 0.011 mm and 2092.078 MPa. The lowest values of bending stress, bending strain and modulus of elasticity were LDPE betel nut fiber composites with a mass fraction of 2%: 3%:5% without NaOH treatment with an average value of 12.821 MPa, 0.008 mm and 1639.744 MPa. With a low number of areca fiber composition of 2 mm, it can cause voids so that it affects the value of bending stress and bending strain. The results of the SEM test showed an even bond between the matrix and areca fiber in the composite with a mass fraction of 5%: 2%: 3% because the total composition of the areca fiber was 2 mm which could fill the empty space in the composite and the NaOH treatment could prevent voids from occurring..

Keywords: areca nut, composite, low density polyethylene.

1. Pendahuluan

Perkembangan jaman yang semakin modern menuntut manusia untuk menciptakan teknologi baru yang salah satunya adalah komposit, komposit diharapkan mampu menjadi alternatif bahan pengganti logam sebagai material pembangunan. Komposit merupakan kombinasi dua material secara makroskopik sehingga menghasilkan material yang bermanfaat [1]. Komposit dibentuk oleh dua material yaitu matrik dan penguat. Penggunaan serat alam pada material komposit sebagai pengganti serat

sintetis pada umumnya dilakukan. Indonesia memiliki sumber daya alam yang melimpah sehingga dapat digunakan sebagai bahan pengikat dan penguat (Komposit) [2]. Adapun serat alam yang sering digunakan sebagai penguat yaitu, serat pinang, serat pelepah pisang, serat nenas dan serat kulit jagung.

Serat pinang adalah serat alami yang dapat diolah menjadi bahan komposit [3]. Pemanfaatan Low Density Polyethylene (LDPE) sebagai matriks berdasarkan pada karakteristiknya yang memiliki sifat transparan, memiliki ketahanan terhadap

alkohol, alkali dan asam, sebagai isolator yang baik serta memiliki kekuatan impact pada suhu rendah yang tinggi dan tahan terhadap cuaca. *Low Density Polyethylene* (LDPE) juga memiliki beberapa kekurangan yaitu: mudah terbakar, rentan terhadap crack, permeabilitas gas yang tinggi, tidak baik untuk resistensi sinar UV, kekuatan rendah dan memiliki ketahanan panas yang rendah. Salah satu pengaplikasian *Low Density Polyethylene* (LDPE) yaitu pada bahan manufaktur, alat-alat laboratorium (seperti: jeriken, drum, ember, dan botol), peralatan rumah tangga, mainan, hingga bagian struktur konstruksi.

Penelitian ini menggunakan serat pinang ukurannya divariasikan menggunakan pengikat *Low Density Polyethylene*. Penelitian ini dilakukan pengujian bending untuk mengetahui karakteristik fisik, pengujian impact untuk mengetahui kekuatan dari komposit saat menerima beban kejut, serta SEM (*scanning electron microscope*) untuk mengamati permukaan komposit serat pinang dengan matriks *Low Density Polyethylene*.

Rumusan masalah penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana kekuatan impact dari komposit serat pinang dengan matriks *Low Density Polyethylene* (LDPE)?
2. Bagaimana kekuatan bending dari komposit serat pinang matrix LDPE?
3. Bagaimana morfologi fisik komposit serat pinang matrix LDPE?

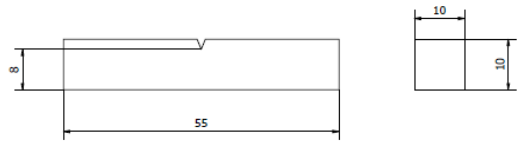
Penelitian membatasi permasalahan yang meliputi:

1. Penelitian ini menggunakan serat pinang sebagai penguat dan LDPE sebagai matrix.
2. Penelitian ini menggunakan variasi massa serat pinang dengan LDPE:
 - 2 % serat pinang 2 mm : 3 % serat pinang 10 mm : 5 % serat pinang 20 mm : 90 % LDPE
 - 3 % serat pinang 2 mm : 5 % serat pinang 10 mm : 2 % serat pinang 20 mm : 90 % LDPE
 - 5 % serat pinang 2 mm : 2 % serat pinang 10 mm : 3 % serat pinang 20 mm : 90 % LDPE
3. Penelitian ini menggunakan 5% NaOH untuk mencuci serat pinang dan tanpa dicuci dengan NaOH.

