

PENGARUH FRAKSI VOLUME SERAT DAUN NANAS DAN MATRIKS EPOXY TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT

Moch Fanni Suwandi¹, Mochammad Basjir², Cepi Yazirin³

^{1*)} Universitas Islam Malang

email: fannisuwandi@gmail.com

²⁾ Universitas Islam Malang

email: m.basjir@unisma.ac.id

³⁾ Universitas Islam Malang

email: cepiyazirin10@unisma.ac.id

ABSTRACT

Fibrous composites continue to be developed to become a substitute for metal materials. This is because the nature of the composite material is that it is durable, which are stable, corrosion-resistant, water-resistant, and lightweight compared to metals. Fibers from natural materials are an alternative that can replace synthetic fibers which are more environmentally friendly used as reinforcing fiber for composites. Pineapple leaf fiber is a type of fiber that comes from plants. Pineapple leaves have quite good tensile strength, making them an alternative material for making composites, where pineapple fiber is known for its strength. This research added pineapple leaf fiber to the composite with varying fiber volume fraction percentages of 50%, 60% , 70% and parallel and random orientation. The method used is real experimental using the hand lay-up method. This research created 18 samples divided into 3 samples of each variation, then tested. using ASTM D638-01 standards. This research obtained the highest tensile test results in a parallel orientation with a volume fraction of 70%, a stress value of 102.11 MPa, a strain value of 20.2%, an elastic modulus value of 5.055 MPa. Meanwhile, the random orientation obtained the highest value in the 70% fraction, the stress value was 35.05 MPa, the strain value was 8.7%, the elastic modulus value was 4.028 MPa. This study proved that the addition of pineapple leaf fibers could affect the tensile strength of natural fiber composites.

Keywords: Composite; Pineapple Leaf Fiber; Epoxy Resin; Tensile Test

ABSTRAK

Komposit berserat terus dikembangkan sebagai pengganti material logam. Hal ini dikarenakan sifat material komposit yaitu tahan lama, tahan korosi, tahan air dan lebih ringan dibandingkan logam. Serat alam menjadi alternatif yang menarik bagi serat sintetis yang sering digunakan sebagai serat tekstil dan serat penguat untuk komposit. Pelepah nanas atau (*pineapple leaf fibres*) serat daun nanas berasal dari jenis (*vegetable fibre*) atau serat tumbuhan. Serat ini memiliki kekuatan tarik cukup baik, menjadikannya salah satu bahan alternatif untuk membuat material komposit, di mana kekuatannya yang cukup terkenal pada serat nanas ini. Penelitian ini menambahkan serat nanas nanasan pada komposit dengan variasi persentase fraksi volume serat sebesar 50%, 60% , 70% dan orientasi sejajar dan acak. Metode yang digunakan yaitu eksperimental nyata dengan memakai salah satu metode dari beberapa metode komposit yaitu metode *hand lay-up*. Penelitian ini membuat 18 sampel terbagi menjadi 3 sampel pada masing-masing variasi, lalu diuji. menggunakan standart ASTM D638-01. Penelitian ini memperoleh hasil uji tarik tertinggi pada orientasi sejajar dengan fraksi volume 70% nilai tegangan sebesar 102,11 MPa, nilai regangan sebesar 20,2%, nilai modulus elastisitas sebesar 5,055 MPa. Sedangkan pada orientasi acak memperoleh nilai tertinggi pada fraksi 70% nilai tegangan sebesar 35,05 MPa, nilai regangan sebesar 8,7%, nilai modulus elastisitas sebesar 4,028 MPa. Penelitian ini membuktikan bahwa kekuatan komposit serat alam khususnya pada uji tarik berpengaruh dengan penambahan serat.

Kata Kunci: Komposit; Serat Daun Nanas; Resin *Epoxy*; Uji Tarik

PENDAHULUAN

Sebagai bahan dasarnya, komposit terdiri dari dua campuran material atau lebih yang memiliki sifat mekanik tidak sama pada material. Dua unsur yang umumnya terdapat pada bahan komposit yaitu matriks yang digunakan sebagai bahan pengikat serat dan serat (*fiber*) yang digunakan sebagai bahan pengisi. Karakteristik yang berbeda dari bahan penyusunnya dan sifat mekanik yang dimiliki material komposit dihasilkan oleh campuran tersebut [1]–[3].

Saat ini, serat alami (*natural fiber*) juga digunakan dan tidak hanya menggunakan serat sintetis (*fiberglass*) yang digunakan sebagai pengganti bahan komposit logam. Ini karena komposit memiliki sifat serat yang kuat, tahan terhadap korosi, tahan lama serta memiliki berat yang lebih ringan dibanding dengan berat logam [4].

