

PENGARUH VARIASI FRAKSI VOLUME KOMPOSIT AKAR WANGI DENGAN MATRIKS POLIURETAN MENGGUNAKAN METODE *COMPRESSION MOLDING* TERHADAP KEKUATAN TARIK

**Aditya Septian Putra¹, Fajar Paundra^{1*}, Muhammad Syaukani¹, Abdul Muhyi¹,
Muhammad Luqman Saiful Fikri²**

¹Teknik Mesin, Institut Teknologi Sumatera

Jl. Terusan Ryacudu, Way Huwi, Kec. Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung 3536

²Teknik Mesin, Universitas Global Jakarta

Jl. Boulevard Grand Depok City, Tirtajaya, Kec. Sukmajaya, Kota Depok, Jawa Barat 16412.

*E-mail: fajar.paundra@ms.itera.ac.id

Abstrak

Fraksi volume pada proses pembuatan komposit sangat berpengaruh terhadap kekuatan mekaniknya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi volume komposit serat akar wangi dengan matriks poliuretan terhadap kekuatan tarik. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat akar wangi sebagai penguat dan poliuretan sebagai matriks. Serat akar wangi, yang dibersihkan dari kotoran, kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari selama 24 jam untuk mengurangi kadar air. Setelah itu, serat dipotong-potong hingga ukuran seragam sesuai kebutuhan spesimen uji. Variasi fraksi volume serat dan resin yang digunakan adalah 10:90%, 20:80%, dan 30:70%. Proses pembuatan komposit dilakukan dengan metode *compression molding* selama 24 jam pada tekanan 5 bar. Proses pengeringan komposit berlangsung selama 3 hari di udara terbuka. Pengujian kekuatan tarik mengacu pada standar ASTM D638. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik maksimum tertinggi sebesar 1,298 MPa diperoleh pada fraksi volume 30% serat dan 70% resin. Sedangkan kekuatan tarik terendah sebesar 0,777 MPa terjadi pada fraksi volume 10% serat dan 90% resin.

Kata kunci: Akar Wangi, Fraksi Volume, Komposit, Tarik.

1. Pendahuluan

Material komposit merupakan hasil rekayasa material yang bertujuan menciptakan bahan baru dengan sifat yang lebih unggul dibandingkan material penyusunnya secara individu. Komposit adalah gabungan dari dua atau lebih material yang memiliki sifat atau karakteristik berbeda, sehingga membentuk material baru dengan karakteristik gabungan yang lebih baik [1][2]. Secara umum, material komposit terdiri dari dua komponen utama, yaitu matriks sebagai pengikat dan *filler* sebagai bahan penguat, yang dapat berupa serat maupun partikel. Salah satu jenis komposit yang banyak dikembangkan adalah komposit berbasis serat sebagai penguat, yang telah diaplikasikan secara luas pada industri otomotif, kelautan, penerbangan, peralatan olahraga, hingga pelindung balistik seperti rompi antipeluru [3][4].

Penggunaan serat alam sebagai bahan penguat komposit semakin berkembang karena beberapa keunggulan, antara lain ketersediaan yang melimpah, biaya produksi yang relatif rendah, sifat ramah lingkungan, serta bobot yang ringan [5][6]. Salah satu serat alam yang potensial dimanfaatkan adalah serat akar wangi. Selain memiliki kekuatan mekanik yang cukup baik, pemanfaatan limbah akar wangi juga masih belum optimal, sehingga penggunaannya dalam pembuatan komposit dapat memberikan nilai tambah, baik dari sisi ekonomi maupun lingkungan. Komposit berbasis serat akar wangi telah dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan berbagai produk kreatif dan kebutuhan interior, seperti panel penyekat ruangan, dashboard mobil, hingga dinding kendaraan [7].

