

PENGARUH ORIENTASI DAN FRAKSI VOLUME SERAT DAUN NANAS (*ANANAS COMOSUS*) TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT POLYESTER TAK JENUH (UP)

Paryanto Dwi Setyawan*, Nasmi Herlina Sari*, Dewa Gede Pertama Putra

* Dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Mataram NTB, Jl. Majapahit No. 62 Mataram
e-mail : paryanto_ds@yahoo.com

Abstract

Composite manufacturing is done by hand lay-up method with a fiber volume fraction 10%, 20%, 30%, and 40% with unidirectional and random short fiber orientation of pineapple leaves. Specimen testing is performed with a standard tensile strength test ASTM D3039. As a results is known that the tensile strength of composites increased with increasing fiber volume fraction for unidirectional fiber orientation, but rather to the random orientation of short fibers. Meanwhile, the composite tensile strain increases with increasing fiber volume fraction for both the orientation of the fibers of pineapple leaves.

Keywords: pineapple fiber, volume fraction, fiber orientation, tensile strength.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi bahan, peran serat-serat alam mulai tergantikan oleh jenis bahan serat sintetis, seperti *E-Glass*, *Kevlar-49*, *Carbon/Graphite*, *Silicone Carbide*, *Aluminium Oxide*, dan *Boron*. Namun dengan munculnya *issue* permasalahan limbah non-organik serat sintesis yang semakin bertambah serta inovasi yang dilakukan dalam bidang material, serat alam kembali mendapat perhatian sebagai bahan penguat komposit karena ramah lingkungan dan biaya produksinya yang relatif lebih rendah.

Komposit merupakan salah satu jenis bahan yang dibuat dengan penggabungan dua atau lebih macam bahan yang mempunyai sifat berbeda menjadi satu material baru dengan sifat yang berbeda pula. Komposit mempunyai keunggulan seperti kuat, ringan, tahan korosi, ekonomis dan sebagainya (Wicaksono, 2006).

Penggunaan serat daun nanas sebagai bahan komposit merupakan langkah yang tepat didalam mengembangkan material komposit. Tumbuhan ini sangat luas penyebarannya, sehingga dapat ditemukan didaerah tropik dan daerah subtropik serta daerah yang mempunyai keadaan iklim basah maupun kering.

Sulistijono (2008), di dalam penelitiannya mengenai analisa pengaruh fraksi volume serat kelapa pada komposit matriks *polyester* terhadap kekuatan tarik, *impact* dan *bending* menunjukkan bahwa serat kelapa yang dikombinasikan dengan *polyester* sebagai matriks akan dapat menghasilkan komposit *alternative* yang salah satunya berguna sebagai duduk bantal mobil, papan/meja. Dengan memvariasikan fraksi volume serat kelapa, diharapkan akan didapat kekuatan tarik, *impact* dan *bending* komposit yang maksimal untuk mendukung pemanfaatan komposit *alternative*.

Berdasarkan uraian diatas maka penulis tertarik untuk meneliti kekuatan tarik komposit berpenguat serat daun nanas dengan penggunaan variasi fraksi volume dan orientasi serat bermatrik *unsaturated polyester*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh fraksi volume dan orientasi serat daun nanas terhadap kekuatan tarik material komposit bermatrik *unsaturated polyester*.

Serat yang digunakan adalah serat daun nanas lokal Gunungsari dengan arah serat searah dan serat pendek acak, dengan panjang rata-rata serat pendek acak adalah 1mm. Fraksi volume serat yang digunakan adalah 10%, 20%, 30%, 40% fraksi volume.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Komposit

Komposit merupakan sejumlah sistem *multifasa* sifat gabungan, yaitu gabungan antara bahan matrik atau pengikat dengan penguat unsur utama. Bahan komposit menggabungkan keunggulan kekuatan dan kekakuan serat dengan massa jenis yang rendah. Serat berperan menahan sebagian besar gaya-gaya yang bekerja pada bahan komposit. Matriks bertugas melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik. Matriks harus bisa meneruskan beban dari luar ke serat. Hasilnya suatu bahan yang ringan tetapi kuat dan kaku (Surdia, 2000).

