

ANALISIS KEKUATAN TARIK DAN LENTUR KOMPOSIT SERAT KULIT KAYU BALIK ANGIN (*MALLOTUS PANICULATUS*)

Dodo Solyus Prayoga¹, Yovial Mahyoedin²
Jurusan Teknik Mesin – Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta
Jl. Gajah Mada No.19 Olo Nanggalo Padang, Sumatera Barat 25143
Email: solyusprayoga840@gmail.com¹, jmahyoedin@gmail.com²

ABSTRAK

Dalam beberapa tahun terakhir, pemakaian serat alam sebagai media penguat yang dapat menggantikan serat sintetis mengalami perkembangan pesat pada material komposit. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kekuatan tarik dan lentur pada komposit serat kayu balik angin yang diperkuat dengan campuran polyester. Penelitian ini mengukukan variasi fraksi berat 0% :100%, 10% : 90%, 20% : 80%, dan 30% : 70%. Bahan yang digunakan adalah serat kulit kayu balik angin. Pengujian uji tarik dengan standar ASTM D-3039 dan uji lentur dengan standar ASTM D-790. Hasil perhitungan diperoleh adanya peningkatan kekuatan tarik seiring bertambahnya serat variasi 30% : 70% yaitu 182,222 MPa. Begitu juga pada pengujian lentur diperoleh kekuatan tertinggi pada variasi 30% : 70% 71,78 MPa.

Kata kunci : *serat balik angin, komposit, tarik, lentur, mallotus paniculatus*

PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, pemakaian serat alam sebagai media penguat yang dapat menggantikan serat sintetis mengalami perkembangan pesat pada material komposit. Efek negatif serat sintetis yang limbahnya sulit didaur ulang dan mencemari lingkungan juga mendorong penggunaan serat alami. sehingga, menggunakan serat alami yang baik untuk lingkungan merupakan ide yang baik untuk menjaga lingkungan (Febdia dkk., 2022).

Balik angin merupakan sejenis pohon kecil yang tidak banyak dimanfaatkan, kecuali pepagannya yang dapat diserpil dan digunakan sebagai tali kasar dan kayunya dipakai sebagai bahan bakar. Tumbuhan balik angin dapat dijumpai di hampir semua daerah tropis dan subtropis di Asia. Deris (2013) menyatakan bahwa di balik angin terdapat tumbuhan berbentuk semak dengan batang lurus silindris dan tinggi 10-15 meter. Namun, memiliki banyak cabang, daun, bunga, buah, dan biji.

Penelitian ini menggunakan matriks resin *polyester* dan serat kulit kayu balik angin (*Mallotus paniculatus*). Resin *polyester* adalah salah satu resin termoset yang dapat berikatan dengan serat alami tanpa menghasilkan gas atau reaksi. Dalam penelitian ini tidak menggunakan proses kimiawi dalam proses pengolahan komposit, dan karna serat ini belum ada yang meneliti lebih lanjut tentang bagaimana

kekuatan dari serat ini, apakah mempunyai kekuatan tarik dan lentur yang tinggi atau rendah. Tujuan dari penelitian ini adalah agar serat kulit kayu yang sedang dikembangkan untuk bahan komposit yang sesuai dengan sifat fisik dan mekaniknya dapat lebih bermanfaat sehingga dapat dibuat komposit baru.

METODE

Alat Dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Mesin Uji Tarik
- Mesin Uji Lentur
- Timbangan Digital
- Cetakan Uji Tarik ASTM D-3039
- Cetakan Uji Lentur ASTM D-790
- Gelas plastik
- Cutter
- Gunting
- Kuas
- Spidol
- Penggaris
- Pipet tetes

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- Serat Kulit kayu balik Angin
- Resin Polyester bening
- wax

Proses Produksi Material Komposit

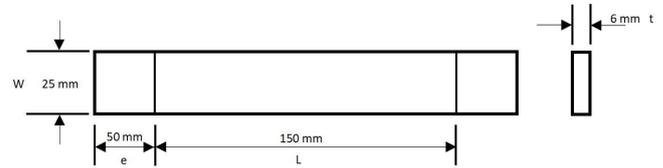
Berikut tahap pembuatan komposit spesimen uji tarik maupun uji lentur dengan penguat serat kulit kayu balik angin dengan metode *hand lay-up*:

- Kulit kayu balik angin diambil dari pohonnya dengan panjang 1-meter dan dibersihkan dengan air.
- Setelah itu, proses pengambilan serat dilakukan dengan memisahkan kulit luar dengan bagian dalam kulit.
- Setelah itu rendam kulit selama 1 minggu, agar mempermudah dalam proses ekstraksi serat.
- Setelah 1 minggu, kulit kayu akan mengembang sehingga menghasilkan serat yang mudah untuk dikelupas, lalu bilas dengan air agar serat bersih.
- Jemur serat dibawah matahari selama 1-2 jam penjemuran.
- Setelah serat kering, potong serat sesuai dengan panjang masing-masing spesimen uji tarik dan uji lentur.
- Timbang serat kulit kayu balik angin dan resin dengan jumlah sesuai dengan variasi fraksi berat pengujian.
- Menambahkan katalis pada resin sesuai dengan ketentuan atau perbandingan yang ditentukan, kemudian di aduk hingga rata.
- Meratakan resin dalam cetakan menggunakan kuas atau alat lainnya dalam cetakan yang disiapkan dari kaca yang telah dibuat sesuai ASTM D-3039 untuk uji tarik maupun ASTM D790 untuk uji lentur.
- Tunggu sampai kering spesimen dalam cetakan selama kurang lebih 2x24 jam.
- Spesimen yang sudah kering dilepas dari cetakan lalu dihaluskan bagian permukaannya menggunakan alat kikir dan amplas.
- Spesimen komposit yang sudah dihaluskan dan diukur geometri awalnya, spesimen sudah siap uji.

Prosedur Pengujian

Pengujian Tarik

Proses pengujian tarik sifat mekanik ini untuk mengetahui tegangan tarik, regangan, dll pada komposit menggunakan mesin uji tarik. Pada proses ini material komposit diberi beban dengan cara ditarik perlahan sehingga material tersebut putus.



Gambar 1. Spesimen Uji Tarik ASTM D3039

Adapun untuk menghitung kekuatan tarik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Yudhanto dkk., 2016)

$$\sigma = \frac{P}{A} \text{ (MPa)}$$

Dimana : σ Tegangan tarik (MPa), P beban yang diberikan (N), A luas penampang (cm^2):

Regangan Tarik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Yudhanto dkk., 2016):

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{l_0} \times 100\%$$

Dimana Regangan tarik (%), Pertambahan panjang (cm), Panjang spesimen awal (cm)

Modulus Elastisitas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Yudhanto dkk., 2016):

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

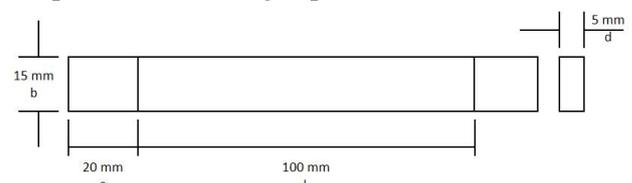
Dimana Modulus Elastisitas (MPa), Regangan tarik (%), σ tegangan tarik (MPa).

Adapun tahapan pada proses pengujian tarik yaitu:

- Siapkan spesimen uji tarik
- Meletakkan benda uji pada alat pengecam mesin uji tarik, untuk menentukan titik nol
- Tekan dan tahan tombol untuk menggerakkan sisi kiri dari pengecam, kemudian atur sisi kanan pengecam dengan cara memutar eretan sebanyak 3/4 divisi agar cekaman lebih kuat
- Cekam spesimen, lalu lakukan proses pengujian tarik dan catat data yang ditampilkan pada monitor.

Pengujian Tarik

Pada pengujian kekuatan lentur ini standar yang digunakan adalah standar ASTM D790 dengan metode *3-point* bending. Dimana spesimen diletakkan pada dua titik tumpu dengan jarak yang telah ditentukan, kemudian diberikan beban pada tengah tumpuan tersebut dengan pembebanan konstan.



Gambar 2. Spesimen Uji Lentur ASTM D790

Perhitungan kekuatan lentur mengacu pada standar ASTM D 790 yaitu (Gibson, 1994):

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Dimana: σ_b tegangan pada tengah-tengah batang (MPa), P pembebanan maksimum (N), L jarak titik tumpu spesimen uji (mm), b lebar spesimen uji (mm), d tebal spesimen uji (mm).

1. Siapkan spesimen uji lentur
2. Atur posisi jarak dari masing-masing tumpuan
3. Meletakkan spesimen uji pada tumpuan yang sudah diatur
4. Turunkan penekan sampai menyentuh benda uji
5. Lakukan proses pengujian lentur, dan catat data yang ditampilkan pada monitor.

