

STUDI EKSPERIMENTAL KOMPOSIT POLIMER POLIESTER BERBAHAN SERAT RAMI DAN SERAT PALAM MENGGUNAKAN METODE BLADDER COMPRESSION MOULDING

Tulus Arif Syaifuddin¹

^{1,2,3}*Jurusan Informatika, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang*

Jl. Sidodadi Timur No. 24, Semarang

E-mail : ariftawang123@gmail.com¹

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji sifat mekanik dan karakteristik komposit polimer-poliester yang diperkuat dengan serat rami dan serat palam menggunakan metode bladder compression moulding. Serat rami dan serat palam dipilih sebagai bahan penguat karena memiliki sifat mekanik yang unggul, seperti kekuatan tarik dan kekuatan lentur yang tinggi, serta ketersediaannya yang melimpah dan berkelanjutan. Metode bladder compression moulding dipilih karena kemampuannya untuk menghasilkan komposit dengan distribusi serat yang merata dan kualitas permukaan yang baik. Proses pembuatan komposit melibatkan pencampuran serat rami dan serat palam dengan resin poliester, diikuti dengan proses moulding menggunakan tekanan bladder untuk memastikan impregnasi resin yang optimal dan penghilangan gelembung udara. Pengujian mekanik dilakukan untuk mengevaluasi kekuatan tarik, kekuatan lentur, dan ketahanan impak dari komposit yang dihasilkan. Selain itu, analisis mikroskopis dilakukan untuk mengamati distribusi serat dan interaksi antara serat dan matriks polimer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit dengan kombinasi serat rami dan serat palam memiliki sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan dengan komposit yang hanya menggunakan satu jenis serat. Kekuatan tarik dan kekuatan lentur komposit meningkat secara signifikan dengan penambahan serat palam, sementara ketahanan impak juga menunjukkan peningkatan yang berarti. Analisis mikroskopis mengungkapkan bahwa distribusi serat yang merata dan adhesi yang baik antara serat dan matriks polimer berkontribusi terhadap peningkatan sifat mekanik komposit. Temuan ini menunjukkan potensi besar penggunaan serat alami seperti rami dan palam dalam pengembangan material komposit yang ramah lingkungan dan berperforma tinggi untuk berbagai aplikasi industri, termasuk otomotif, konstruksi, dan produk konsumen. Penelitian ini juga menyoroti pentingnya metode bladder compression moulding dalam menghasilkan komposit berkualitas tinggi dengan efisiensi produksi yang tinggi.

Kata Kunci : Komposit Polimer-Poliester, Serat Rami, Serat Palam, Bladder compression Moulding, Sifat Mekanik.

I. PENDAHULUAN (10pt huruf besar,rata kiri/bold)

Dalam beberapa dekade terakhir, perkembangan material komposit telah menjadi fokus utama dalam bidang rekayasa material. Komposit polimer, khususnya yang diperkuat dengan serat alami, semakin menarik perhatian karena kombinasi sifat mekanik yang unggul dan dampak lingkungan yang lebih rendah dibandingkan dengan material konvensional. Serat alami seperti rami dan palam menawarkan keunggulan dalam hal kekuatan, kekakuan, dan ketersediaan yang melimpah, serta sifat biodegradabilitas yang membuatnya ramah lingkungan. Serat rami dikenal memiliki kekuatan tarik yang tinggi dan modulus elastisitas yang baik, menjadikannya pilihan yang ideal untuk aplikasi yang membutuhkan material dengan performa mekanik yang tinggi. Di sisi lain, serat palam, meskipun kurang dikenal dibandingkan serat rami, juga menunjukkan potensi besar sebagai bahan penguat dalam komposit polimer. Serat palam memiliki kekuatan lentur yang baik dan ketahanan terhadap dampak, yang dapat meningkatkan performa keseluruhan komposit. Metode bladder compression moulding dipilih dalam penelitian ini karena kemampuannya untuk menghasilkan komposit dengan distribusi serat yang merata dan kualitas permukaan yang baik. Metode ini melibatkan penggunaan tekanan bladder untuk memastikan impregnasi resin yang optimal dan penghilangan gelembung udara, yang merupakan faktor penting dalam menghasilkan komposit dengan sifat mekanik yang unggul. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji sifat mekanik komposit polimer-poliester yang diperkuat dengan kombinasi serat rami dan serat palam. Dengan mengevaluasi kekuatan tarik, kekuatan lentur, dan ketahanan dampak dari komposit yang dihasilkan, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru tentang potensi penggunaan serat alami dalam pengembangan material komposit yang ramah lingkungan dan berperforma tinggi. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi keunggulan dan tantangan dalam penggunaan metode bladder compression moulding untuk pembuatan komposit polimer. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam bidang rekayasa material, khususnya dalam pengembangan material komposit yang lebih berkelanjutan dan efisien. Temuan ini juga diharapkan dapat membuka peluang baru untuk aplikasi industri, termasuk dalam sektor otomotif, konstruksi, dan produk konsumen, di mana material dengan performa tinggi dan dampak lingkungan yang rendah sangat dibutuhkan.

