

Analisa Kekuatan Tarik dan Bentuk Patahan Komposit Serat Sabuk Kelapa Bermatriks *Epoxy* terhadap Variasi Fraksi Volume Serat

Zulkifli^{1*}, Hadi Hermansyah², Subur Mulyanto³

¹*Politeknik Negeri Balikpapan*

²*Politeknik Negeri Balikpapan*

³*Politeknik Negeri Balikpapan*

* zulkifli.as@poltekba.ac.id

Abstract

The use of natural fibers can reduce the weight of vehicles up to 40% therefore the fuel is more efficient. Natural fibers have benefits better than synthetic fibers, such as: renewable, recyclable, and harmless to the environment and health. One of the most potential natural fibers is coconut husk waste. The aims of this study are to analyze and determine the effect of adding 10% fiber to the strength tensile of materials composite reinforced by fibers of coir epoxy. And the fracture shape of the composite material is fiber-reinforced epoxy coir fiber. The coir fiber is given NaOH 20% damping for 2 hours. With the fiber volume fraction of 10%, 20% and 30% with the matrix used is epoxy polymer. Production method used press molding with size 200 x 200x 5 mm, and cut to form polymer composite beam as per ASTM D638-02 standard. Based on the results of NaOH the 20% treatment with fraction variables with the volume of fiber 10%, 20%, and 30% produce increase and decrease power. With strength tensile value volume of 10% fraction obtained 24.06 MPa, 17.16 MPa with volume fraction 20%, 10.09 MPa with volume fraction 30%. With fractional fraction volume of 10% is rich matrix, crack deflection, and over load, while in composite material with volume fraction 20% and 30% dominated by fiber pullout and bonding

Keywords : Composite, coir fiber, fiber volume fraction, tensile strength, fracture

Abstrak

Penggunaan serat alam dapat mengurangi berat kendaraan sampai dengan 40% sehingga lebih irit bahan bakar. Serat alam memiliki keunggulan dibandingkan serat sintetis antara lain bersifat renewable, bisa didaur ulang (recyclable), tidak berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan, Salah satu jenis serat alam yang sangat potensial adalah limbah sabut kelapa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengetahui pengaruh penambahan serat 10% terhadap kekuatan tarik material komposit diperkuat serat sabuk kelapa bermatriks epoxy. Dan bentuk patahan dari material komposit diperkuat serat sabuk kelapa bermatriks epoxy. Serat sabuk kelapa diberi perlakuan perendaman NaOH 20% selama 2 jam. Dengan fraksi volume seratnya 10%, 20% dan 30% serta matrik yang digunakan adalah polimer epoxy. Metode produksi menggunakan metode press molding dengan ukuran 200 x 200x 5 mm, dan dipotong membentuk balok komposit polimer sesuai standar ASTM D638-02. Berdasarkan Hasil penelitian uji perlakuan NaOH 20% dengan variabel fraksi volume serat 10%, 20%, dan 30% menghasilkan kekuatan yang naik turun. Dengan nilai kekuatan tarik fraksi volume 10% didapatkan 24.06 MPa, 17.16 MPa dengan fraksi volume 20%, 10.09 MPa dengan fraksi volume 30%. Dengan mode patahan fraksi volume 10% yaitu matrix rich, crack deflection, dan over load, sedangkan pada material komposit dengan fraksi volume 20% dan 30% di dominasi oleh fiber pullout dan bonding

Kata kunci : Komposit, sabuk kelapa, fraksi volume serat, kekuatan tarik, patahan

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Dalam bidang teknologi material mulai berkembang khususnya pada material komposit. Dimana material komposit memiliki sifat mekanik yang kuat, tahan korosi, ringan dan ramah lingkungan, sehingga menjadi bahan alternatif selain logam. Penggunaan serat alam dapat mengurangi berat kendaraan sampai dengan 40% sehingga lebih irit bahan bakar [1]. Selain itu serat alam memiliki keunggulan dibandingkan serat sintetis antara lain bersifat *renewable*, bisa didaur ulang (*recyclable*), tidak berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan, memiliki sifat mekanis lebih baik, tidak menyebabkan abrasi pada alat, dan harganya lebih murah serta densitas yang lebih rendah. Dimana serat alam adalah serat yang dapat langsung diperoleh dari alam, biasanya berupa serat yang dapat langsung diperoleh dari tumbuh-tumbuhan dan binatang. Serat ini telah banyak digunakan oleh manusia antara lain kapas, wol, sutera, pelepah pisang, sabut kelapa, ijuk, bambu, nanas, knaf dan goni. Serat alam memiliki kelemahan, yaitu ukuran serat yang tidak seragam, kekuatan serat sangat dipengaruhi oleh usia [2].

