

Analisis Fraksi Volume Serat Pelepeh Batang Pisang Bermatriks *Unsaturated Resin Polyester (UPR)* Terhadap Kekuatan Tarik dan SEM

Tumpal Ojahan R.¹, Hansen Aditia M.S.²

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Malahayati
Jl. Pramuka No. 27 Kemiling, Bandar Lampung, Email : tumpal_ojahan@yahoo.com

Abstrak

Serat alam telah terbukti sebagai material yang kuat, mampu untuk menggantikan serat sintetik sebagai penguat. Serat batang pisang kepok salah satu serat yang memiliki potensi sebagai penguat untuk polyester material komposit. Pada material komposit berpenguat (fiber) serat batang pisang kepok dapat menahan beban yang diterima material komposit. Sedangkan unsaturated resin polyester (UPR) sebagai pengikat serat batang pisang, bekerja menahan beban dan melindungi serat dari kerusakan. Hasil pengujian kekuatan tarik yang paling optimal terdapat pada volume fraksi 28% fiber : 72% matriks dengan gaya maksimum 2327,9 N, tegangan tarik 67,2065 N/mm², regangan 2,7477% serta modulus elastisitas 3441,82 N/mm². Pada pengamatan SEM fraksi volume 28% filler : 72% matriks paling optimal karena adanya ikatan matriks dan serat menyatu dengan sempurna. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pengaruh fraksi volume serat batang pisang kepok sebagai penguat (fiber) dan unsaturated resin polyester (UPR) sebagai pengikat (matriks) pada material komposit akan mempengaruhi kekuatan material komposit lebih kuat dan ulet.

Kata kunci : serat pisang kepok, komposit, fraksi volume, kekuatan tarik, SEM

PENDAHULUAN

Polimer merupakan bahan yang sangat bermanfaat dalam dunia teknik, khususnya dalam industri konstruksi. Polimer sebagai bahan konstruksi bangunan dapat digunakan baik berdiri sendiri, misalnya sebagai perekat, pelapis, cat, dan sebagai glazur maupun bergabung dengan bahan lain membentuk komposit. Untuk aplikasi struktur yang memerlukan kekuatan dan ketegaran, diperlukan perbaikan sifat mekanik polimer agar memenuhi syarat. Untuk kebutuhan tersebut, berkembanglah komposit polimer yang disertai penguat oleh berbagai *filler* di antaranya serat [1].

Bahan polimer yang biasa digunakan dalam pembuatan komposit adalah polimer jenis termoset. Pemilihan bahan ini didasarkan bahwa polimer termoset memiliki ketahanan terhadap suhu dan bahan kimia atau pelarut yang disebabkan wujudnya yang cair dan kekentalannya tidak terlalu tinggi sehingga mampu membasahi permukaan serat Epoksi dan *polyester* merupakan polimer termoset yang biasa digunakan dalam pembuatan komposit polimer [2].

Sifat bahan komposit sangat dipengaruhi oleh sifat dan distribusi unsur penyusun, serta interaksi antara keduanya [2]. Parameter penting lain yang mungkin mempengaruhi sifat bahan komposit adalah bentuk, ukuran, orientasi dan distribusi dari penguat (*filler*) dan berbagai ciri-ciri dari matriks [3]. Sifat mekanik merupakan salah satu sifat bahan komposit yang sangat penting untuk dipelajari. Untuk aplikasi struktur, sifat mekanik ditentukan oleh pemilihan bahan [4]. Sifat mekanik bahan komposit bergantung pada sifat bahan penyusunnya. Peran utama dalam komposit berpenguat serat adalah untuk memindahkan tegangan (*stress*) antara serat, memberikan ketahanan terhadap lingkungan yang merugikan dan menjaga permukaan serat dari efek mekanik dan kimia. Sementara kontribusi serat sebagian besar berpengaruh pada kekuatan tarik (*tensile strength*) bahan komposit [5].