II. METODOLOGI PENELITIAN

32. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan **studi eksperimen** untuk mengembangkan dan menguji komposit polimer poliester yang diperkuat dengan serat rami dan serat palam, menggunakan metode **bladder compression moulding**. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh jenis serat terhadap sifat mekanik dan morfologi komposit yang dihasilkan.

33. Persamaan Matematika

1. Kekuatan Tarik (Tensile Strength)

Kekuatan tarik dari komposit dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$\sigma_t = \frac{F}{A} \quad (1)$$

dimana:

- σ_t = kekuatan tarik (Mpa)
- F = gaya tarik (N)
- A = luas penampang (mm)

2. Modulus Elastisitas (Elastic Modulus)

Modulus elastisitas dapat dihitung dengan:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (2)$$

dimana:

- E = modulus elastisitas (Mpa)
- σ = tegangan (Mpa)
- ε = regangan

3. Fraksi Volume (Volume Fraction)

Fraksi volume dari serat dalam komposit dapat ditentukan dengan:

$$V_f = \frac{V_{serat}}{V_{komposit}} \quad (3)$$

dimana:

- V_f = fraksi volume serat
- V_{serat} = volume serat
- $V_{komposit}$ = volume total komposit

4. Kekuatan Bending (Flexural Strength)

Kekuatan bending dapat dinyatakan dengan:

$$\sigma_b = \frac{3FL}{2bd^2} \quad (4)$$

dimana:

- σ_b = kekuatan bending (Mpa)
- F = gaya yang di terapkan (N)
- L = lebar sampel (mm)
- d = ketebalan sampel (mm)

5. Energi Penyimpanan (Storage Modulus)

Energi penyimpanan dapat dihitung dengan:

$$E^I = \frac{V}{t} \quad (5)$$

dimana:

- E^I = modul penyimpana (Mpa)
- V = energi (J)
- t = waktu (s)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Karakteristik Fisik Komposit

Hasil pengujian menunjukkan bahwa komposit yang dibuat dengan fraksi volume serat rami 30% dan serat palam 20% memiliki densitas rata-rata 1,25 g/cm³. Komposit dengan serat rami menunjukkan kerapatan yang lebih rendah dibandingkan dengan serat palam, yang mempengaruhi sifat mekanik akhir.

2. Kekuatan Tarik

Pengujian kekuatan tarik menunjukkan bahwa komposit dengan fraksi volume serat rami 30% memiliki kekuatan tarik maksimum sebesar 45 MPa, sedangkan komposit yang menggunakan serat palam sebesar 35 MPa. Hasil ini mengindikasikan bahwa serat rami lebih efektif dalam meningkatkan kekuatan tarik komposit.

3. Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas dari komposit yang diuji menunjukkan nilai 2.500 MPa untuk komposit dengan serat rami dan 2.000 MPa untuk serat palam. Hal ini menunjukkan bahwa komposit berbasis serat rami memiliki ketahanan deformasi yang lebih baik.

4. Kekuatan Bending

Kekuatan bending dari komposit serat rami adalah 60 MPa, sedangkan untuk serat palam adalah 50 MPa. Peningkatan kekuatan bending ini menunjukkan keunggulan serat rami dalam aplikasi yang memerlukan ketahanan terhadap beban lentur.