Sebagai pengganti serat, serat alami merupakan salah satu topik yang banyak diteliti karena melimpahnya ketersediaan dan keterbaruan dibanding serat sintetis dan juga sifat sifat yang dimilikinya [5].

Natural fiber atau serat alam merupakan alternatif yang menarik untuk serat sintetis yang sering digunakan sebagai serat tekstil dan serat penguat untuk komposit matriks polimer atau keramik. Contoh serat berbasis hayati dengan potensi tekstil dan penguatan adalah kapas, pisang, wol, rami, kenaf, serat ijuk, serabut kelapa, dan serat daun nanas [6].

Ananas comusus (nanas) menjadi unggulan barang dagangan utama yang ada indonesia. Setiap tahunnya, produksi nanas mengalami kenaikan di indonesia yang pesat. Pemasok nanas terbesar ke-5 di dunia yaitu indonesia, namun jika melihat data ekspor dunia, dengan persentase hanya kurang dari 1% indonesia berada pada urutan 20 besar. Pemanfaatan pelepah nanas dapat ditingkatkan nilai jualnya dengan menjadikan pelepah nanas menjadi bahan komposit yang ramah lingkungan.. Tumbuhan (*vegetable fibre*) salah satu serat yang menghasilkan serat daun nanas (*pineapple leaf fibres*) atau Pelepah nanas. Serat daun nanas yang memiliki kekuatan tarik yang cukup baik, menjadikannya salah satu bahan yang mudah untuk pembuatan komposit, di mana serat nanas ini sudah dikenal untuk kekuatannya [7], [8].

Struktur pelindung eksternal dari kerusakan komposit adalah matriks pada komposit yang memiliki peran sebagai pengikat serat, sehingga matriks dan serat saling berikatan atau berhubungan. Fraksi volume terbesar pada komposit merupakan matriks ini dikarenakan matriks mampu mempertahankan (penguat) serat pada tempatnya dan saat material ditimpa beban matriks dapat mengirim tegangan ke serat sehingga material menjadi lebih kuat [9].

Efek yang baik pada sifat mekanik dan struktur mikro komposit diperoleh dari pemilihan matriks yang tepat. Salah satu matriks yang dapat digunakan yaitu

epoxy. Keunggulan yang dimiliki resin *epoxy* seperti fleksibilitas, daya tahan terhadap zat kimia, kelembaban serta kekuatan yang tinggi, memiliki sifat fisik dan listrik yang sangat baik sehingga cocok untuk berbagai aplikasi dan banyak digunakan dalam perekat [10].

Mengacu pada penjelasan diatas, komposit dengan serat alam agar menjadi material komposit yang kuat dan meningkatkan kekuatan tarik material yaitu dengan penambahan fraksi volume serat alam, namun penelitian yang berkenaan dengan penambahan fraksi volume serat daun nanas terhadap kuat tarik komposit belum pernah diteliti. Peneliti ingin melakukan eksperimen dengan judul “Pengaruh Penambahan Fraksi Volume Serat Daun Nanas dan Matriks *Epoxy* terhadap Kekuatan Tarik Komposit ”.

METODE

Metode penelitian yang kami gunakan adalah eksperimental nyata (*true experimental research*) dengan diuji tarik. Variasi persentase fraksi volume serat sebesar 50%, 60%, 70% dengan membandingkan kekuatan semua variasi menggunakan cara *hand lay-up*. Bahan baku yang digunakan yaitu serat daun nanas dan resin *epoxy* dimana masing-masing bahan baku tersebut memiliki karakteristik sebagai berikut:

Tabel 1. Kandungan serat daun nanas
Sumber: [11]

No.	Komposisi Kimia	Serat Daun Nanas (%)
1.	Selulosa	69,5 – 71,5
2.	Lignin	4,4 – 4,7
3.	Pentosan	17,0 – 17,8
4.	Pektin	1,0 – 1,2
5.	Lemak dan Wax	3,0 – 3,3
6.	Abu	0,71 – 0,87
7.	Zat-zat lain	4,5 - 5,3

Tabel 2. Sifat utama dari berbagai matriks komposit
Sumber: [12]

Tipe Matriks	Sifat Matriks
Polyester	Batas suhu rendah. Sifat mekanik sedang/rendah. Biaya rendah
Epoxy	Batas suhu rendah. Harga tinggi. Sifat mekanik yang tinggi.
Matriks Logam	Batas suhu tinggi. Biaya menengah. Sifat mekanik sedang.
Matriks Keramik	Batas suhu tinggi. Biaya rendah. Sifat mekanik sedang

