

PENGARUH FRAKSI VOLUME TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT POLYESTER BQTN TYPE 157-EX YANG DIPERKUAT SERAT ABACA

Zulmiardi^{1*}, Meriatna² dan Abubakar¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe

² Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe

*Email: zulmiardi@unimal.ac.id

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah membuat *prototype* komposit polimer berpenguat serat abaca variasi fraksi volume 20%, 30% dan 40%. Jenis lapisan serat disusun dalam cetakan arah memanjang (0°) dengan orientasi laminat acak, spesimen uji dibuat menggunakan metode *hand lay up* dengan cetak tekan (*press molding*) dan menggunakan cetakan kaca ketebalan 5 mm. Pengujian tarik merujuk pada *Standart ASTM D 638-02*. Untuk mengetahui jenis patahan hasil uji tarik digunakan foto makro serta mengetahui bentuk patahan dan pola kegagalan yang terjadi pada spesimen komposit. Hasil pengujian kekuatan tarik yang paling optimal terdapat pada volume fraksi 40% dengan nilai rata-rata sebesar $\sigma = 151,96$ MPa, regangan tarik $\epsilon = 1.96\%$. dan kekuatan tarik terendah pada $V_f = 20\%$ rata-rata dengan nilai sebesar $\sigma = 67.27$ MPa, regangan tarik yang meningkat sebesar $\epsilon = 2.35\%$, Modulus elastisitas rata-rata dengan harga terendah pada $V_f = 20\%$ yaitu 303.7 MPa dan untuk nilai modulus elastisitas tertinggi terdapat pada $V_f = 40\%$ sebesar 485.6 MPa. Penampang patahan komposit diklasifikasikan sebagai jenis patah *slitting in multiple area* sehingga dapat disimpulkan bahwa komposit plastik berpenguat serat abaca memiliki potensi yang cukup besar untuk diaplikasikan sebagai material struktural.

Kata kunci : Serat Abaca, Fraksi volume, *Polyester*, Uji tarik, Foto makro.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi material telah melahirkan suatu material jenis baru yang merupakan perpaduan antara dua material atau lebih yang mempunyai sifat-sifat yang berbeda. Material inilah yang disebut material komposit terdiri atas beberapa penyusun, salah satunya adalah serat. Serat dapat digolongkan dalam dua jenis yaitu : serat sintesis dan serat alam [1]. Serat sintesis adalah serat buatan dimana dibuat dari campuran bahan kimia atau membutuhkan teknologi khusus. Sedangkan serat alam adalah serat yang diperoleh di alam sekitar kita yang berasal dari tumbuh-tumbuhan, hewan dan mineral. Serat yang berasal dari tumbuhan adalah serat pelepah pisang, serat nanas, serat rami, serat ampas tebu dan lain-lain. Serat yang berasal dari hewan adalah bulu domba, kulit, dan sutera. Serat yang berasal dari mineral adalah serat yang terbuat dari kuarsa, contohnya seperti kaca serat atau *fiberglass* [2].

Serat alam sebagai *filler* komposit polimer mulai banyak digunakan dalam bidang rekayasa material. Alasan penggunaan serat alam sebagai bahan penguat material komposit karena serat alam mudah didapat, harganya murah, jenis dan banyak variasinya. Salah satu serat alam yang dapat digunakan sebagai penguat komposit adalah serat abaca. Serat jenis ini adalah serat alam yang berasal dari kelopak daun tanaman abaca setelah melewati proses pemisahan serat [3].

Penggunaan serat alam sebagai *filler* dalam pembuatan komposit terutama untuk menurunkan biaya bahan baku dan peningkatan nilai produk pertanian [4]. Untuk meningkatkan sifat mekanik dari komposit maka memerlukan perlakuan kimiawi pada serat seperti perlakuan alkali. Perlakuan alkali pada serat alam dilakukan untuk tujuan membersihkan permukaan serat dari kotoran dan getah yang menempel pada serat dan mereduksi kandungan air yang ada di serat tersebut sehingga ikatan *interfacial* antara serat dan matriks pada komposit menjadi lebih baik [5].