Menurut Tumpal Ojahan [6], Semakin tinggi volume fraksi maka tegangan tarik dan kekuatan tarik material komposit semakin meningkat dan Semakin besar volume fraksi serat batang pisang sebagai penguat (*fiber*) dan *recycled polypropylene (RPP)* sebagai pengikat (*matriks*) maka semakin tinggi tegangan,

regangan, kekuatan dan ketangguhan. Hal ini dikarenakan kekuatan ikatan matriks dengan serat meningkat, kekuatan tarik tertinggi terdapat pada volume fraksi F_l 35% : M_t 65% $\sigma_t = 8,508$ MPa. Analisa kekuatan tarik komposit termoplastik diperkuat serat daun nanas, pembuatan komposit dilakukan secara hand lay up, bahan yang digunakan adalah resin polyester dan variasi fraksi volume adalah 20%, 30% dan 35%. Hasil pengujian menunjukkan kekuatan tarik terbesar rata-rata terdapat pada fraksi volume 35% [7]. Junior [8], melakukan penelitian tentang sifat mekanis komposit serat kelapa dengan resin poliester. Setelah dilakukan pengujian dan foto SEM didapatkan fraksi volume serat yang optimal dari komposit serat kelapa yang dapat menahan perambatan retak.

Menurut Lokantara [9], meneliti tentang pengaruh panjang serat dan temperatur udara terhadap kekuatan tarik komposit polyester tapis kelapa dengan variasi panjang serat tapis kelapa yaitu 5 mm, 10 mm dan 15 mm sedangkan variasi temperatur udara yaitu -5°C , 10°C dan 25°C . Komposit yang dibuat menggunakan penguat serat tapis kelapa dengan matrik berupa resin unsaturated polyester, hasil pengujian menunjukkan variasi panjang serat dan temperatur udara mempengaruhi kekuatan tarik pada komposit. Kartini [10], Nilai kekuatan tarik serat ijuk lebih tinggi daripada serat pisang disebabkan bentuk geometri serat pisang berbeda dengan serat ijuk. Bentuk geometri serat pisang berupa lembaran, sedangkan serat ijuk berupasilinder panjang dengan perbandingan antara panjang dengan diameternya sangat besar. Dengan semakin banyak serat ijuk pada matriks polimer, maka luas permukaan bidang batas antarmukanya semakin besar yang membuat bahan komposit lebih kuat. Menurut Tumpal [11]. Analisa kekuatan pukul takik dan SEM dengan variasi fraksi volume komposit bermatriks RPP terhadap filler serat batang pisang, dapat meningkatkan kekuatan akibat filler.

Penelitian ini akan dibuat komposit polimer yang diperkuat serat alam berupa serat pelepah pisang kepok dan menggunakan matriks resin polyester, setelah itu akan dilihat pengaruh penambahan serat ke dalam matriks polimer terhadap kekuatan tarik serta mengetahui struktur ikatan antara komponen matriks dan pengisi komposit serat batang pisang dengan

hasil pengamatan photo SEM (*Scanning Electron Microscope*).

BAHAN DAN METODA

Bahan matriks yang digunakan dalam penelitian ini adalah resin polyester merek Yukalak 157 BQTN-EX, pengerasnya adalah hardener versamid 140, pengeringnya digunakan katalis MEKPO (*metil etil keton peroksida*), serat pisang kepok yang diambil dari pohon pisang kepok (*Musa paradisiacal L.*) di daerah Bandar Lampung, sertawax mold sebagai bahan untuk memudahkan melepaskan sampel dari cetakan. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Alat cetakan yang terbuat dari kaca dengan ketebalan 4 mm dan ditutup menggunakan kaca pada bagian atas dan bagian bawah cetakan.
2. Mesin press dingin (*hydraulic press*)
3. Timbangan digital dan alat ukur micrometer.
4. Mesin uji tarik, mesin uji bending, mesin uji impact dan alat *Scanning Electron Microscope* (SEM)
5. Alat bantu lainnya yaitu sarung tangan, pisau, gelas ukur, timbangan, amplas, spidol dan kuas.