Sebelum pengambilan data, proses pertama yang dilakukan adalah pencampuran NaOH dengan air bersih untuk merendam serat daun nanas kedalam larutan NaOH tersebut selama 4 jam. Lalu serat dibersihkan dari larutan NaOH menggunakan air yang mengalir dan keringkan serat dibawah sinar matahari. Campurkan resin dan hardener ke dalam gelas ukur aduk perlahan sampai rata. Tuang campuran resin dan serat ke dalam cetakan. Tutup cetakan menggunakan plastik dan rekatkan *vacuum sealant tape*, lalu pasang *vacuum compressor* dan *resin trapnya*.



Gambar 1. Proses *vacuum* material

Proses pengambilan data penelitian disesuaikan dengan prosedur, pemasangan Benda yang akan diuji dipasang pada gagang (pegangan) atas dan bawah mesin uji tarik dengan cara menaikkan atau menurunkan gagang bawah, sehingga benda yang akan diuji berada pada posisi pegangan yang benar dan benar-benar lurus.

Kemudian mengatur angka beban ke posisi nol, lalu mengatur kecepatan pengujian (5 mm/menit) dan tombol mulai ditekan 2x kemudian ingat untuk menekan tombol bawah.



Gambar 2. Proses uji tarik

Perhitungan Fraksi Volume

- a. Rumusan yang digunakan dalam mengetahui volume cetakan.

$$V_c = P \times L \times t$$

$$V_c = 16,5 \times 1,9 \times 0,5$$

$$V_c = 15,675 \text{ (cm}^3\text{)}$$

- b. Rumusan yang digunakan untuk mengetahui serat yang digunakan

$$\text{Volume serat} = \frac{50}{100} \times 15,675 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$= 7,837 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$\text{Massa serat} = \text{Volume serat} \times \text{Densitas serat}$$

$$= 7,837 \text{ (cm}^3\text{)} \times 1,07 \text{ (gr/cm}^3\text{)}$$

$$= 8,3 \text{ gr}$$

$$\text{Volume serat} = \frac{60}{100} \times 15,675 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$= 9,405 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$\text{Massa serat} = \text{Volume serat} \times \text{Densitas serat}$$

$$= 9,405 \text{ (cm}^3\text{)} \times 1,07 \text{ (gr/cm}^3\text{)}$$

$$= 10,06 \text{ gr}$$

$$\text{Volume serat} = \frac{70}{100} \times 15,675 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$= 10,972 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$\text{Massa serat} = \text{Volume serat} \times \text{Densitas serat}$$

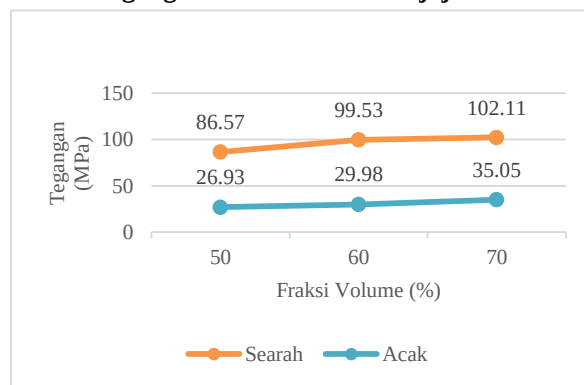
$$= 10,972 \text{ (cm}^3\text{)} \times 1,07 \text{ (gr/cm}^3\text{)}$$

$$= 11,74 \text{ gr}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini memperoleh hasil sebagai berikut.

1. Grafik Tegangan Orientasi Serat Sejajar Dan Acak

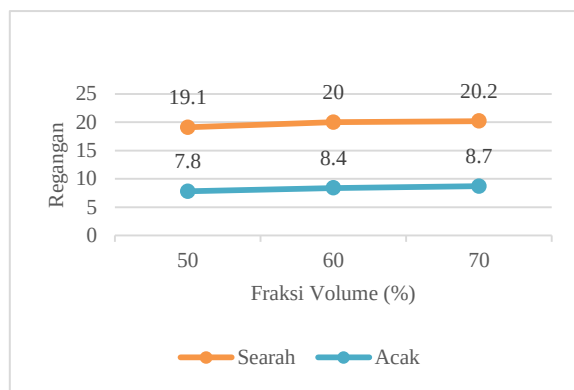


Gambar 3. Grafik tegangan orientasi serat sejajar dan acak

Gambar 3 menunjukkan bahwa fraksi volume serat sebesar 70% pada variasi arah serat searah memperoleh nilai tegangan paling tinggi sebesar 102,11 MPa, dikarenakan arah serat sejajar dapat menangani beban tarikan dengan lebih baik. Dengan serat sejajar, serat-serat dapat berbagi beban secara efisien dan saling memperkuat satu sama lain, sehingga meningkatkan kekuatan material secara keseluruhan. Hal ini membuat material lebih tahan terhadap deformasi dan retakan saat dikenai beban tarikan.