Jumlah kandungan serat dalam komposit, merupakan hal yang menjadi perhatian khusus pada komposit berpenguat serat. Untuk memperoleh komposit berkekuatan tinggi, distribusi serat dengan matrik harus merata pada proses pencampuran agar mengurangi timbulnya *void*. Untuk menghitung fraksi volume, parameter yang harus diketahui adalah berat jenis resin, berat jenis serat, berat komposit dan berat serat [3]. Salah satu jenis serat alam yang sangat potensial adalah limbah sabut kelapa. Sesuai dengan data Badan Pusat Statistik pada tahun 2014 luas tanaman perkebunan kelapa di Indonesia 3654,2 (ribu hektar) dengan hasil produksi tanaman 3031,3 (ribu ton). Petani tradisional di bidang perkebunan kelapa masih belum maksimal dalam pengolahan limbah kelapa terutama sabutnya, hanya beberapa penduduk yang menggunakan sabut kelapa

sebagai keperluan rumah tangga seperti keset, sapu, dan sebagainya.

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini yaitu, untuk menganalisis dan mengetahui pengaruh penambahan serat 10% terhadap kekuatan tarik material komposit diperkuat serat sabut kelapa bermatriks *epoxy*. Dan bentuk patahan dari material komposit diperkuat serat sabut kelapa bermatriks *epoxy*.

1.2. Tinjauan Pustaka

1.2.1 Komposit

komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Dari campuran tersebut akan dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Material komposit mempunyai sifat dari material konvensional pada umumnya dari proses pembuatannya melalui percampuran yang tidak homogen, sehingga kita leluasa merencanakan kekuatan material komposit yang kita inginkan dengan jalan mengatur komposisi dari material pembentuknya. Komposit merupakan sejumlah sistem multi fasa sifat dengan gabungan, yaitu gabungan antara bahan matriks atau pengikat dengan penguat.

1.2.2. Unsur Penyusun Komposit

Material komposit mempunyai dua unsur bahan yaitu serat (fiber) dan bahan pengikat serat yang disebut dengan matriks.

1.2.3. Serat

Serat atau fiber dalam bahan komposit berperan sebagai bagian utama yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat tergantung dari kekuatan serat pembentuknya. Semakin kecil bahan (diameter serat mendekati ukuran kristal) maka semakin kuat bahan tersebut, karena minimnya cacat pada material [4]. Serat alami (*natural fiber*) merupakan serat yang bersumber langsung dari alam. Serat alami biasanya didapat dari serat tumbuhan seperti serat bambu, serat pohon pisang serat nanas dan lain sebagainya. Keunggulan yang dimiliki oleh

serat alam antara lain : non-abrasive, densitas rendah, harga lebih murah, ramah lingkungan, dan tidak membahayakan bagi kesehatan. Penggunaan serat alam sebagai filler dalam komposit tersebut terutama untuk lebih menurunkan biaya bahan baku dan peningkatan nilai salah satu produk pertanian. Di dalam penelitian ini serat yang digunakan adalah serat sabut kelapa. Kekurangan terkait dengan serat alami harus diatasi sebelum menggunakan dalam komposit polimer. Alkalisasi pada serat merupakan metode perendaman serat ke dalam basa alkali. Proses alkalisasi menghilangkan komponen penyusun serat yang kurang efektif dalam menentukan kekuatan antar muka yaitu hemiselulosa, lignin atau pektin. Dengan berkurangnya hemiselulosa, lignin atau pektin, wetability serat oleh matriks akan semakin baik, sehingga kekuatan antarmuka pun akan meningkat. Selain itu, pengurangan hemiselulosa, lignin atau pektin, akan meningkatkan kekasaran permukaan yang menghasilkan mechanical interlocking yang lebih baik [5]. Penelitian ini diperkuat oleh Arsyad m, 2016 [6] dimana perendaman serat sabut kelapa dalam larutan NaOH 20% memberikan efek terhadap daya serap serat sabut kelapa terhadap matriks poliester. Setelah perendaman, sudut wetability menurun dibandingkan dengan sebelum perendaman.