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji pemanfaatan serat akar wangi dalam pembuatan komposit. Penelitian yang dilakukan oleh Akhmad Nurdin dkk., (2019) menyelidiki pengaruh perlakuan alkali 5% NaOH dengan variasi waktu 0, 2, 4, dan 6 jam terhadap sifat mekanik komposit berbasis serat akar wangi dengan matriks *epoxy*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa perlakuan alkali selama 6 jam memberikan kekuatan bending sebesar 39,05 MPa dan kekuatan impak sebesar 8,28 kJ/mm². Penelitian lain oleh Ilham dkk., (2019) mengembangkan komposit menggunakan

serabut kelapa sebagai penguat dengan metode *compression molding*, rasio resin terhadap pengeras sebesar 70:30, dan variasi fraksi volume serat sebesar 10%, 20%, dan 30%. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa peningkatan fraksi volume serat cenderung menurunkan kekuatan tarik komposit.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, diketahui bahwa fraksi volume serat berpengaruh signifikan terhadap sifat mekanik komposit. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi volume serat akar wangi terhadap kekuatan tarik komposit berbasis matriks poliuretan yang dibuat menggunakan metode *compression molding*.

2. Metodologi

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi volume serat akar wangi terhadap kekuatan tarik komposit berbasis matriks poliuretan. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat akar wangi sebagai penguat (*filler*) dan poliuretan sebagai matriks. Serat akar wangi yang digunakan berasal dari limbah pertanian yang telah dibersihkan dan dikeringkan sebelumnya, sedangkan poliuretan dipilih karena memiliki sifat fleksibel dan daya ikat yang baik terhadap serat alam[10].

Proses pembuatan komposit dilakukan melalui metode *compression molding*. Tahapan awal dimulai dari persiapan serat akar wangi, yang dibersihkan dari kotoran, kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari selama 24 jam untuk mengurangi kadar air. Setelah itu, serat dipotong-potong hingga ukuran seragam sesuai kebutuhan spesimen uji. Selanjutnya, serat dan resin poliuretan ditimbang sesuai variasi fraksi volume yang telah ditentukan, yaitu 10:90%, 20:80%, dan 30:70% (serat:resin). Campuran serat akar wangi dan resin poliuretan diaduk secara merata hingga homogen, kemudian dimasukkan ke dalam cetakan *compression molding*. Proses *molding* dilakukan dengan memberikan tekanan sebesar 5 bar selama 24 jam pada suhu ruang, sehingga komposit dapat terbentuk secara sempurna. Setelah proses pencetakan selesai, komposit dilepas dari cetakan dan dirapikan sesuai ukuran spesimen uji tarik.

Pengujian kekuatan tarik dilakukan menggunakan mesin uji tarik tipe *Universal Testing Machine* (UTM), dengan mengacu pada standar pengujian ASTM D638. Spesimen uji tarik dibuat sesuai dengan dimensi standar tersebut, kemudian diuji dengan memberikan beban tarik secara perlahan hingga spesimen mengalami kegagalan atau patah. Data yang diperoleh dari hasil pengujian berupa nilai kekuatan tarik maksimum yang dinyatakan dalam satuan MPa.

Dalam penelitian ini, variabel bebas yang digunakan adalah variasi fraksi volume serat akar wangi, yaitu 10%, 20%, dan 30% dari total volume komposit. Variabel terikat berupa kekuatan tarik komposit, sedangkan variabel kontrol meliputi jenis serat, jenis resin, metode pembuatan komposit, tekanan *molding* sebesar 5 bar, waktu pengepresan selama 24 jam, serta prosedur pengujian yang sesuai dengan standar ASTM D638.

3. Hasil dan pembahasan

Untuk memberikan gambaran visual mengenai perbedaan distribusi serat pada masing-masing variasi fraksi volume, berikut ditampilkan hasil komposit dengan perbandingan fraksi volume antara serat akar wangi dan matriks poliuretan. Gambar 1 menunjukkan variasi struktur fisik komposit pada fraksi volume 10%, 20%, dan 30% serat akar wangi terhadap poliuretan.