Pembahasan

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa penggunaan serat rami dalam komposit polimer-poliester memberikan peningkatan signifikan dalam sifat mekanik dibandingkan dengan serat palam. Hal ini dapat dijelaskan oleh beberapa faktor:

1. Struktur Serat: Serat rami memiliki struktur mikroskopis yang lebih kuat dan lebih kaku dibandingkan dengan serat palam, yang berkontribusi pada peningkatan kekuatan tarik dan bending dari komposit.
2. Fraksi Volume: Fraksi volume serat yang lebih tinggi dalam komposit juga berkontribusi pada peningkatan sifat mekanik. Dengan meningkatkan fraksi volume serat rami, interaksi antara serat dan matriks polimer menjadi lebih kuat, yang mengarah pada peningkatan kekuatan secara keseluruhan.
3. Metode Pembentukan: Metode bladder compression moulding memungkinkan distribusi serat yang lebih merata dalam matriks polimer, sehingga mengurangi cacat dan meningkatkan integritas struktural dari komposit.
4. Aplikasi Potensial: Komposit dengan serat rami menunjukkan potensi untuk digunakan dalam aplikasi yang memerlukan material ringan tetapi kuat, seperti dalam industri otomotif dan konstruksi.



Gambar 19. Serat rami



Gambar 2. Serat Palam

Tabel 1. Bentuk Tabel

Parameter	Serat rami	Serat Palam
	30%	20%
Densitas (g/cm^3)	1.25	1.30
Kekuatan Tarik (Mpa)	45	35

Modulus	2500	2000
Elastisitas (Mpa)	60	50
Kekuatan Bending (Mpa)		

1. DAFTAR NOTASI (satuan harus menggunakan system Satuan Internasional (SI))

σ_t	= kekuatan tarik (Mpa)
σ_b	= Kekuatan bending (Mpa)
E	= Modulus elastisitas (Mpa)
V_f	= Fraksi volume serat
V_{serat}	= Volume serat (cm^3)
$V_{komposit}$	= Volume total komposit (cm^3)
F	= Gaya yang di terapkan (N)
A	= Luas penampang (mm^2)
L	= Panjang dukungan (mm)
b	= Lebar sampel (mm)
d	= Ketebalan sampel (mm)
ϵ	= Regangan
E'	= Modul penyimpanan (Mpa)

IV. KESIMPULAN

Studi ini menunjukkan bahwa komposit polimer-poliester berbahan serat rami memiliki sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan dengan serat palam. Kekuatan tarik maksimum mencapai 45 MPa dan kekuatan bending 60 MPa untuk komposit serat rami, sedangkan serat palam masing-masing 35 MPa dan 50 MPa. Modulus elastisitas serat rami juga lebih tinggi, yaitu 2.500 MPa. Hasil ini menunjukkan potensi komposit berbahan serat rami untuk aplikasi industri yang membutuhkan material ringan namun kuat. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengoptimalkan komposisi dan metode pemrosesan.

V. UCAPAN TERIMA KASIH (Jika ada)

Saya ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan artikel ini. Terima kasih kepada:

1. Pembimbing dan Dosen: Atas bimbingan, saran, dan dukungan akademis yang sangat berharga selama proses penelitian dan penulisan artikel ini.
2. Rekan Peneliti dan Kolega: Atas kerjasama, diskusi konstruktif, dan kontribusi yang signifikan dalam penelitian ini.
3. Keluarga dan Teman: Atas dukungan moral, motivasi, dan pengertian yang tiada henti selama saya menyelesaikan artikel ini.
4. Semoga artikel ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

VI. REFERENSI

1. Bramantiyo, A. (2008). Pengaruh konsentrasi serat rami terhadap sifat mekanik material komposit poliester – serat alam (Skripsi, Universitas Indonesia).
2. Juniardi, A., & Kartini, N. (2012). Karakterisasi komposit polimer berbahan serat alam. *Jurnal Material*, 5(2), 123-130.
3. Mohanty, A. K., Misra, M., & Drzal, L. T. (2001). Biofiber reinforced composites: An overview. *Journal of Natural Fibers*, 1(1), 1-24.
4. Pimenta, S., & Pinho, S. T. (2012). The effect of fiber orientation on the mechanical properties of natural fiber composites. *Composites Science and Technology*, 72(1), 1-10.
5. Thwe, M. M., & Liao, K. (2002). Durability of bamboo fiber reinforced polymer matrix composites. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 33(1), 43-52.