Tabel 1. Sifat mekanis beberapa serat [7]

Fibres	Properties					
	Density (g/cm ³)	Tensile strength (MPa)	E-Modulus (Gpa)	Specific (E/d)	Elongation at failure (%)	Moisture absorption (%)
E-glass	2.55	2400	73	29	3	-
Hemp	1.48	550-900	70	47	1.6	8
Jute	1.46	400-800	10-30	7-21	1.8	12
Ramie	1.5	500	44	29	2	12-17
Coir	1.25	220	6	5	15-25	10
Sisal	1.33	600-700	38	29	2-3	11
Flax	1.4	800-1500	60-80	26-46	1.2-1.6	7
Cotton	1.51	400	12	8	3-10	8-25

Sumber :Beukers, A., & van Hinte, E.

1.2.4. Matrix

Syarat pokok matrik yang digunakan dalam komposit adalah matrik harus bisa meneruskan beban, sehingga serat harus bisa melekat pada matrik dan kompatibel antara serat dan matrik [4]. Matriks dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu termoplastik dan termoset. Beberapa jenis matrik polimer *thermoset* yang sering digunakan ialah

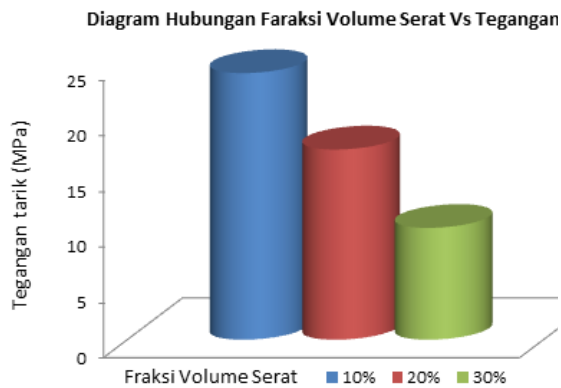
polyester, epoxy, phenolics, dan polyamids, sedangkan yang termasuk jenis matrik polimer termoplastik adalah *polyethylene, polypropylene, nylon, polycarbonate, dan polyether-ether keton*. Dalam penelitian ini matriks yang digunakan adalah resin *epoxy*. Menurut zulkifli, dkk, 2016 [8], perbandingan antara resin *epoxy* dan *hardener* yang memiliki kekuatan tarik yang baik yaitu 70% : 30%.