Analisa Data

Pada penelitian ini menggunakan 4 variasi fraksi berat. Tabel 1. Tabel Varian Level

Level	Jumlah Spesimen	Komposisi (%)	
		Serat %	Resin %
1	3	0	100
2	3	10	90
3	3	20	80
4	3	30	70

Metode analisa data yang digunakan yaitu dengan metode matematik yaitu dengan menggunakan rumus-rumus yang ada dan nilainya di ambil nilai rata-rata. Data hasil pengujian diambil berdasarkan spesimen yang mengalami kerusakan, yang akan digunakan sebagai hasil pengujian. Analisa akan dilakukan untuk mengevaluasi kekuatan uji tarik, dan bending dalam kondisi statik data yang diperoleh menggunakan displacement konstan. Hasil yang diharapkan adalah:

- Grafik uji tarik
- Grafik uji *bending*

HASIL DAN PEMBAHASAN

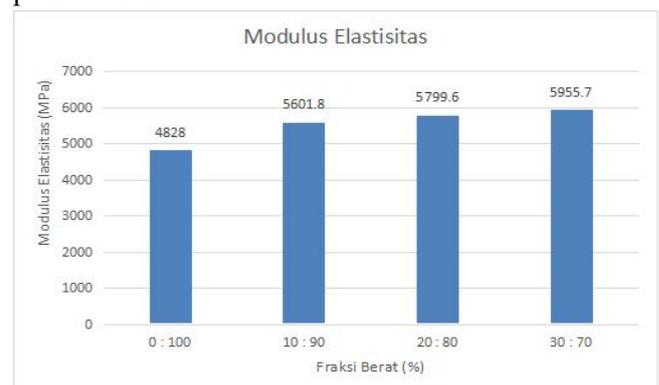
Proses pengambilan data dilakukan secara berurutan, mulai dari landasan teori/ studi pustaka, lalu pembuatan spesimen uji dengan standar ASTM D 3039 untuk uji tarik dan standar ASTM D 790 untuk uji lentur. Spesimen uji dibuat dengan metode *hand lay-up* menggunakan resin polyester bening, dan serat kulit kayu balik angin dengan menggunakan varian fraksi berat yang mana dilakukan 3 kali pengulangan pada tiap levelnya.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Tegangan dan Regangan

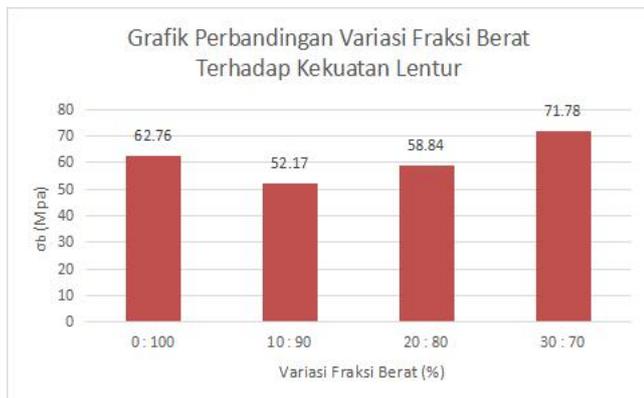
Dari gambar 4.8 grafik perbandingan tegangan dan regangan dari 4 level spesimen fraksi berat komposit bahwa, nilai kekuatan tarik berbanding terbalik dengan regangan tarik, dimana pada kekuatan tarik semakin besar level perbandingan serat, maka semakin besar juga nilai kekuatan tarik yang terjadi dimana nilai tertinggi terdapat pada level 30%:70% dengan nilai 182,222 MPa dengan nilai regangan tertinggi sebesar 1,56%. Pertambahan kekuatan tersebut disebabkan seiring bertambahnya fraksi berat serat karena serat merupakan unsur yang berguna sebagai penahan beban sehingga semakin banyak serat dalam komposit maka akan berpotensi memberikan dukungan yang lebih pada komposit saat menahan beban (Mulyadi dkk. 2023).

Sedangkan nilai regangan semakin besar level perbandingan serat maka semakin kecil regangan yang terjadi dimana nilai regangan tertinggi terdapat pada level 0% : 100 % yaitu sebesar 3,68 % dengan kekuatan tarik terendah sebesar 177,777 MPa. Penurunan regangan ini disebabkan karena penambahan jumlah serat dalam komposisi yang bervariasi semakin banyak akan semakin menghalangi pergerakan dari molekul – molekul polimer untuk berpindah dari satu tempat ke tempat lain sehingga kegagalan yang dialami lebih awal saat diberi pembebanan.



Gambar 4. Grafik Hubungan Modulus Elastisitas Terhadap Variasi Fraksi Berat

Dari gambar 4. grafik hubungan modulus elastisitas terhadap fraksi berat dapat kita lihat bahwa untuk modulus tarik komposit juga mengalami peningkatan dimana nilai modulus elastisitas tertinggi ditunjukkan pada fraksi berat 30% : 70% yaitu sebesar 5955,7 MPa, sedangkan untuk modulus elastisitas terendah ditunjukkan pada fraksi berat 0% : 100% yaitu sebesar 4828,0 MPa. Peningkatan nilai modulus tarik menunjukkan bahwa seiring bertambahnya fraksi berat serat maka komposit juga akan semakin kaku. Hal ini disebabkan regangan yang dihasilkan mengalami penurunan seiring bertambahnya fraksi berat serat. Penurunan tersebut didominasi oleh efek degradasi sifat mekanis serat yang disertai oleh semakin sempurnanya ikatan antara serat dengan matrik (Kuncoro, 2006).