2. Dasar Teori

2.1 Uji Impact

Pengujian impact diperlukan pada suatu material untuk mengukur ketahanan terhadap beban kejut [4]. Pada perhitungan uji impact ini menggunakan persamaan yang ada pada standar pengujian ASTM E23-07.



Gambar 1. Ukuran Spesimen Uji Impact

Berikut persamaan yang digunakan:

$$E_0 = W \times l (1 - \cos \alpha) \quad (1)$$

E_0 : energi awal (N), W : Berat pendulum (N), l : lengan bandul (m), α : sudut awal pendulum.

$$E_1 = W \times l (1 - \cos \beta) \quad (2)$$

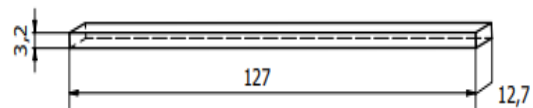
E_1 : energi akhir (N), β : sudut akhir pendulum.

$$I_s = \frac{\Delta E}{b \times d} \quad (3)$$

I_s : kekuatan Impact (Nm/m^2), ΔE : jumlah energi yang diserap, b : lebar spesimen, d : tebal specimen

2.2. Uji Bending

Uji Bending adalah pengujian tekanan sehingga terjadi deformasi plastis pada daerah yang ditekan [5]. Pada perhitungan kekuatan bending ini, digunakan sesuai standar ASTM D790-03.



Gambar 2. Dimensi Spesimen Uji Bending

$$\sigma_b = \frac{3 p L}{2 b \cdot d^2} \quad (4)$$

σ_b : tegangan bending (MPa), P : beban (N), L : panjang span (mm), b : lebar spesimen, d : tebal spesimen.

$$\epsilon_b = \frac{6 \delta \cdot d}{L^2} \quad (5)$$

ϵ_b : regangan bending, δ : defleksi specimen (mm)

$$E_b = \frac{L^3 \cdot m}{4 b \cdot d^3} \quad (6)$$

E_b : modulus elastisitas (MPa), m : tangen garis lurus (N/m)

2.3. Uji SEM

SEM dilakukan untuk mengetahui morfologi permukaan komposit dengan pembesaran 10-3.000.000 kali.

3. Metode Penelitian

3.1. Alat Penelitian

1. Alat uji: Impact ASTM E23-07, pengamatan SEM, dan uji bending ASTM D790-03.
2. Alat ukur: jangka sorong, penggaris, timbangan digital.
3. Alat keselamatan kerja

- Alat bantu: penggaris, cutter, cetakan, gunting, alumunium foil, pengaduk, papan pres, kompor, gerinda pemotong.
- Alat pembersih: kain lap, sabun.

3.2. Bahan Penelitian

Serat pinang sebagai penguat, LDPE sebagai matrix dan NaOH untuk mencuci serat pinang (serat pinang yang dengan perlakuan NaOH).

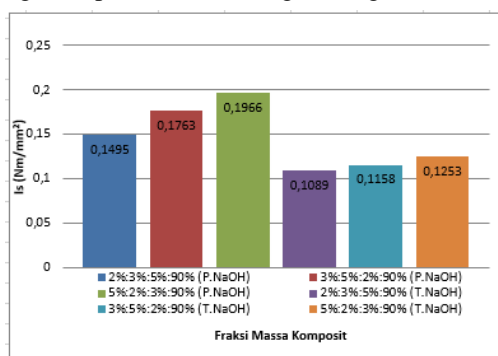
3.3. Proses Pembuatan Spesimen Uji

- Menyiapkan cetakan specimen yang berukuran panjang 140 mm, lebar 90 mm dan tinggi 40 mm yang sudah dilapisi alumunium foil.
- Melakukan penakaran pada serat pinang dan LDPE dengan perbandingan:
 - 2% serat pinang 2mm : 3% serat pinang 10mm : 5% serat pinang 20mm : 90% LDPE.
 - 3% serat pinang 2mm : 5% serat pinang 10mm : 2% serat pinang 20mm : 90% LDPE.
 - 5% serat pinang 2mm : 2% serat pinang 10mm : 3% serat pinang 20mm : 90% LDPE.
- Lakukan peleburan pada biji LDPE kemudian tuangkan campuran serat pinang secara acak sejajar kedalam LDPE yang telah dipanaskan, aduk hingga merata, kemudian tuangkan kedalam cetakan yang sudah dilapisi alumunium foil, pastikan tidak ada rongga udara yang mengendap didalam cetakan dengan cara mengetuk-ngetuk cetakan dan menekan atas atau press bagian atas dari cetakan menggunakan papan.
- Diamkan spesimen hingga kering, spesimen kering dilanjutkan dengan proses pemotongan spesimen sesuai ukuran ASTM uji bending dan uji impact.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Uji Impact

Pengujian Impact menggunakan ASTM E23-07 dengan 3 spesimen di masing-masing variasi.