2. Metoda Penelitian

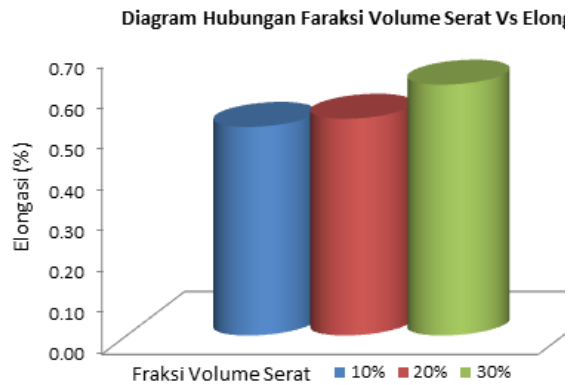
Serat sabut kelapa diperoleh dari pedagang di sekitaran Balikpapan. Proses pemisahan serat dari *cocodust* dilakukan dengan cara memukul kulit kelapa secara berulang-ulang kemudian diserut sampai diperoleh serat sabut kelapa yang bersih. Lalu serat di bersihkan dengan cara direndam di air bersih. Serat yang sudah bersih direndam di dalam larutan alkali (20%NaOH) waktu perendaman 2 jam. Selanjutnya serat dinetralkan dari efek NaOH dengan perendaman menggunakan air bersih, serat ditiriskan hingga kering tanpa sinar matahari. Bahan matrik yang digunakan adalah *epoxy*, yang disuplai oleh PT. Justus Kimia Raya Jakarta. Komposit dibuat dengan metode cetak tekan untuk perbandingan antara resin dan hardener yaitu 70:30, serta fraksi volume serat (V_f) 10%, 20%, dan 30%. Spesimen uji tarik dibuat dari pelat komposit hasil cetakan, yang dipotong dengan menggunakan *band saw*. Efek pemotongan dieliminasi dengan dihaluskan menggunakan kertas amplas. Spesimen tersebut dibuat sesuai dengan standar ASTM D-638 [9]. Pengujian tarik dilakukan menggunakan mesin uji tarik HT-9501 Universal Testing Machine dengan kapasitas 500 KN. Hasil akhir penelitian ini akan ditampilkan dalam bentuk hubungan antara sifat tarik (kekuatan, modulus dan regangan) versus V_f . Penampang patahan dilakukan foto SEM untuk menyelidiki perilaku mekanisme perpatahannya.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