Gambar 1. Cetakan Komposit (Juni 2014)

METODA PENELITIAN

a. Pembuatan sampel

Pertama permukaan bagian dalam dari alat cetak diolesi dengan wax secukupnya. Resin polyester dicampur dengan katalis dengan perbandingan berat 100:1 dan diaduk sampai rata selama 2 menit. Resin dan katalis dituangkan pada cetakan setengah bagian, lalu ditambahkan serat dengan susunan serat sejajar (*continuous*), berikutnya tuangkan kembali resin dan katalis yang tersisa setengah bagian, lalu ditutup dengan cetakan kaca. Selanjutnya

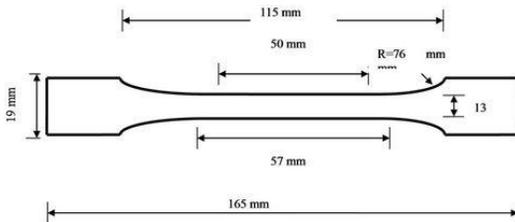
cetakan diberi tekanan 20 kg/cm² sampai material komposit kering.



Gambar 2. Komposit Serat Pisang

b. Bentuk Sampel

Bentuk material komposit setelah kering berbentuk persegi, kemudian dilakukan reparasi spesimen seperti pada Gambar 3



Gambar 3. Bentuk sampel uji tarik dengan standar ASTM D638-4

c. Karakterisasi

Karakterisasi ini dilakukan pada sampel yang telah dibuat meliputi :

1. Uji tarik, dari uji ini diperoleh informasi kekuatan tarik (*tensile strength*), regangan, beban maksimum dan modulus elastisitas.
2. Foto SEM, dari uji ini diperoleh informasi jenis patahan yang terjadi pada vf 28% : 72%.

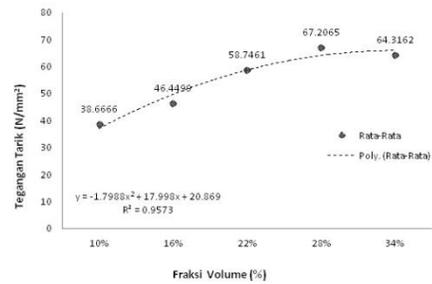
HASIL UJI TARIK

Data hasil uji tarik ditunjukkan pada Tabel 1, tetapi berdasarkan data yang diperoleh tidak ada nilai untuk perpanjangan patah (*elongation at break*).

Tabel 1. Hasil Uji Tarik Komposit

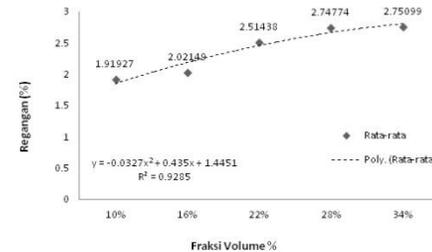
| Tabel Hasil Uji Tarik | | | | |
|-----------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------|--|
| Pengujian | | | | |
| Fraaksi Volume | Tegangan Tarik (N/mm ²) | Regangan Tarik (%) | Beban Maksimum (N) | Modulus Elastisitas (N/mm ²) |
| 10% | 38.6666 | 1.91927 | 1109.25 | 3437.74 |
| 16% | 46.4499 | 2.02149 | 1389.86 | 3327.94 |
| 22% | 58.7461 | 2.51438 | 1843.00 | 3167.37 |
| 28% | 67.2065 | 2.74774 | 2327.93 | 3441.82 |
| 34% | 64.3162 | 2.75099 | 2381.88 | 3435.79 |

Setelah dilakukan pengujian tarik komposit bermatriks *Resin Polyester* berpenguat serat batang pisang kapok dengan arah serat sejajar dengan tegangan tarik, regangan tarik dan modulus elastisitas cenderung mengalami peningkatan.