Tanaman abaca (*Musa Textilis Nee*) ini tumbuh secara liar yang tersebar luas di daerah beriklim tropis seperti di Indonesia khususnya di Aceh. Pemanfaatannya banyak dilakukan masih terbatas pada bidang non struktural misalnya : pembuatan tali, pembuatan uang kertas, kain pembungkus kabel bawah laut, pembuatan topi, dan dompet. Pemanfaatan yang lebih jauh adalah dalam bidang struktural sebagai bahan baku pembuatan komposit pengganti serat sintetik yang telah banyak digunakan dalam dunia industri maupun dalam kehidupan sehari-hari [6].

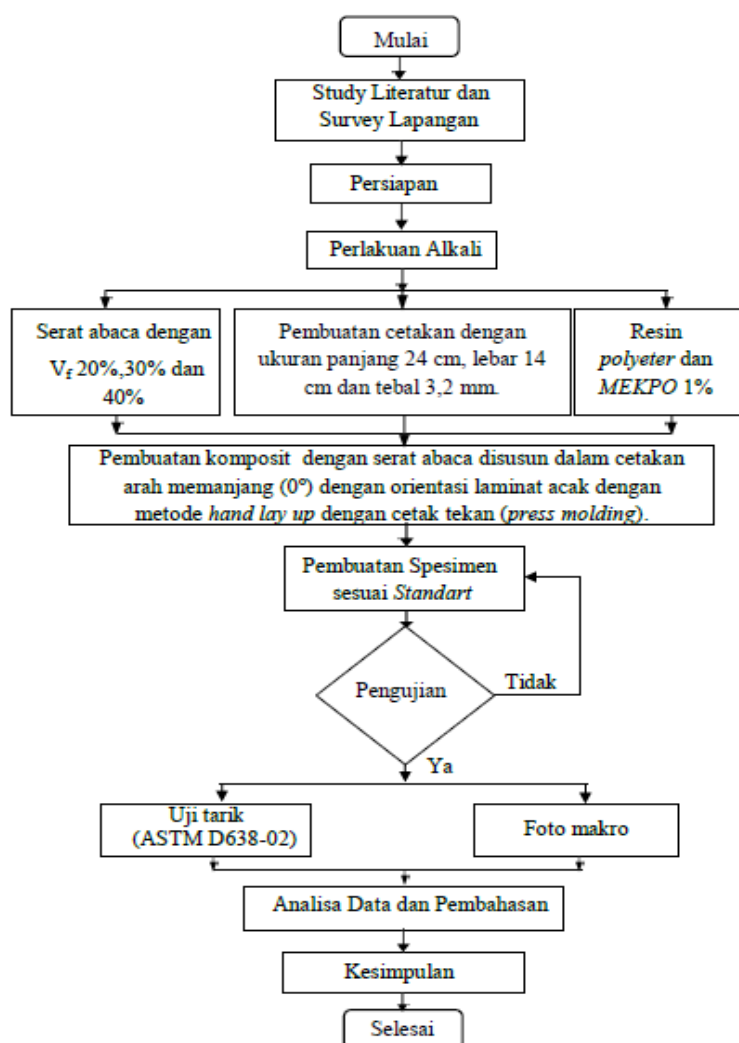
Adapun dasar pertimbangan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah untuk memaksimalkan pemanfaatan serat pisang abaca serta dapat memberikan pemasukan secara ekonomi (*income*) bagi masyarakat. Penerapan serat abaca secara spesifik pembuatan komposit menggunakan penguat serat abaca dan jenis pengikat yang digunakan adalah resin *polyester*. Sedangkan tujuan utama penelitian ini adalah untuk : a). Untuk mengetahui kekuatan tarik komposit yang paling optimal pada fraksi volume serat 20%, 30% dan 40% dengan perlakuan alkali 2%. b). Menganalisis jenis patahan pengujian tarik melalui foto makro dan c). Mengetahui komparasi dengan hasil penelitian sebelumnya.

METODELOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah metode eksperimental dimana pelaksanaannya pada laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Malikussaleh Lhokseumawe. Analisis data menggunakan metode analisis statistik kuantitatif. Langkah-langkah yang ditempuh untuk pelaksanaan penelitian ini adalah:

- a. Bahan-bahan yang diperlukan adalah:
 1. Serat pisang abaca diambil dari salah satu Desa Alue Papeun yang ada di Kecamatan Nisam Antara, Kabupaten Aceh Utara, provinsi Aceh, Indonesia.
 2. Matrik yang digunakan Resin *Polyester BQTN* tipe 157 EX yang diperoleh dari Toko PT Justus Kimia Raya, Medan, Sumatera Utara.
 3. NaOH digunakan untuk menghilangkan kotoran atau lignin pada serat.
- b. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :
 1. Timbangan *digital* digunakan untuk mengukur berat serat, poliester dan katalis dalam membentuk fraksi volume yang akan digunakan.
 2. Oven digital digunakan untuk proses pengeringan serat dan untuk proses *post-curing* komposit (pemanasan sampai 80°C selama 2 jam).
 3. Untuk mengetahui kandungan kadar air serat digunakan alat *Wood moisture meter*, dengan ketentuan kadar air <10%.
 4. Cetakan, Cetakan yang digunakan terbuat dari kaca bening dengan ketebalan 5mm. Ukuran cetakan adalah : panjang 24 cm, lebar 14 cm dan tebal 3,2 mm.
 5. *Press Mold* berfungsi sebagai untuk penekan cetakan komposit agar dapat menghasilkan ketebalan yang seragam pada komposit dan berfungsi untuk mempermudah resin membasahi seluruh material *reinforcement*.
 6. Mesin freis, digunakan untuk memotong komposit menjadi specimen.
 7. Mesin uji tarik, untuk alat uji tarik specimen komposit. Untuk alat uji tarik yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan mesin uji "*Universal Testing Machine*" buatan jepang. Pengujian ini merujuk pada (Standart ASTM D 638-02).
 8. Kamera digital, digunakan untuk mengambil gambar spesimen uji dan foto makro permukaan geser serat yang terjadi pada spesimen uji. Pemotretan dilakukan dengan menggunakan kamera digital Canon 550D dengan resolusi 14 MP.
 9. Alat Bantu lain yang digunakan, meliputi : sendok, *cutter*, gunting, kuas, pisau, spidol, oli/*grease*, penggaris dan gergaji potong.

Skema eksperimental yang dilakukan pada penelitian ini adalah seperti yang ditunjukkan pada *flow-chart* gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. *Flow-chart* penelitian.

Proses Pembuatan Komposit

Proses pembuatan komposit sebagai berikut:

- Penyiapan serat abaca, untuk serat pisang abaca dicuci dahulu, kemudian dimasukkan kedalam larutan NaOH 5% selama 2 jam lalu dikeringkan sampai kadar air mencapai <math><10\%</math>. Serat alam adalah hydrophilic, yaitu suka terhadap air berbeda dari polimer yang hydrophobic [7]. Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat permukaan serat alam selulosa telah diteliti dimana kandungan optimum air mampu direduksi sehingga sifat alami hydrophilic serat dapat memberikan ikatan interfacial dengan matrik secara optimal. Perlakuan alkali (KOH, LiOH, NaOH) terhadap serat dilakukan untuk memisahkan lignin dan kontaminan yang terkandung di dalam serat, sehingga didapat serat yang lebih bersih [8].
- Setelah serat kering kemudian dilakukan pemotongan sesuai dengan ukuran panjang cetakan dengan susunan lapisan serat acak terdistribusi secara memanjang orientasi 0° .
- Pembuatan cetakan, ukuran cetakan spesimen menggunakan kaca ketebalan 5 mm, ukuran cetakan adalah panjang 24 cm, lebar 14 cm dan tebal 3,2 mm.
- Pengolesan grease pada cetakan untuk memudahkan pengambilan benda uji dari cetakan setelah mengalami proses pengeringan.