Secara umum, dikenal tiga kelompok komposit, (Sari, 2009) yaitu:

- a. *Fibrous Composites* (Komposit Serat), yaitu jenis komposit yang hanya terdiri dari satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat/*fiber*.
- b. *Laminated Composites* (Komposit Laminat), yaitu jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan

setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri.

- c. *Particulate Composite* (Komposit Partikel), yaitu komposit yang menggunakan partikel serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya.

Beberapa faktor yang mempengaruhi performa *Fiber-Matriks Composite* antara lain:

1. Jenis serat, serat digunakan untuk dapat memperbaiki sifat dan struktur matrik, mampu menjadi bahan penguat matrik pada komposit untuk menahan gaya yang terjadi.
2. Orientasi serat, menentukan kekuatan mekanik komposit yang mempengaruhi kinerja komposit tersebut.
3. Panjang serat, sangat berpengaruh terhadap kekuatan dimana serat panjang lebih kuat dibandingkan serat pendek.
4. Bentuk serat, pada umumnya semakin kecil diameter serat akan menghasilkan kekuatan komposit yang semakin tinggi.
5. Jenis matrik, matrik berfungsi sebagai pengikat serat menjadi sebuah unit struktur, melindungi dari perusakan eksternal, meneruskan atau memindahkan beban eksternal pada bidang geser antara serat dan matrik.
6. Ikatan serat-matrik, keberadaan *void* dalam komposit akan mengurangi kekuatan komposit yang disebabkan ikatan *interfacial* antara matrik dan serat yang kurang besar.
7. Katalis, digunakan untuk membantu proses pengeringan *resin* dan serat dalam komposit.

2.2. Resin Polyester Tak Jenuh

Perekat adalah zat yang mengikat dua benda dengan pelekatan dan perekatan permukaan. Perekat terdiri dari perekat jenis dan perekat mekanis. Perekat jenis ini bersifat kimia dan tarik menarik antara kedua benda. Perekat jenis ini dapat berupa ikatan kimia misalnya karet-logam. Sedangkan perekat mekanis merupakan gaya ikatan akibat saling taut. Bila perekat jenis merupakan gaya aktif yang menyatukan bahan satu sama lain, serta efektif pada beban tarik, sedangkan perekat mekanis bersifat pasif dan tidak terlalu efektif kecuali dengan bantuan gaya luar (Hartomo, 1992).

Dikenal tiga jenis perekat, yaitu:

- a. Perekat Termoplastik. Perekat ini dapat dilebur, dilarutkan, melunak bila dipanaskan, mengalami *creep* bila dikenai beban. Perekat termoplastik tidak mengalami perubahan kimia saat terbentuknya ikatan.
- b. Perekat Termoset. Terbentuknya ikatan pada perekat ini dibantu oleh panas, katalis atau gabungannya.
- c. Perekat Campuran *Resin* Karet. Jenis ini mempunyai sifat gabungan sifat komponennya. *Resin* termoset campuran karet baik untuk

perekat structural, pada logam atau benda kaku lainnya.

Resin polyester tak jenuh merupakan jenis material polimer *thermosetting*. Matriks ini dapat menghasilkan keserasian matrik-serat dengan mengontrol faktor jenis dan jumlah komponen, katalis, waktu, dan suhu. Sifatnya tahan *creep*, sangay memadai sebagai perekat struktur berbeban berat, serta tahan kondisi panas tinggi, radiasi, kelembaban, dan bahan kimia (Hartomo, 1992). Sifat-sifat mekanik bahan matrik polimer dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik bahan matrik *Polymer*.