Gambar 1 memperlihatkan komposit hasil variasi fraksi volume antara serat dan matriks pada komposit yang telah dibuat. Pada gambar tersebut, dapat dilihat perbedaan bentuk fisik dari masing-masing variasi fraksi volume komposit. Pada komposit dengan fraksi volume serat sebesar 10%, terlihat jumlah serat yang sedikit tersebar di dalam matriks, sehingga permukaan komposit tampak didominasi oleh resin. Pada variasi fraksi volume 20% serat, komposit tampak

lebih terisi oleh serat, dengan jumlah void yang relatif sedikit. Sedangkan pada fraksi volume 30% serat, komposit hampir seluruhnya terisi penuh oleh serat, dan jumlah void yang terbentuk sangat sedikit atau hampir tidak ada.



a. Fraksi Volume 10:90



b. Fraksi Volume 20:80



c. Fraksi Volume 30:70

Gambar 1. Komposit akar wangi

Variasi fraksi volume pada masing-masing spesimen menghasilkan perbedaan pada hasil analisis dan pengamatan, baik secara visual maupun berdasarkan pengujian mekanik. Pengamatan dilakukan untuk menilai kondisi serat, terutama dari segi distribusi dan penyebaran serat dalam matriks. Oleh karena itu, pemilihan fraksi volume yang tepat sangat penting untuk memperoleh hasil uji tarik komposit yang optimal [11][12].

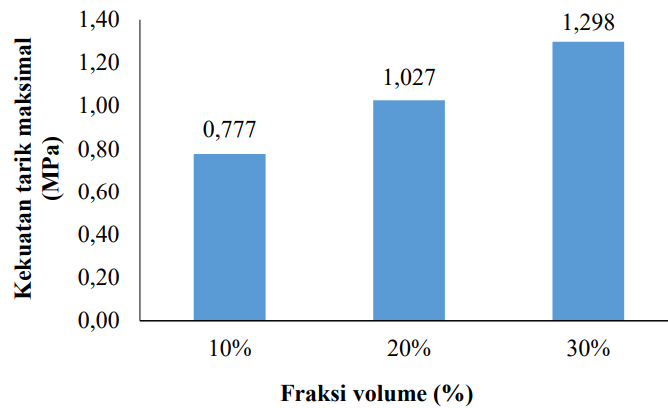
3.1. Pengujian Tarik

Pengujian tarik penelitian ini dilakukan di Laboratorium Rekayasa Teknik Material Teknik Mesin Institut Teknologi Sumatera menggunakan *Universal Testing Machine Zwick Roell All Round Z250R*. Kekuatan tarik komposit akar wangi bermatriks poliuretan ditentukan dengan melakukan pengujian tarik dengan variasi fraksi volume yang berbeda. Spesimen pengujian tarik dibuat berpedoman pada standar ASTM D 638, Data yang sudah didapatkan melalui perhitungan dengan rumus $\sigma = \frac{F}{A}$ maka diperoleh hasil pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Tarik

No.	Fraksi Volume Serat (mm ²)	Kekuatan Tarik Maksimal (MPa)	Yield Strength (MPa)	Modulus Elastisitas (GPa)
1.	10 %	0,777	0,002	0,7
2.	20 %	1,027	0,005	1,2
3.	30 %	1,298	0,007	1,2

Tabel 1 merupakan nilai hasil dari pengujian tarik yang telah dilakukan pada spesimen komposit serat akar wangi. Penelitian ini dilakukan pengujian tarik dengan variasi fraksi volume yang berbeda yaitu, 10% (serat) : 90% (resin), 20% (serat) : 80% (resin) dan 30% (serat) : 70% (resin). Pada setiap variasi fraksi volume mendapatkan nilai kekuatan tarik maksimal, *yield strength* dan modulus elastisitas. Hal yang dapat mempengaruhi hasil nilai yang berbeda salah satunya disebabkan karena fraksi volume yang berbeda [13]. Grafik dari hasil pengujian tarik komposit serat akar wangi dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Kekuatan Tarik Maksimal

Gambar 2 ditampilkan grafik yang membandingkan hasil dari berbagai versi pengujian. Grafik tersebut menunjukkan kekuatan tarik maksimal dari setiap variasi penelitian. Pada variasi dengan perbandingan fraksi volume 10% serat dan 90% resin, nilai kekuatan tarik maksimal relatif kecil, yaitu sebesar 0,777 MPa. Selanjutnya, pada variasi fraksi volume 20% serat dan 80% resin, kekuatan tarik maksimal mengalami peningkatan menjadi 1,027 MPa. Nilai kekuatan tarik maksimal tertinggi diperoleh pada variasi fraksi volume 30% serat dan 70% resin, yaitu sebesar 1,298 MPa. Peningkatan ini disebabkan oleh semakin banyaknya serat yang terkandung dalam komposit, sehingga ikatan antarserat menjadi semakin kuat [14].