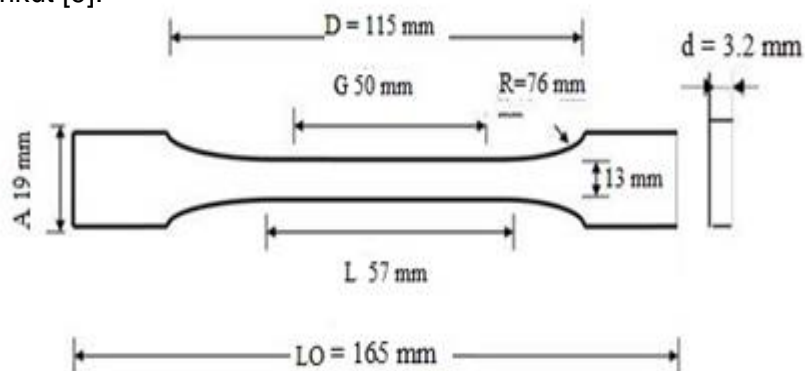
- e. Resin poliester dicampur dengan katalis untuk membantu proses pengeringan. Katalis yang digunakan sebanyak 1% dari banyaknya resin poliester yang digunakan.
- f. Resin cair yang berfungsi sebagai matriks dituangkan dalam suatu wadah.
- g. Material yang menjadi matrik diletakkan di sebuah cetakan, kemudian dilakukan proses penuangan secara merata pada seluruh bagian.
- h. Penutupan dengan menggunakan kaca dan penambahan plastik untuk pada bagian kaca yang bertujuan agar void dapat diminimalkan jumlahnya yang kemudian dilakukan pengepresan dengan menggunakan alat pengepres.
- i. Setelah semua bahan dimasukkan ke dalam cetakan maka segera dilakukan proses penekanan cetakan dengan menggunakan menggunakan alat pengepres.
- j. Proses pengeringan dilakukan sampai benar-benar kering yaitu 5 - 10 jam dan apabila masih belum benar-benar kering maka proses pengeringan dapat dilakukan lebih lama
- k. Proses pengambilan komposit dari cetakan yaitu menggunakan pisau ataupun cutter.
- l. Melakukan proses curing selama 2 jam pada temperatur konstan 80°C.
- m. Benda uji komposit siap untuk dipotong menjadi spesimen benda uji.
- n. Selanjutnya dilakukan proses uji tarik pada mesin uji tarik



Gambar 2. Spesimen uji tarik fraksi volume 20%, 30% dan 40%.

Proses Uji Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui besarnya kekuatan tarik dari bahan komposit. Pengujian dilakukan dengan mesin uji "Universal Testing Machine" buatan Jepang. Spesimen pengujian tarik di bentuk menurut standar ASTM D 638-02 tipe 1 yang ditunjukkan pada gambar berikut [9]:



Gambar 3. Standar uji tarik ASTM D638-02 tipe 1 [10]