| <i>Polymer</i> | E (Mpa) | σ (Mpa) | Use Temp (°C) |
|------------------|---------|----------------|---------------|
| <i>PC</i> | 2345 | 62 | 120 |
| <i>Polyester</i> | 2415 | 76 | 125 |
| <i>Phenolic</i> | 3100 | 62 | 160 |
| <i>Epoxy</i> | 2480 | 83 | 145 |

Sumber: Hartomo, A.J., Rusdiarsono, A., Hardianto, D., 1992

2.3. Nanas (*Ananas Comosus*)

Tanaman nanas dapat tumbuh pada keadaan iklim basah maupun kering, pada umumnya tanaman nanas ini toleran terhadap kekeringan serta memiliki kisaran curah hujan yang luas, yaitu sekitar 1000-1500 mm/tahun. Akan tetapi nanas tidak toleran terhadap hujan salju karena rendahnya suhu. Tanaman nanas dapat tumbuh baik dengan cahaya matahari rata-rata 33% - 71% dari kelangsungan maksimumnya, dengan angka tahunan rata-rata 2000 jam. Suhu yang sesuai untuk budidaya tanaman nanas adalah 23°C - 32°C, akan tetapi juga dapat hidup dilahan bersuhu rendah sampai 10°C (Anonim, 2000). Bagian utama yang bernilai ekonomi penting dari tanaman nanas adalah buahnya. Buah nanas selain dikonsumsi segar juga diolah menjadi berbagai macam makanan dan minuman, dan juga bermanfaat bagi kesehatan tubuh.

2.4. Pengujian Tarik

Kekuatan tarik adalah ketahanan suatu bahan terhadap beban yang bekerja parallel pada bahan yang menyebabkan bahan tersebut putus tarik (Supardi, 1999). Pengujian tarik dilakukan terhadap spesimen uji yang standar. Pada bagian tengah dari batang uji merupakan bagian yang menerima tegangan. Pada bagian ini diukur panjang batang uji, yaitu bagian yang dianggap menerima pengaruh dari pembebanan, bagian inilah yang selalu diukur pada proses pengujian.

Data yang diperoleh dari mesin uji tarik biasanya dinyatakan dengan grafik beban-pertambahan panjang (grafik P- ΔL). Grafik ini masih belum banyak gunanya karena hanya menggambarkan kemampuan batang uji (bukan

kemampuan bahan) untuk menerima beban gaya. Untuk dapat digunakan menggambarkan sifat bahan secara umum, maka grafik P-ΔL harus dijadikan grafik lain yaitu suatu diagram tegangan-regangan (*stress-strain* diagram) kadang-kadang juga disebut diagram tarik. Data yang diperoleh dari mesin tarik dinyatakan dalam grafik tegangan regangan (*stress-strain*) atau disebut juga diagram tarik.

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \dots\dots\dots (1)$$

$$\epsilon = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

- Dimana : σ = Engineering stress (Mpa)
- F = Beban tarik (N)
- A₀ = Luas penampang awal (m²)
- ϵ = Engineering strain (%)
- L₁ = Panjang setelah dibebani (mm)
- L₀ = Panjang mula-mula (mm)

3. METODE PENELITIAN

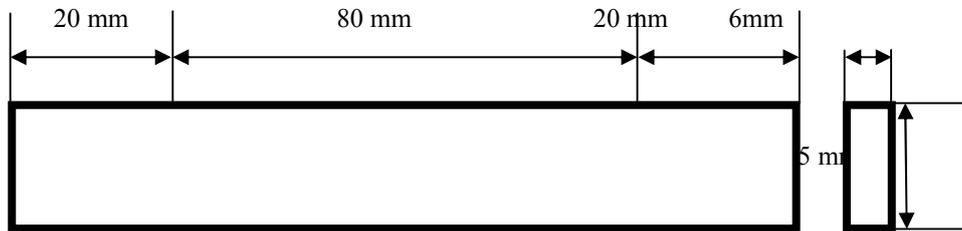
Proses pengambilan serat daun nanas dilakukan dengan cara menyerut daun dengan menggunakan alat penyerut yang sebelumnya telah dibersihkan dan dikeringkan. Serat kemudian direndam dalam larutan NaOH dengan konsentrasi