3.2. Analisa Patahan

Analisa visual terhadap patahan hasil uji tarik komposit akar wangi dapat dilihat pada gambar 3, yang memperlihatkan karakteristik kerusakan permukaan akibat pembebanan tarik.



a. Fraksi Volume 10:90



b. Fraksi Volume 20:80



c. Fraksi Volume 30:70

Gambar 3. Analisa patahan uji tarik

Gambar 3 menunjukkan hasil analisis patahan setelah dilakukan pengujian tarik pada spesimen komposit akar wangi bermatriks poliuretan. Deformasi plastis yang cukup besar menunjukkan bahwa spesimen komposit tersebut bersifat

ductile (ulet), dengan ciri patahan berbentuk serabut dan permukaan yang kasar. Jenis patahan *pullout* dan *overload* mendominasi kerusakan yang terjadi pada spesimen komposit akar wangi bermatriks poliuretan [10].

Ketiga variasi perbandingan fraksi volume yang diuji menunjukkan hasil pengujian yang berbeda-beda, baik dari bentuk maupun letak patahannya. Patahan *pullout* merupakan jenis patahan yang muncul akibat lemahnya ikatan antara serat dan matriks, sehingga serat tertarik keluar dari matriks. Sedangkan patahan *overload* terjadi ketika serat mengalami putus karena ikatan antara serat dan matriks yang sangat kuat [15] [5].

Penelitian ini membahas pengaruh variasi fraksi volume komposit serat akar wangi bermatriks poliuretan terhadap kekuatan tarik. Variasi fraksi volume antara serat dan resin yang digunakan yaitu 10% : 90%, 20% : 80%, dan 30% : 70%. Pengujian kekuatan tarik komposit akar wangi bermatriks poliuretan dilaksanakan berdasarkan standar ASTM D 638. Setiap variasi menghasilkan nilai kekuatan tarik maksimal yang berbeda, yaitu 0,777 MPa untuk perbandingan 10% serat : 90% resin, 1,027 MPa untuk 20% serat : 80% resin, dan 1,298 MPa untuk 30% serat : 70% resin. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada variasi 30% serat : 70% resin, sedangkan nilai terendah terdapat pada variasi 10% serat : 90% resin. Hasil ini menunjukkan bahwa fraksi volume serat berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kekuatan tarik komposit [16].

4. Kesimpulan

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan dan dianalisis, dapat disimpulkan bahwa variasi fraksi volume serat akar wangi berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik komposit berbasis poliuretan. Nilai kekuatan tarik komposit menunjukkan peningkatan seiring dengan bertambahnya fraksi volume serat. Pada fraksi volume serat sebesar 10% dan resin 90%, kekuatan tarik yang diperoleh adalah sebesar 0,777 MPa. Kekuatan tarik mengalami peningkatan pada fraksi volume 20% serat dan 80% resin, yaitu sebesar 1,027 MPa. Nilai kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada perbandingan fraksi volume serat 30% dan resin 70%, yaitu sebesar 1,298 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah serat akar wangi dalam komposit dapat meningkatkan kekuatan tarik hingga batas tertentu.