Gambar 2. Kurva Tegangan Tarik

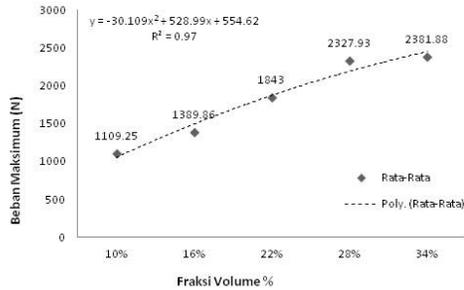
Kurva tegangan tarik - volume fraksi cenderung mengalami peningkatan, adapun tegangan tarik tertinggi berada pada vf 28% fiber dengan rata-rata 67.2065 N/mm² dan rata-rata terendah terdapat pada vf 10% fiber yaitu 38.6666 N/mm².



Gambar 3. Kurva Regangan Tarik

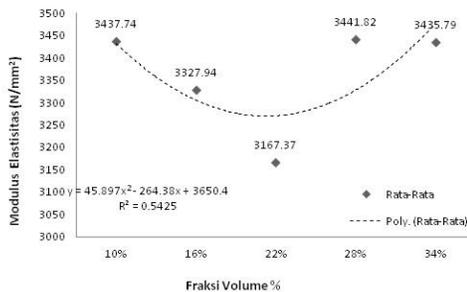
Kurva regangan-volume fraksi material komposit mengalami peningkatan, regangan rata-rata tertinggi terdapat pada vf 34% fiber sebesar 2.75099% dan rata-rata terendah terdapat pada vf 10% fiber yaitu 1.91927%. Peningkatan regangan dipengaruhi penambahan

volume fraksi, serta disebabkan adanya peningkatan daya ikat antara matriks dengan fiber.



Gambar 4. Kurva Beban maksimum Uji Tarik

Kurva beban maksimum - volume fraksi material komposit mengalami peningkatan, regangan rata-rata tertinggi terdapat pada vf 34% fiber sebesar 2381.88 N dan rata-rata terendah terdapat pada vf 10% fiber yaitu 1109.25 N. Peningkatan nilai beban maksimum dipengaruhi penambahan volume fraksi, serta disebabkan adanya peningkatan daya ikat antara matriks dengan fiber.



Gambar 5. Kurva Modulus Elastisitas Uji Tarik

Kurva modulus elastisitas serat – volume fraksi yang tertinggi berada pada vf 10% fiber yaitu 3437.74 N/mm², sedangkan modulus elastisitas terendah terdapat pada fraksi volume 22% fiber yaitu 3167.37 N/mm².

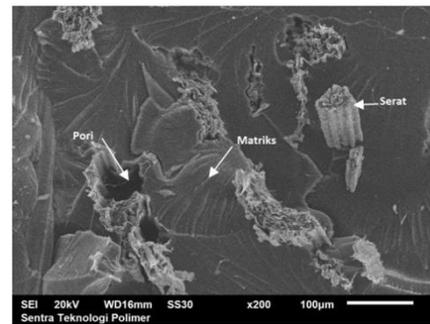
PEMBAHASAN

Secara garis besar volume fraksi sangat berpengaruh terhadap kekuatan tarik hal ini disebabkan karena penguat serat sudah semakin bertambah dan pengikat berkurang, sementara dimensi dari material tidak mengalami perubahan. Dari tabel hasil uji tarik komposit mengalami peningkatan mulai dari fraksi volume 10% sampai 28% fiber, hal ini serat

berfungsi sebagai penguat (*fiber*) mempunyai sifat tarik yang kuat dibandingkan dengan pengikatnya (*matriks*) Resin Polyester. Apabila dari hasil pengujian terdapat kekuatan tarik menurun ini disebabkan penyusunan serat atau konsentrasi serat pada matriks tidak tersusun dengan baik dan bisa juga disebabkan oleh kadar air dari serat, serta adanya lignin terdapat diserat sehingga dapat menurunkan sifat kekuatan serat. Pada saat proses pencetakan dan pengepresan juga dapat mempengaruhi kekuatan tarik material komposit karna dapat menyebabkan rongga udara (*Void*).