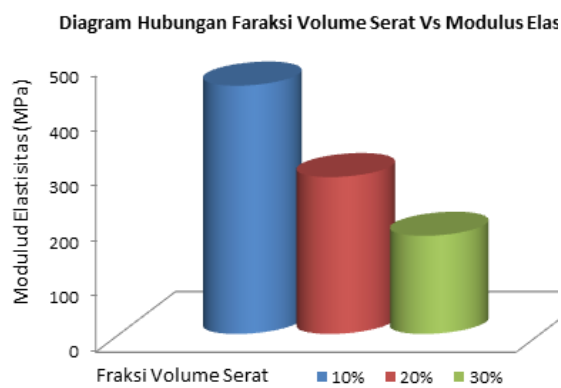
3.1. Hasil Uji Tarik



Gambar 1. Diagram Hubungan Faraksi Volume Serat Vs Tegangan Tarik

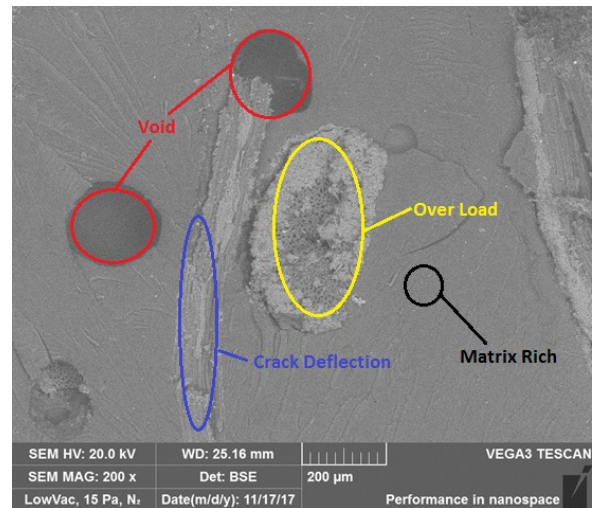


Gambar 2. Diagram Hubungan Faraksi Volume Serat Vs Elongasi

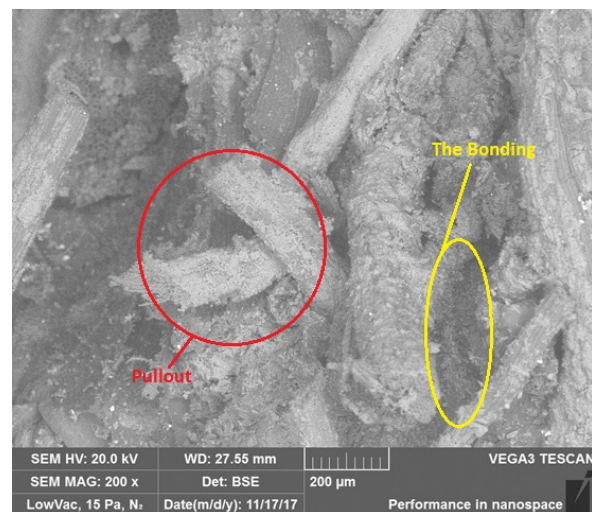


Gambar 3. Diagram Hubungan Faraksi Volume Serat Vs Modulus Elastisitas

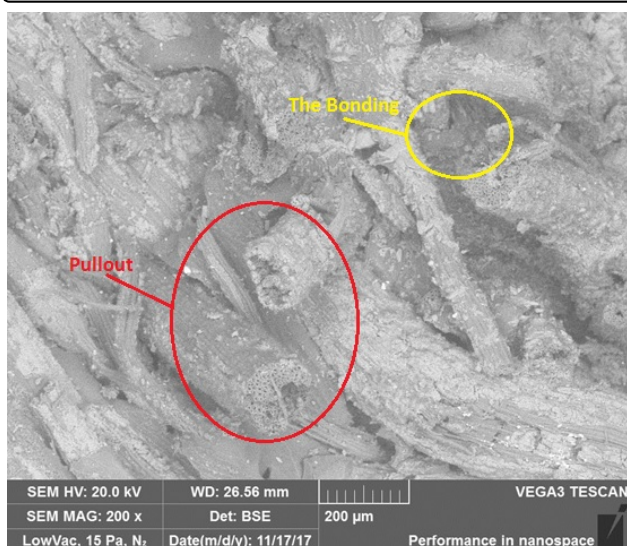
3.2. Hasil Foto SEM



Gambar 4. Foto SEM Patahan dengan Fraksi Volume 10%



Gambar 5. Foto SEM Patahan dengan Fraksi Volume 20%



Gambar 6. Foto SEM Patahan dengan Fraksi Volume 30%

3.3. Pembahasan

Hubungan antara fraksi volume serat dengan kekuatan tarik regangan tarik dan modulus elastisitas komposit serat sabut kelapa disajikan pada Gambar 1 sampai Gambar 3. Pada Gambar 1 tersebut terlihat fraksi volume 10% memiliki nilai tegangan tarik yang paling tinggi yaitu rata-rata sebesar 24,06 MPa. Tegangan tarik yang terjadi ini berbanding lurus dengan modulus elastisitasnya yang memiliki nilai tertinggi yaitu rata-rata sebesar 450,433 MPa, hal ini disebabkan karena pada material komposit dengan fraksi volume serat 10% memiliki ikatan (*mechanical bonding*) yang kuat dan merata ke seluruh serat. Dan material komposit dengan fraksi volume 10% memiliki nilai elongasi yang berbanding terbalik dengan tegangan tarik dan modulus elastisitas yaitu rata-rata sebesar 0,51%.

Sedangkan nilai tegangan tarik dan nilai modulus elastisitas yang terkecil dimiliki oleh material komposit dengan fraksi volume serat 30% yaitu untuk nilai tegangan tariknya rata-rata sebesar 10,09 MPa dan nilai modulus elastisitasnya rata-rata sebesar 178,055 MPa, dan memiliki nilai elongasi yang paling tinggi

yaitu rata-rata sebesar 0,61%. Hal ini disebabkan oleh lemahnya ikatan antara matriks dan serat sehingga menyebabkan banyaknya serat mengalami *pullout* pada saat ditarik. Menurut Santafe dkk, 2010 [10] yang meninjau komposit serat sabut kelapa berorientasi random/acak dengan kekuatan tarik yang rendah, tapi mempunyai kekuatan lentur yang lebih tinggi dan potensial digunakan sebagai bangunan non-struktur.