4% volume selama 2 jam. Setelah serat selesai direndam, kemudian serat dibilas menggunakan air aquades dan dikeringkan. Untuk serat pendek, setelah perlakuan alkali, selanjutnya serat dihaluskan dan diayak. Serat yang digunakan mempunyai ukuran ≤ 60 mesh.

Serat kemudian ditimbang dengan fraksi volume serat 10, 20, 30, 40 (% volume) dan kemudian dimasukkan dalam cetakan dengan arah serat searah dan dilapisi dengan resin *polyester* tak jenuh di bagian atas dan bawah permukaan serat. Sedangkan untuk serat pendek acak, serat dicampur dengan *polyester* tak jenuh dan diaduk sampai campuran homogen dan dituangkan kedalam cetakan. Cetakan pengujian tarik menggunakan kaca dengan ketebalan 6 mm dengan daerah pencetakan 125 x 90 mm, disesuaikan dengan ukuran spesimen pengujian.

Pengujian tarik dilakukan terhadap spesimen/batang uji dengan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM). Pengujian tarik dilakukan sampai spesimen/batang uji putus. Pada saat pengujian gaya atau tegangan dan perubahan panjang batang atau regangan dimonitoring dan disajikan dalam bentuk kurva tegangan-regangan.

Bentuk spesimen pengujian kekuatan tarik sesuai dengan standar ASTM D 3039 dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Spesimen Uji Tarik ASTM D 3039

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian kekuatan tarik dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui sifat-sifat mekanik suatu material seperti kekuatan tarik, tegangan luluh dan regangan yang terjadi. Pada penelitian ini, kekuatan tarik dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh fraksi volume dan orientasi serat terhadap kekuatan tarik spesimen. Pengujian kekuatan tarik dilakukan terhadap spesimen uji tarik sesuai dengan standar ASTM D3039. Kekuatan Tarik (*tensile strength*) menunjukkan kemampuan bahan untuk menerima beban / tegangan saat rusak / patah untuk komposit, dinyatakan dengan kemampuan maksimum sebelum putus.

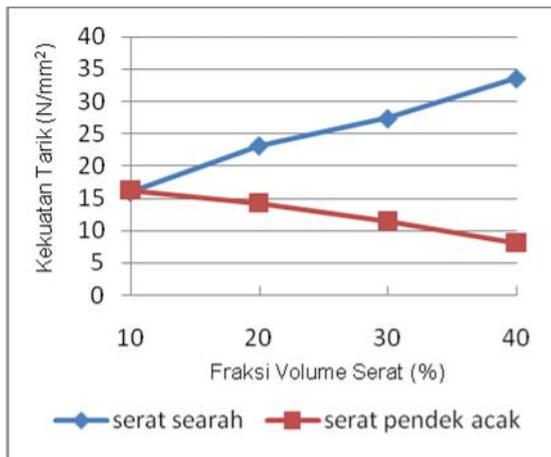
Hasil pengujian kekuatan tarik komposit serat daun nanas dengan matrik *polyester* tak jenuh ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Data hasil uji tarik komposit.

| Fraksi Volume Serat (%) | Kekuatan Tarik (Mpa) | |
|-------------------------|----------------------|------------|
| | Serat searah | Serat acak |
| 10 | 16.03 | 16.24 |
| 20 | 23.19 | 14,32 |
| 30 | 27.39 | 11,50 |
| 40 | 33,57 | 8,12 |

Sumber : Data pengujian di Laboratorium Struktur dan Bahan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram

Grafik hubungan antara volume serat terhadap kekuatan tarik dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Grafik hubungan volume serat daun nanas terhadap kekuatan tarik komposit.