Komposit dengan arah serat acak memperoleh nilai tertinggi pada fraksi volume 70% sebesar 35,05 MPa. Jika dibandingkan dengan arah serat sejajar nilai ini jauh lebih rendah dikarenakan dalam serat acak, serat-serat tidak diatur dengan baik dan tidak memiliki orientasi khusus. Hasilnya ketika beban diterapkan distribusi beban menjadi tidak merata dan serat tidak dapat saling memperkuat dengan afisien.

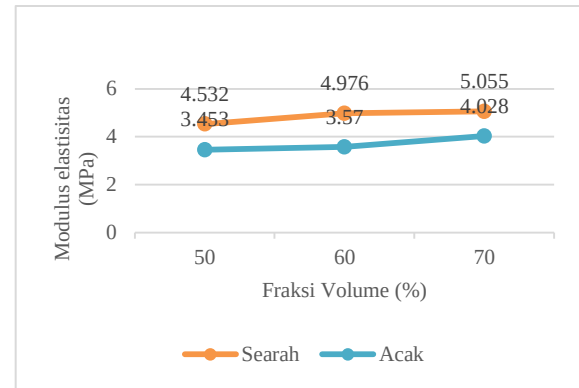
2. Grafik Tegangan Orientasi Serat Sejajar Dan Acak



Gambar 4. Grafik regangan orientasi serat sejajar dan acak

Gambar 4 merupakan grafik regangan dari hasil pengujian diperoleh nilai maksimal 20,2% Pada fraksi serat 70% kekuatannya meningkat karena adanya lebih banyak serat yang mengisi semua ruang cetakan, sehingga mengurangi kekosongan ruang dan membuat matrik dan serat saling berikatan dan menghasilkan transfer beban yang lebih efektif. Selain itu, serat tambahan juga memberikan jalur resistensi tambahan untuk mengatasi gaya-gaya yang diterapkan pada material.

3. Grafik Tegangan Orientasi Serat Sejajar Dan Acak



Gambar 5. Grafik tegangan orientasi serat sejajar dan acak

hasil pengujian diperoleh nilai maksimal 5,055 MPa Pada fraksi serat 70% kekuatannya meningkat karena ketika serat sejajar dengan arah beban yang diterapkan, serat mampu menahan Sebagian besar beban tarik secara langsung. Sehingga meningkatkan kekuatan tarik secara keseluruhan. Selain itu, interaksi serat dan matrik menjadi lebih efisien hal ini karena gaya-gaya yang bekerja pada serat dan matrik lebih sejajar dan tranfer beban lebih baik.

Serat dengan fraksi 50% menjadi yang terendah dari hasil data regangan, tegangan, modulus elastisitas ini karena kurangnya volume serat menjadikan masih adanya ruang kosong yang hanya diisi oleh matrik, membuat serat dan matrik tidak berikatan dengan maksimal.

4. Foto Patahan Orientasi Sejajar



Gambar 6. Foto hasil uji tarik orientasi searah 50%

Berdasarkan gambar diatas hasil patahan terlihat patah getas (*brittle failure*) karena gaya geser dapat ditahan oleh matriks dan diteruskan ke serat sekitar dan terlihat void atau gelembung berukuran kecil yang terjebak di dalam sehingga mempengaruhi kekuatan mekanik komposit.



Gambar 7. Foto hasil uji tarik orientasi searah 60%

Jika dilihat pada foto hasil patahan terlihat patahan (*fiber pull out*) yaitu terjadi ketika serat keluar dari matriks tanpa patahan atau pecahan serat yang signifikan. Ini bisa mengindikasikan bahwa ikatan antara serat dan matriks kurang kuat.



Gambar 8. Foto hasil uji tarik orientasi searah 70%

Berdasarkan gambar hasil patahan karena void atau gelembung udara terlihat lubang besar yang membuat awal kelemahan material terjadi dikarenakan proses

vakum atau mengurangi gelembung kurang maksimal sehingga mempengaruhi kekuatan mekanik komposit.