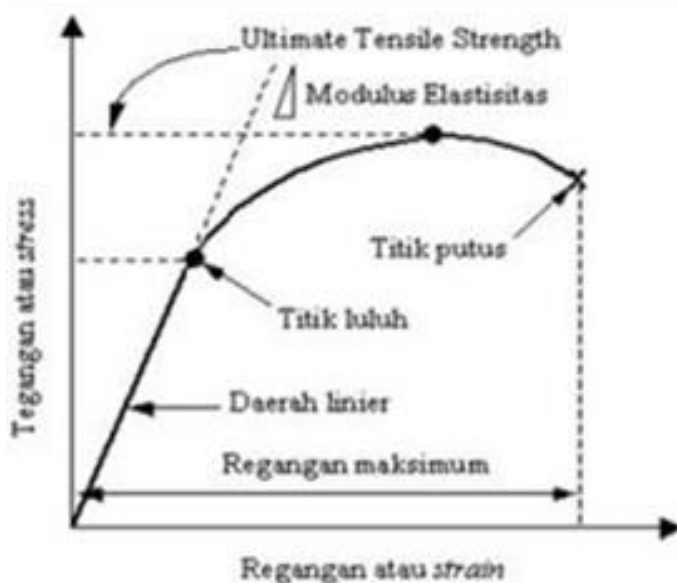
Dimana: L_0 : panjang paralel (mm) b : Lebar (mm)
 Z : Panjang total spesimen (mm) D : Tebal (mm)
 A : Lebar pegangan (mm)

Pengujian tarik bertujuan untuk mendapatkan nilai *load* dan *elongation* yang berguna dalam proses perhitungan kekuatan tarik komposit. Selain itu, pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui kegagalan makro yang terjadi pada spesimen. Hubungan antara tegangan dan regangan pada beban tarik ditentukan dengan rumus sebagai berikut [11]:

$$P = \sigma \cdot A \text{ atau } \sigma = P/A$$

Dimana:

P = Beban (N),
 A = Luas penampang (mm^2),
 σ = Tegangan (MPa).



Gambar 4. Diagram tegangan dan regangan [11]

Pengujian tegangan dapat digunakan untuk mengetahui sifat mekanik material yang sangat diperlukan dalam dunia teknik. Dalam pengujian tarik, spesimen uji terdeformasi, biasanya sampai patah dengan peningkatan bertingkat gaya tarikan yang dibebankan secara uniaxial pada kedua sumbu spesimen [12].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Tarik

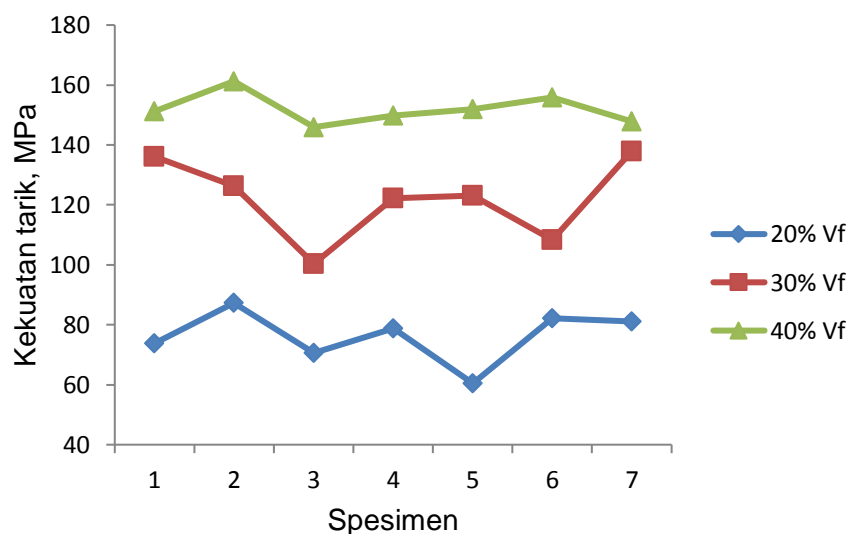
Berdasarkan pengujian terhadap tujuh spesimen masing masing untuk fraksi volume 20%, 30% dan 40% didapatkan bahwa adanya kekuatan tarik yang berbeda-beda sesuai dengan fraksi volume komposit tersebut. Kekuatan tarik tersebut sangat dipengaruhi oleh fraksi volume serat sehingga dengan meningkatnya fraksi volume maka akan meningkat pula kekuatan tarik komposit tersebut.