Dari gambar 2, grafik hubungan antara variasi fraksi volume serat daun nanas terhadap kekuatan tarik komposit diatas dilihat bahwa volume serat berpengaruh terhadap kekuatan tarik yang dihasilkan. Pada komposit dengan arah serat searah ditunjukkan bahwa kekuatan tarik meningkat dengan semakin meningkatnya fraksi volume serat daun nanas. Kekuatan tarik tertinggi terjadi pada fraksi volume serat 40%, yaitu 33,57 Mpa atau mengalami kenaikan sebesar 109%.

Peningkatan kekuatan tarik ini dipengaruhi oleh daya ikat antara serat dengan matriks yang sempurna serta penambahan volume fraksi serat daun nanas pada komposit. Faktor lain yang mempengaruhi peningkatan kekuatan tarik komposit adalah orientasi serat dalam komposit tersebut.

Serat yang mempunyai orientasi serat searah sesuai dengan panjang komposit sehingga ketika komposit diberikan gaya tarik maka matriks akan dapat menahan gaya tersebut dan diteruskan oleh serat sebelum akhirnya komposit tersebut akan putus/patah.

Dari gambar 2. juga dapat diketahui hubungan antara variasi fraksi volume serat pendek acak terhadap kekuatan tarik komposit. Kekuatan tarik komposit dengan orientasi serat pendek acak semakin menurun dengan semakin meningkatnya volume fraksi serat pendek acak. Kekuatan tarik tertinggi terjadi pada komposit serat daun nanas dengan volume serat 10% yaitu sebesar 16,24 Mpa.

Penurunan kekuatan tarik komposit serat pendek acak ini disebabkan oleh tidak sempurnanya ikatan antara serat dan matriks seiring dengan penambahan volume serat pada komposit sehingga menimbulkan banyaknya *void*. Selain itu orientasi serat yang acak tidak mampu secara optimum menahan gaya yang diberikan pada arah dimana gaya bekerja.

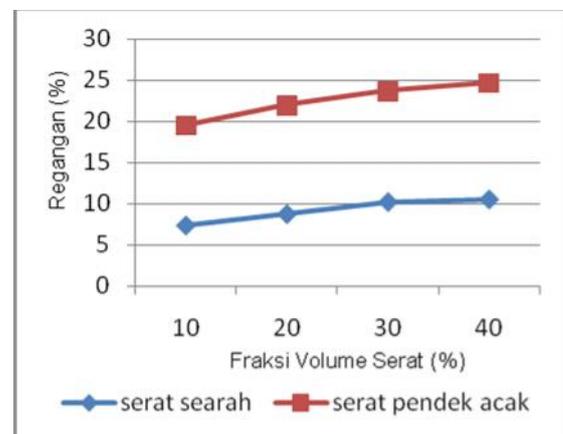
Hasil pengujian regangan tarik komposit serat daun nanas dengan matrik *polyester* tak jenuh ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil regangan tarik komposit.

| Fraksi Volume Serat (%) | Regangan Tarik (%) | |
|-------------------------|--------------------|------------|
| | Serat searah | Serat Acak |
| 10 | 7,38 | 12,13 |
| 20 | 8,73 | 13,20 |
| 30 | 10,18 | 13,47 |
| 40 | 10,48 | 14,18 |

Sumber : Data pengujian di Laboratorium Struktur dan Bahan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram

Grafik hubungan antara fraksi volume serat terhadap regangan dapat dilihat pada gambar 3. Pada gambar 3 tersebut dapat diketahui bahwa regangan tarik komposit meningkat dengan meningkatnya fraksi volume serat. Hal ini disebabkan karena serat nanas mempunyai nilai regangan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan matriks *polyester* tak jenuh. Selain itu dapat diketahui juga bahwa regangan tarik komposit serat pendek acak lebih tinggi dibandingkan dengan komposit serat searah. Regangan tarik tertinggi terdapat pada komposit serat pendek acak dengan fraksi volume 40% yaitu sebesar 14,18% dan regangan tarik terkecil terdapat pada komposit serat searah dengan fraksi volume 10% yaitu sebesar 7,38%.