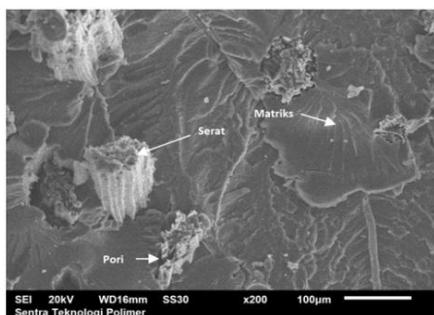
Pengamatan SEM Komposit.

Photo SEM dilakukan untuk mengetahui struktur ikatan antara serat sebagai penguat (*fiber*) dengan Resin Polyester sebagai pengikat (*matriks*)



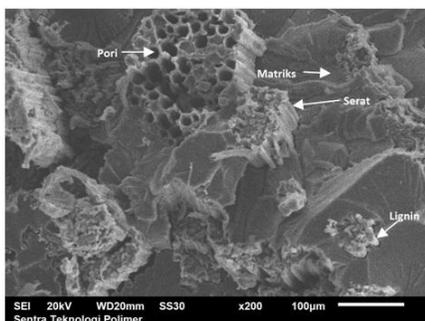
Gambar 6. Pengamatan SEM Komposit fl 10% : mt 90 %

Menunjukkan hasil uji SEM komposit serat batang pisang sebelum dilakukan uji tarik dengan pengikat *Resin Polyester* dari hasil uji SEM tampak dengan jelas matriks dan serat merekat dengan baik dikarenakan belum tampak kerusakan yang terjadi tetapi sudah terbentuk pori, hal ini diakibatkan fiber dan matriks belum mengikat dengan sempurna.



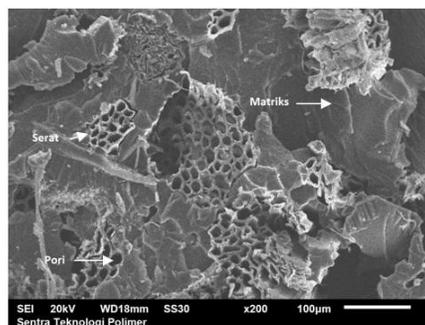
Gambar 7. Pengamatan SEM Komposit
fl 16% : mt 84 %

Hasil uji SEM komposit serat batang pisang sejajar serat setelah dilakukan uji tarik dengan pengikat *Resin Polyester* dari hasil uji SEM tampak dengan jelas matriks dan serat merekat dengan baik dapat dilihat setelah kerusakan permukaan komposit setelah uji tarik, masih sedikit terlihat adanya serat yang tercabut, menimbulkan pori.



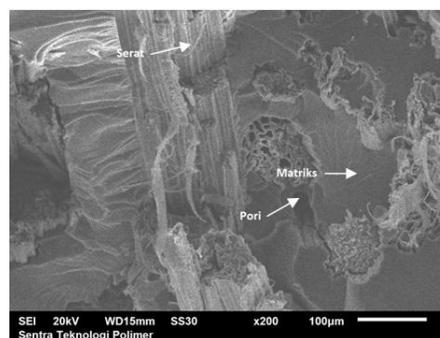
Gambar 8. Pengamatan SEM Komposit
fl 22% : mt 78 %

Menunjukkan hasil uji SEM komposit serat batang pisang sejajar serat setelah dilakukan uji tarik dengan pengikat *Resin Polyester* dari hasil uji SEM tampak dengan jelas matriks dan serat merekat dengan baik dapat dilihat setelah kerusakan permukaan komposit setelah uji tarik, terlihat adanya serat yang tercabut lebih banyak dan menimbulkan pori.