Tabel 1. Data hasil pengujian tarik komposit Serat Abaca

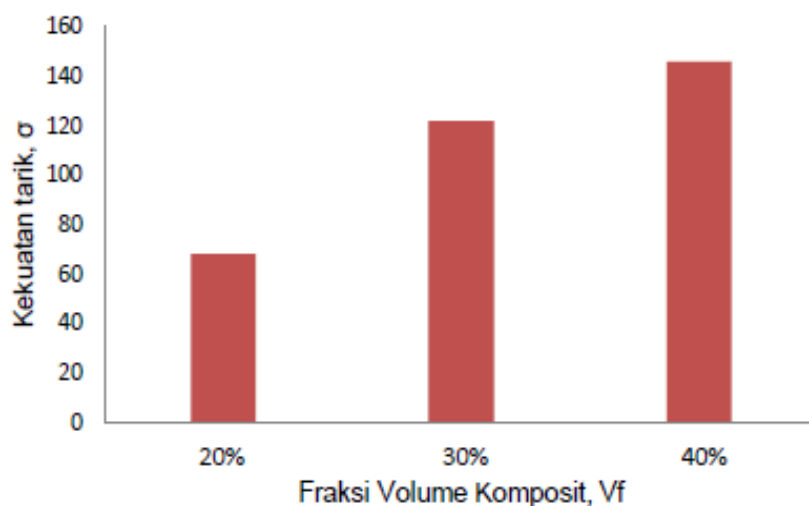
Spesimen	Kekuatan Tarik (σ) Komposit (Mpa)			Regangan (%)		
	20% Vf	30% Vf	40% Vf	20% Vf	30% Vf	40% Vf
1	73.85	136.09	151.21	41.24	38.36	45.24
2	87.27	126.34	161.26	38.12	38.28	42.80
3	70.58	100.36	145.94	32.68	40.20	43.20
4	78.75	122.24	149.85	32.32	32.48	48.88
5	60.45	123.02	151.87	31.04	36.68	49.68
6	82.26	108.25	155.77	34.00	35.52	40.04
7	81.13	137.92	147.83	34.60	38.64	44.64
Rata-rata	76.33	122.03	151.96	34.86	37.17	44.93

Sumber : Hasil penelitian.

Pada tabel 1 terlihat hasil pengujian tarik yang telah dilakukan terhadap tujuh spesimen uji tarik dengan fraksi volume masing-masing 20%, 30% dan 40%. Kekuatan tarik rata-rata pada 20%Vf adalah 76.33 MPa, kekuatan tarik rata-rata pada 30%Vf adalah 122.03 MPa, dan kekuatan tarik rata-rata pada 40%Vf adalah 151.96 MPa. Nilai regangan tarik rata-rata komposit 20%Vf adalah 34,86%, nilai regangan tarik rata-rata komposit 30%Vf adalah 37,17%, dan nilai regangan tarik rata-rata komposit 40%Vf adalah 44.93 MPa. Besaran nilai kekuatan tarik komposit berdasarkan fraksi volume untuk setiap specimen uji tarik seperti tertera pada gambar 5 berikut.



Gambar 5. Kekuatan tarik komposit berdasarkan fraksi volume setiap specimen.