Gambar 3. Grafik hubungan antara volume serat daun nanas terhadap regangan tarik komposit.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian tarik terhadap komposit dapat disimpulkan bahwa :

- Kekuatan tarik komposit serat daun nanas dengan orientasi serat searah meningkat dengan semakin meningkatnya fraksi volume serat, namun hal ini terjadi sebaliknya pada komposit

serat daun nanas dengan orientasi serat pendek acak.

- b. Regangan tarik komposit serat daun nanas dengan orientasi serat searah dan serat pendek acak meningkat dengan semakin meningkatnya fraksi volume serat. Regangan tarik komposit serat daun nanas dengan orientasi serat pendek acak lebih tinggi dibandingkan dengan orientasi serat searah.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diberikan saran untuk penelitian berikutnya adalah sebagai berikut:

- a. Proses pembuatan komposit harus benar-benar diperhatikan dan sesuai dengan prosedur

yang ada guna mendapatkan komposit dengan kualitas dan kekuatan yang tinggi.

- b. Proses penekanan pada saat pencetakan harus dilakukan secara merata agar cetakan terisi dengan resin secara menyeluruh untuk mengurangi terjadinya *void*.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang sebesar-besarnya kami ucapkan kepada saudara Dewa Gede Pertama Putra, alumni TEKNIK Mesin UNRAM sebagai anggota *team work* dalam penelitian ini. Terima kasih atas segala bantuan dan sumbangsuhnya.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2000, Nanas (*Ananas Comosus*) <http://www.ristek.go.id>
- Bismarck, A., Askargorta, I.A., Lamphe, T., Wielaye, B., Stamboulis, A., Skenderovich, I., Limbach, H.H., 2002, Surface Characterization of Flax, Hemp and Cellulose Fibres: Surface Properties and the Water Uptake Behavior, *Journal Polymer Composite* Vol 23, no. 5.
- Eichorn, S.J., Zafeiropoulos, C.A.B.N., Ansel L.Y.M.M.P., Entwistle, K.M., Escamillia, P.J.H.F.G.C., Groom, L., Hill, M.H.C., Rials, T.G., dan Wild, P.M., 2001. Review Current International Research into Cellulosic Fibres and Composites, *Journal of Polymer*, Volume 37, No 24, Gret Brittain.
- Feldman, D., dan Hatomo, J.A., 1995, *Bahan Polimer Konstruksi Bangunan*, Gramedia Pustaka Utama.
- Gibson, F.R., 1994, *Principle of Composite Material Mechanis*, International Edition, McGraw-Hill Inc, New York.
- Hartomo,A.J., Rusdiarsono, A., Hardianto, D., 1992, *Memahami Polimer dan Perikat*, Andi Offset. Yogyakarta.
- Sari, N.H., 2009. Polymer and Composite, *Diktat Kuliah*, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram, Mataram.
- Schwartz, M.M., 1984, *Composite Materials Handbook*, McGraw-Hill Book Co., New York.
- Sulistijono, 2008, Analisa Pengaruh Fraksi Volume Serat Kelapa Pada Komposit Matriks Polyester Terhadap Kekuatan Tarik, Impact Dan Bending, *Jurnal Teknik Mesin*, ITS, Surabaya.
- Supardi, Edi, 1999, *Pengujian Logam*, Angkasa Bandung, Bandung.
- Surdia,T., 2000, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Jakarta: Pradnya Paramita.
- Wicaksono, Arif, 2006, Karakterisasi Kekuatan Bending Komposit Berpenguat Kombinasi Serat Kenaf Acak dan Anyam, *Tugas Akhir*, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang, Malang.