Daftar Pustaka

- [1] E. Haq *et al.*, “Improved mechanical properties of environmentally friendly jute fibre reinforced metal laminate sandwich composite through enhanced interface,” *Heliyon*, vol. 10, no. 2, p. e24345, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e24345.
- [2] R. Saputra, A. Muhyi, E. Pujiyulianto, M. Fatikul Arif, and F. Paundra, “The Effect of Variations in Curing Temperature of Carbon Fiber/PVC Foam Board Sandwich Composites on Bending Test Failure Analysis,” *J. Pendidik. Tek. Mesin*, vol. 24, no. 1, p. 29, 2024.
- [3] G. I. Huka and L. S. Loppies, “Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Serat Empulur Sagu untuk Aplikasi Pembuatan Komposisi Berbasis Serat Alam,” *J. Mech. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 12–20, 2023.
- [4] Y. P. Chuves, M. Pitanga, I. Grether, M. O. Cioffi, and F. Monticeli, “The Influence of Several Carbon Fiber Architecture on the Drapability Effect,” *Textiles*, vol. 2, no. 3, pp. 486–498, 2022, doi: 10.3390/textiles2030027.
- [5] F. Paundra, A. D. Setiawan, A. Muhyi, and F. Qalbina, “Analisis Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Berpenguat Serat Batang Pisang Kepok dan Serat Pinang,” *Nozzle J. Mech. Eng.*, vol. 11, no. 1, pp. 9–13, 2022.
- [6] R. H. Galih, F. Paundra, M. F. Sidik, A. Muhyi, E. Pujiyulianto, and F. N. Syanur, “Effect of Hot Compression Molding Temperature Variation on Coconut Fiber HDPE Hybrid Composite and Sansevieria Trifasciata on Physical and Mechanical Properties,” vol. 2, no. 1, pp. 1–11, 2024.

- [7] F. U. Putra, F. Paundra, A. Muhyi, F. Hakim, L. Triawan, and A. Aziz, "Pengaruh Variasi Tekanan Dan Fraksi Volume Pada Hybrid Composite Serat Sabut Kelapa Dan Serat Bambu Bermatriks Resin Polyester Terhadap," vol. 6, no. 1, pp. 8–15, 2023.
- [8] A. Nurdin, S. Hastuti, H. P. D., and R. H., "Pengaruh Alkali dan Fraksi Volume terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat Akar Wangi – Epoxy," *Rotasi*, vol. 21, no. 1, p. 30, 2019, doi: 10.14710/rotasi.21.1.30-35.
- [9] Ilham, Bakri, and R. Magga, "Sifat Kuat Tarik Material Komposit Hibrid Berpenguat Serat Ijuk dan Sabut Kelapa dengan Orientasi Serat Acak," *J. Mek.*, vol. 10, no. 2, pp. 980–991, 2019.
- [10] J. Pendidikan and T. Mesin, "EFFECT OF NaOH SOAKING TIME VARIATION ON THE TENSILE STRENGTH OF HEMP FIBER," vol. 24, no. 2, pp. 22–31, 2024.
- [11] F. Paundra, Z. Z. Muttaqin, F. P. Nurullah, E. Pujiyulianto, F. Budi, and R. Artikel, "PENGARUH VARIASI FRAKSI VOLUM TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT HYBRID BERPENGUAT SERAT PELEPAH PISANG DAN SERAT," pp. 6–8, 2022.
- [12] J. M. Mesin, F. P. Nurrullah, F. Paundra, A. Maulana, and A. Muhyi, "THE EFFECT OF WEBBING ANGLE ORIENTATION ON PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF BOEHMERIA NIVEA FIBER," vol. 24, no. 1, pp. 25–34.
- [13] B. Margono, H. Haikal, and L. Widodo, "Analisis Sifat Mekanik Material Komposit Plastik Hdpe Berpenguat Serat Ampas Tebu Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Dan Bending," *AME (Aplikasi Mek. dan Energi) J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 2, p. 55, 2020, doi: 10.32832/ame.v6i2.3069.
- [14] F. Paunda *et al.*, "Pengaruh Variasi Fraksi Volum Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Serat Ampas Tebu Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Bermatrik Polyester," *J. Foundry Politek. Manufaktur Ceper 12 J. Foundry*, vol. 5, no. 1, p. 2022, 2022.
- [15] I. U. R. MEHAKATI; and I. U. R. MEHAKATI;, "Analisis Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Wettability Serat Tunggal Ijuk," vol. 08, no. 02, pp. 23–28, 2023, [Online]. Available: http://skripsi.undana.ac.id/index.php?p=show_detail&id=15866&keywords=.
- [16] "2022 11 paundra Effect of Alkali Treatment on Tensile Strength of Teki Grass Fiber Composite Materials.pdf." .