Pada gambar 4 memperlihatkan patahan yang terjadi pada material komposit dengan fraksi volume 10% yaitu *matrix rich* yang mana matriks menyebar secara merata dan mengikat serat dengan kuat sehingga tidak menyebabkan serat *pullout*, serta tegangan merata ke matriks dan serat sebelum terjadi patahan. Pada gambar 4 ini juga memperlihatkan patahan akibat *crack deflection* dan *over load*. *Crack deflection*, disebabkan karena posisi serat pada permukaan patahan miring mengikuti daerah patahan yang mengakibatkan retakan akan mengikuti alur dari posisi serat yang miring. Sedangkan *overload* yaitu putusnya serat yang diakibatkan karena batas kekuatan serat dan ikatan yang kuat antara serat dan matrik. Adapun *void* yang terbentuk sampel uji disebabkan saat proses *molding*, udara masih terjebak dan pada saat proses menuangkan matrik pada cetakan tidak merata. *Void* tersebut dapat menyebabkan turunnya kekuatan karena konsentrasi tegangan pada daerah sekitarnya melemah yang akan menyebabkan patah dengan beban maksimal yang menurun.

Pada material komposit dengan fraksi volume 20% dan 30% patahan yang terjadi didominasi oleh *fiber pullout* dan *bonding*, seperti yang diperlihatkan pada gambar 5 untuk fraksi volume 20% dan gambar 6 untuk fraksi volume 30%. *Fiber pullout* yang diakibatkan karena ikatan antara serat dengan

matriks tidak kuat, sehingga serat terlepas dari ikatan matrik, sedangkan bonding terjadi karena terlepasnya serat dari matrik yang menyebabkan terbentuknya lubang pada matrik. Hal ini disebabkan oleh banyaknya ruang yang dibutuhkan oleh serat sehingga pada saat dicetak dengan menggunakan metode press molding dan tipe serat acak, sehingga banyak matriks yang terbuang saat di press.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu, Pengaruh perlakuan NaOH terhadap kekuatan tarik komposit berpenguat serat sabuk kelapa memiliki dampak yang dinamis untuk hasil uji perlakuan NaOH 20% dengan variabel fraksi volume serat 10%, 20%, dan 30% menghasilkan kekuatan yang naik turun. Dengan nilai kekuatan tarik fraksi volume 10% didapatkan 24.06 MPa, 17.16 MPa dengan fraksi volume 20%, 10.09 MPa dengan fraksi volume 30%. Dan tipe patahan yang terjadi pada material komposit dengan fraksi volume 10% yaitu *matrix rich*, *crack deflection*, dan *over load*, sedangkan pada material komposit dengan fraksi volume 20% dan 30% di dominasi oleh *fiber pullout* dan *bonding*.

5. Saran

Diperlukan adanya penelitian lebih lanjut tentang material komposit dengan serat sabuk kelapa, sehingga nilai jual sabuk kelapa dapat bertambah.

6. Daftar Pustaka

- [1] Marsh, G. (2003). Next step for automotive materials. *Materials Today*, 6(4), 36-43.
- [2] Schwartz, M. M. (1984). *Composite Materials Handbook*: McGraw-Hill.
- [3] Harper, A. C. (1996). *Handbook Of Plastics, Elastomers And Composites*: McGraw Hill Companies, Inc.
- [4] K Diharjo, T. T. (2003). *Buku Pegangan Kuliah Material Teknik*: Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- [5] Maryanti B, d. (2011). Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 2(2), 123-129
- [6] Arsyad, m. (2016). Efek Perendaman Serat Sabut Kelapa dalam Larutan Alkali Terhadap Daya Serap Serat Sabut Kelapa pada Matriks Poliester. *Journal INTEK*, 3(1), 15-19.
- [7] Beukers, A., & van Hinte, E. (2005). *Lightness: The Inevitable Renaissance of Minimum Energy Structures*: 010 Publishers.
- [8] Zulkifli, H. H. (2016). Analisa Pengaruh Penyerapan Air Sungai Mahakam Terhadap Kekuatan Tarik Material Komposit Dengan Variasi Perbandingan Matriks Dan Hardener. *Jurnal Informasi Teknologi (INTEK)*, 3(1), 50-53.
- [9] ASTM. (2002). D 638 Standard Test Method For Tensile Properties of Polymer Matriks Composite Material. Philadelphia: American Society for Testing and Materials
- [10] Santafe Jr.H.P.G, L. F. P. D., Costa L.L., Monteiro S.N. (2010). Mechanical properties of tensile tested coir fiber reinforced polyester composites *Revista Material*, 15(2), 113-118.