Gambar 5. Grafik Hubungan Kekuatan Lentur Terhadap Variasi Fraksi Berat

Dari grafik kekuatan lentur diatas menunjukkan terjadinya penurunan kekuatan lentur pada fraksi berat 10% : 90% yaitu sebesar 52.17 Mpa yaitu lebih rendah dari pada fraksi berat 0% : 100% sebelumnya yaitu sebesar 62.76 Mpa dimana penurunan yang terjadi pada kekuatan lentur yaitu sebesar 7%. Namun setelah mengalami penurunan nilai kekuatan lentur naik lagi sebesar 4% dari fraksi 10%:90 ke 20%:80% dan naik lagi sebesar 10% pada fraksi berat 30% : 70% yaitu sebesar 71.78 Mpa. Dilihat dari tingginya nilai kekuatan lentur menunjukkan serat terikat sempurna oleh matrik. Sehingga seluruh pembebanan ditanggung secara merata oleh semua serat sebagai satu kesatuan yang artinya setiap serat pada komposit menerima beban yang sama.

Dilihat dari tingginya nilai kekuatan lentur menunjukkan serat terikat sempurna oleh matrik. Sehingga seluruh pembebanan ditanggung secara merata oleh semua serat sebagai satu kesatuan yang artinya setiap serat pada komposit menerima beban yang sama. Untuk tingginya kekuatan lengkung fraksi

berat 0% : 100% diatas disebabkan karena komposit dengan fraksi berat serat tersebut tidak ada campuran dari serat, jadi 100% resin saja oleh sebab itu nilai kekuatan lenturnya tinggi sehingga pada saat pengujian, spesimen level 0% : 100% tidak mengalami patah. Berkurangnya peluang terjadinya perpatahan maka menghasilkan komposit dengan tegangan bending tinggi. Rongga yang terjadi sangat berpengaruh terhadap menurunnya tegangan bending pada komposit. Karena dengan sedikit void pada komposit mempunyai peluang kecil terjadinya retakan pada awal yang dapat menimbulkan potensi berkembang menjadi perpatahan (Oza, 2010).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisa dari hasil pengujian maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Variasi fraksi berat pada komposit serat kulit kayu balik angin ini memiliki kekuatan tarik dan lentur yang sangat baik dengan semakin besar fraksi serat maka semakin besar juga nilai kekuatan yang didapat pada saat proses pengujian dan analisis yang dilakukan dimana nilai kekuatan naik seiring pertambahan fraksi serat 30%:70%.

Peneliti menyarankan beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam proses penelitian selanjutnya, antara lain: pada proses pembuatan komposit dapat divariasikan mulai dari struktur serat, tipe serat, maupun jenis resin yang digunakan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih pada Kepala Laboratorium Material Teknik & Metalurgi Fisik karna sudah membantu penulis dalam melakukan pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Febdia Pradani, Y., Saepuddin, A., & Dafid, M. (2022). Analisa Kekuatan Tarik Serat Kulit Kayu Waru (*Hibicus Tiliaceus*) Sebagai Bahan Pengikat dengan Variasi Sudut Anyaman. *Metrotech (Journal of Mechanical and Electrical Technology)*, 1(2), 76–83.
- [2] Deris, E.S. (2013). Kajian Struktur Anatomi dan Sifat Fisis Kayu Balik Angin (*Mallotus paniculatus*) : A Lesser Know Species from Kalimantan. Bogor.
- [3] Yudhanto, F., Sudarisman, & M.Ridlwan. (2016). Karakterisasi Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Lamina Serat Anyam Sisal Dan Gelas Diperkuat Polyester. *Semesta Teknika*, 19(1), 48–54.

- [4] Gibson, R. F. (1994). Principles of Composite Material Mechanics. New York: Mc Graw hill, Inc.
- [5] Mulyadi Halim^a, Roro Heni Hendaryati^a, Mohamad Irkham Mamungkas^a, 2023. Pengaruh Fraksi Massa dan Bentuk serat Pisang Abaka Terhadap Kekuatan Tarik Pada Proses Pembuatan Komposit. TURBINE (Journal Technology Urgency Breakthrough in Engineering) Vol.1, No. 1.
- [6] Kuncoro Diharjo, 2006. Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Polyester. JURNAL TEKNIK MESIN Vol. 8, No. 1, : 8 – 13.
- [7] Oza, S., 2010, *Thermal and Mechanical Properties of Recycled High Density Polyethylene/hemp Fiber Composites*, University City Blvd Charlotte, NC, 28223, USA., pp. 31-36.