5. Foto Patahan Orientasi Acak



Gambar 9. Foto hasil uji tarik orientasi acak 50%



Gambar 10. Foto hasil uji tarik orientasi acak 60%



Gambar 11. Foto hasil uji tarik orientasi acak 70%

Berdasarkan gambar diatas hasil patahan rata-rata kombinasi dari 2 tipe patahan yaitu patah getas (*brittle failure*) dan (*debonding*), terjadi patahan yang tidak beraturan dengan kerusakan matriks. *Brush type* berwujud seperti sikat yang menjadi modus kerusakan pada material. Karena arah serat acak membuat ikatan antara serat dan matrik tidak maksimal ditambah dengan arah beban tarik yang tidak searah dengan arah serat sehingga mempengaruhi kekuatan mekanik komposit.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini:

1. Untuk pengujian tarik komposit orientasi searah memperoleh kekuatan tarik tertinggi pada fraksi volume 70% yakni 124,77 Mpa dan pada orientasi acak mendapat kekuatan tarik tertinggi pada fraksi volume 70% yakni 36,63 Mpa

Dari hasil pengujian penambahan jumlah serat sangat berpengaruh terhadap hasil pengujian tarik dimana volume serat nanas dan matrik semakin besar maka kekuatan pada hasil pengujian juga semakin besar.

Dari pengujian yang dilakukan komposit dengan pola serat searah dan acak memiliki karakter mekanik yang berbeda pada setiap pengujian. Untuk pengujian tarik komposit orientasi searah cenderung lebih kuat dibandingkan dengan orientasi acak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Orang tua dan keluarga, Bapak Mochammad Basjir, S.T., M.T., Bapak Cepi Yazirin, S.Pd., M.T., dan HIMAMEN diucapkan terimakasih karena telah membantu serta berkontribusi besar dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] a. Supriyatna, y. M. Solihin, c. V tri, and u. Jaya, “pengembangan komposit *epoxy* berpenguat serat nanas untuk aplikasi interior mobil,” 2018.
- [2] c. Ya’qub¹, p. Hartono², and i. Choirotin³, “analisis serat alam sabut kelapa sebagai bahan material komposit,” 2023.
- [3] z. Karim, m. Basjir, and c. Yazirin, “pengaruh ketebalan skin komposit sandwich karbon *fiber* dengan bahan nilon sebagai core terhadap uji bending menggunakan metode *vacuum infusion*,” 2023.
- [4] n. Dzaky syamsuri, p. Hartono, and i. Choirotin, “analisis fraksi volume dan orientasi susunan serat kulit batang kersen

dan serat pelepah pisang dengan matrik *epoxy* terhadap sifat mekanik pada komposit,” 2023.

- [5] s. Habibie *et al.*, “serat alam sebagai bahan komposit ramah lingkungan, suatu kajian pustaka *natural fiber as a friendly environmental composite material, a literature review*,” 2021.
- [6] a. D. O. Beten   *et al.*, “influence of sampling area and extraction method on the thermal, physical and mechanical properties of cameroonian ananas comosus leaf fibers,” *heliyon*, vol. 8, no. 8, aug. 2022, doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e10127.
- [7] m. Yunus *et al.*, “pembuatan dan pengujian sifat mekanik komposit bahan serat *fiberglass* dan serat daun nanas dengan matrik resin polyester pada panel panjat dinding,” *jurnal austenit*, vol. 12, no. 1, 2020.
- [8] d. N. Susanti, “pengaruh variasi panjang serat nanas terhadap kekuatan tarik dan impact komposit polyester-serat nanas,” 2018. [online]. Available: <http://repository.unimus.ac.id>
- [9] supriyanto and jimin, “karakteristik kekuatan komposit serat daun nanas dengan variasi panjang serat,” 2021.
- [10] s. Sari kelana and f. Choria suci, “dinamika : jurnal ilmiah teknik mesin pengaruh perbandingan fraksi volume serat aren dan serat daun nanas pada pembuatan material komposit,” vol. Xx, no. Y, no. 1, 2021, doi: 10.33772/djitm.v%vi%i.18683.
- [11] t. Djunaedi and b. Setiawan, “pengujian kekuatan tarik komposit variasi arah serat roving-resin polyester bqtn r157 yang diproduksi dengan metode vacuum bagging untuk aplikasi pesawat tanpa awak,” 2018.
- [12] syafrizal, “pengaruh matrik resin-epoxy terhadap kekuatan impak dan sifat fisis komposit serat nanas,” 2020.