Gambar 9. Pengamatan SEM Komposit
fl 28% : mt 72 %

Hasil uji SEM komposit serat batang pisang sejajar serat setelah dilakukan uji tarik dengan pengikat *Resin Polyester* hasil tampak dengan jelas matriks dan serat merekat dengan baik dapat dilihat setelah kerusakan permukaan komposit setelah uji tarik, terlihat serat yang tercabut lebih banyak dan menimbulkan pori.



Gambar 10. Pengamatan SEM Komposit
fl 34% : mt 66 %

Menunjukkan hasil uji SEM komposit serat batang pisang sejajar serat setelah dilakukan uji tarik dengan pengikat *Resin Polyester* dari hasil uji SEM tampak dengan jelas matriks dan serat merekat dengan baik dapat dilihat setelah kerusakan permukaan komposit setelah uji tarik, masih sedikit terlihat adanya serat yang tercabut dan menimbulkan pori adapun tegangan tarik rata-rata tertinggi pada fraksi volume $Fl\ 34\% : Mt\ 66\%$ $\sigma_t = 64.3162\ N/mm^2$.

KESIMPULAN

1. Semakin tinggi volume fraksi maka tegangan tarik dan kekuatan tarik material komposit semakin meningkat.
2. Semakin besar volume fraksi serat batang pisang sebagai penguat (*fiber*) dan

Unsaturated Resin Polyester (UPR) sebagai pengikat (*matriks*) maka semakin tinggi tegangan, regangan, kekuatan dan ketangguhan, hal ini dikarenakan kekuatan ikatan matriks dengan serat meningkat.

3. Kekuatan tarik maksimum komposit resin polyester dengan penguat serat batang pisang terdapat pada fraksi volume 28% jika lebih dari 28% kekuatan komposit akan mengalami penurunan kekuatan tarik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Feldman, Dorel and Anton J. H. *Bahan Polimer Kontruksi Bangunan*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. (1995).
- [2]. Bhagwan D, Agarwal. *Analysis and Performance of Fiber Composite*. John Wiley & Sons. New York. (1980)
- [3]. Mathew, F. L, And R.D. Rawlings. *Composite Materials: Engineering and Science*. Chapman & Hall. London. (1994)
- [4]. Colling, Davida., and Thomasvasilos. *Industrial Material: Polyme Ceramics and Composite*. Vol 2. Prentice Hall. (1995)
- [5]. Nicolais, L., et. al. *Sciense and Technology of Polymer Composite*. Di dalam Güneri Akovali (editor). *The Interfacial Interaction in Polimer Composites*. Natoasi Series. Nether lands. (1993)
- [6]. Tumpal Ojahan R., *Analisa Kekuatan Pukul Takik Dan SEM Dengan Variasi Fraksi Volume Komposit Bermatriks RPP Terhadap Filler Serat Batang Pisang*, Proseding BKS-TM XII Unila, Oktober 2013
- [7]. Zhohanes, 2010, "Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester Resin Dengan Penguat Serat Daun Nanas Jenis *Smoth Cayenne*", Univ. Malahayati, Bandar Lampung
- [8]. H.P.G. Santafé Júnior, 2010, *Mechanical Properties of Tensile Tested Coir Fiber Reinforced Polyester Composites*. Revista Materia
- [9]. Lokantara I Putu, 2010. *Pengaruh Panjang Serat pada Temperatur Uji yang Berbeda Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester Serat Tapis Kelapa*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Vol. 4 No.2. Oktober 2010 (166-172)
- [10]. Ratni Kartini, 2002. *Pembuatan Dan Karakteristik Komposit Polimer Berpenguat Serat Alam*. Jurnal Sains Materi Indonesia Vol.3 No. 3. Juni 2002 (1411-1098)
- [11]. Tumpal Ojahan R., *Perbedaan Kekuatan Tarik Arah Tegak Lurus Dan Sejajar Serat Untuk Komposit Serat Batang Pisang Bermatriks Recycled Polypropylene (RPP)*. Fakultas Teknik Universitas Malahayati Bandar Lampung, 2013.