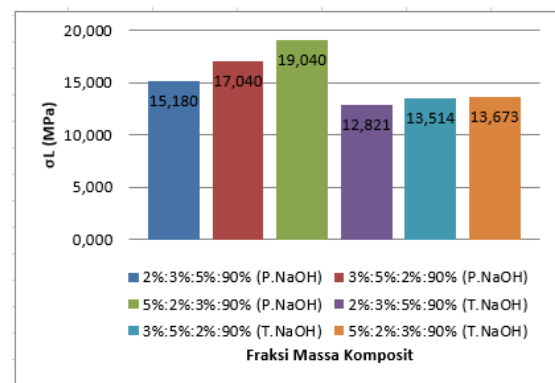


Gambar 3. Grafik kekuatan Impact

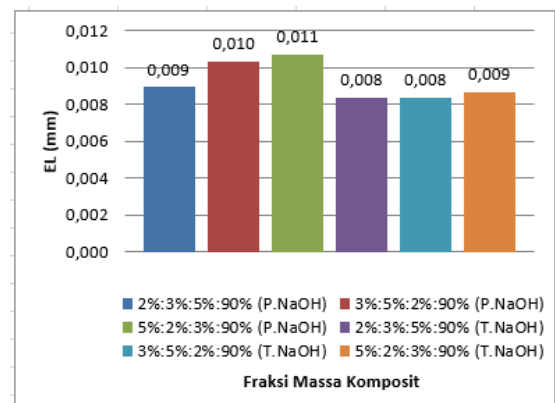
Berdasarkan hasil pengujian impact yang terlihat pada grafik diatas, kekuatan impact tertinggi terdapat pada komposit serat pinang dengan matriks LDPE fraksi massa 5%:2%:3%:90% (D.NaOH) dengan nilai 0,1966 Nm/mm². Sedangkan nilai terendah terdapat pada fraksi massa 2%:3%:5%:90% (T.NaOH) dengan nilai 0,1089 Nm/mm². Hasil pengujian impact menunjukkan bahwa dengan bertambahnya serat ukuran 2mm dapat mengisi ruang kosong sehingga persebarannya merata pada matriks dan perlakuan NaOH dapat mengurangi timbulnya void.

4.2. Hasil Uji Impact

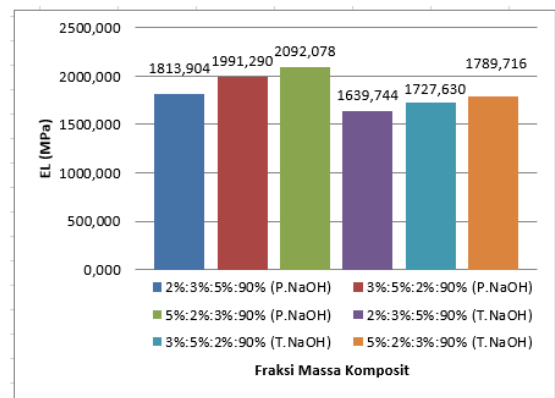
Berikut adalah hasil pengujian bending:



Gambar 4. Grafik Tegangan Bending



Gambar 5. Grafik Regangan Bending

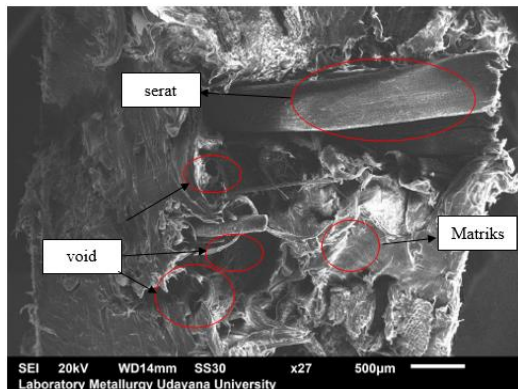


Gambar 6. Grafik Modulus Elastisitas

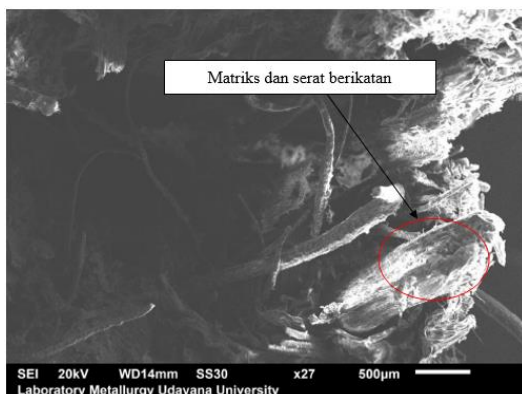
Hasil pengujian bending maka didapatkan nilai tegangan bending, regangan bending dan modulus elastisitas tertinggi terdapat pada fraksi massa 5%:2%:3%:90% (D.NaOH) dengan masing-masing nilai 19,040 MPa, 0,011 mm dan 2092,078 MPa. Sedangkan untuk nilai terendah pada tegangan bending, regangan bending dan modulus elastisitas terdapat pada fraksi massa 2%:3%:5%:90% (T.NaOH) dengan masing-masing nilai 12,821 MPa, 0,008 mm, dan 1639,744 MPa.

Rendahnya nilai regangan, tegangan dan modulus elastisitas pada fraksi massa 2%:3%:5%:90% (T.NaOH) karena komposisi serat ukuran 2 mm kecil, sehingga banyak ditemukan void hal inilah yang menyebabkan distribusi tegangan menjadi tidak merata hal ini akan menyebabkan besarnya tegangan bending dan regangan menjadi rendah.

4.3. Hasil Uji SEM



Gambar 7. Fraksi Massa 2%:3%:5%:90% (T.NaOH)



Gambar 8. Fraksi massa 5%:2%:3%:90% (D.NaOH)

Fraksi massa serat pinang matriks LDPE pada 2%:3%:5%:90% (T.NaOH) dapat dilihat terdapat beberapa void, dikarenakan adanya wax pada serat pinang sehingga matrix dan serat tidak dapat mengikat dengan merata. sedangkan pada fraksi massa serat pinang matriks LDPE pada 5%:2%:3%:90% (D.NaOH) terlihat serat dan matriks berikatan dengan baik, hal ini dikarenakan pencucian

NaOH dapat menghilangkan wax yang terdapat pada serat pinang dan serat pinang ukuran 2 mm dapat mengisi ruang kosong sehingga penyebarannya merata.

5. Kesimpulan

Komposit serat pinang matrix LDPE fraksi massa 5%:2%:3%:90% (D.NaOH) dan fraksi massa 2%:3%:5%:90% (T.NaOH) berpengaruh terhadap kekuatan impact dan bending, ini di dukung dari hasil penelitian yang menunjukkan bahwa fraksi massa 5%:2%:3%:90% (D.NaOH) yang memiliki nilai tertinggi dan lebih baik dibandingkan dengan fraksi massa 2%:3%:5%:90% (T.NaOH) yang memiliki nilai terendah.

Daftar Pustaka

- [1] Heru Suryanto, S. M. (2009). *“Biokomposit Starch-Nanoclay:”* Malang: Jurnal Rekayasa Mesin Universitas Brawijaya Vol.5,No 2:199 – 126.
- [2] A. Andhika, c. Kencanawati, and i. G. N. Priambadi, *“pengaruh perlakuan naoh pada serat pinang dengan getah pinus sebagai biokomposit terhadap kekuatan tarik dan porositas,”* vol. 8, no. 1, pp. 480–483, 2019.
- [3] C. Putri kusuma kencanawati, i. K. Gede sugita, n. Suardana, and i. W. B. Suyasa, *“pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat fisik, dan mekanik serat kulit buah pinang,”* j. Energi dan manufaktur, vol. 11, no. 1, p. 6, 2018, doi: 10.24843/jem.2018.v11.i01.p02.
- [4] T. Molding and e. Materials, *“standard test methods for determining the izod pendulum impact resistance of plastics.”*
- [5] Annual Book of Standards, ASTM D 790 - 03, *“Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials.”*

	<p>I Kadek Parwa menyelesaikan studi S1 di Universitas Udayana, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik</p>
<p>Bidang penelitian yang menjadi konsentrasi adalah pembahasan Sistem Manufaktur</p>	