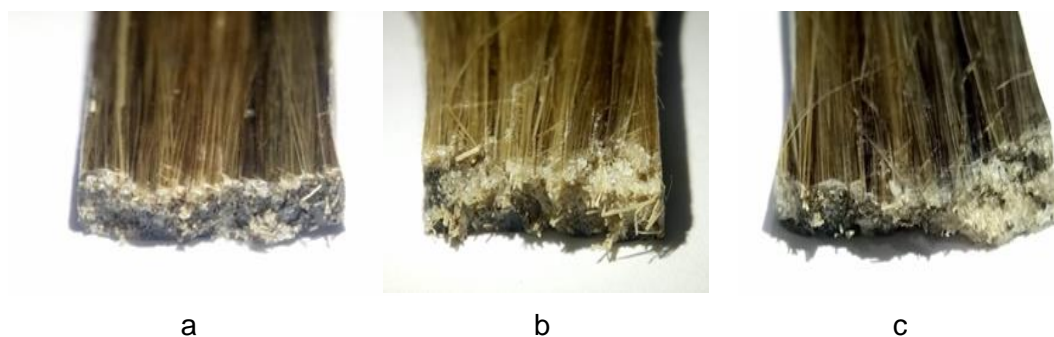


Gambar 6. Kekuatan tarik rata-rata vs fraksi volume

Pada Gambar 6 dapat kita lihat bahwa komposit fraksi volume 20% mempunyai kekuatan tarik sebesar 76.33 MPa, komposit fraksi volume 30% mempunyai tarik tertinggi 122.03 MPa dan untuk komposit fraksi volume 40% mempunyai kekuatan tarik tertinggi 151.96 MPa. Pengaruh perbedaan kekuatan tarik ini dapat disebabkan oleh faktor fraksi volume dari serat dan kemampuan perekat dari matrik.

Pengamatan Makro

Dari hasil pengujian tarik komposit berpenguat serat abaca dengan fraksi volume 20%, 30% dan 40% dapat dilihat beberapa bentuk patahan spesimen yang beragam yang termasuk kedalam jenis patah *slitting in multiple area*. Kondisi patahan *slitting in multiple area* memenuhi standar kekuatan komposit serat alam dengan memiliki kompabilitas yang baik. Adanya ikatan yang kuat antara serat dan matrik akan membuat bentuk patahan spesimen yang lebih rapi dan permukaan patah yang cenderung rata, seperti yang terlihat pada gambar 8a. Sedangkan untuk komposit dengan fraksi 30% dan 40% (gambar 7b dan 7c) terlihat bahwa adanya fenomena serat yang terlepas dari ikatan matrik (*fiber pull out*).



Komparasi dengan Penelitian Sebelumnya

Berdasarkan komparasi hasil penelitian sebelumnya [13], pada komposit polimer yang diperkuat serat alam berupa serat pelepah pisang kepok dan menggunakan matriks resin polyester metode *hand lay up*, menunjukkan hasil pengujian kekuatan tarik komposit serat pelepah pisang kepok yang paling optimal 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. Sedangkan untuk penelitian komposit polimer diperkuat serat

pisang abaca fraksi volume 20%, 30% dan 40% metode *hand lay up* dengan *press molding* menunjukkan nilai rata-rata pengujian kekuatan tarik komposit yang paling optimal pada fraksi volume 40% sebesar 151,87 MPa dengan regangan rata-rata sebesar 1,96%. Perbedaan nilai kekuatan tarik ini dapat dikatakan signifikan.

KESIMPULAN

1. Komposit yang diperkuat serat pasang abaca fraksi volume 20%, 30% dan 40% memiliki kekuatan tarik tertinggi pada fraksi volume 40% dengan nilai rata-rata sebesar $\sigma = 151,87$ MPa, regangan tarik $\varepsilon = 1.96\%$. Kekuatan tarik terendah pada fraksi volume = 20% dengan nilai rata-rata sebesar $\sigma = 76.32$ MPa, regangan tarik sebesar $\varepsilon = 2.35 \%$.
2. Pengamatan patahan komposit fraksi volume 20%, 30% dan 40% dapat diklasifikasikan sebagai jenis patah *slitting in multiple area*. Untuk fraksi volume 30% dan 40% adanya fenomena serat yang terlepas dari ikatan matrik (*fiber pull out*).
3. Berdasarkan hasil analisis tersebut di atas, dapat disimpulkan bahwa penggunaan serat abaca sebagai penguat bahan komposit polimer memiliki potensi sangat besar untuk diaplikasikan sebagai material *structural*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lambok Silalahi, *Pengaruh perlakuan alkali dan pemanasan serat terhadap kekuatan tarik serat lengkuas*. Teknik mesin Universitas Lampung, (2016).
- [2] Kunarto, *Serat Tebu (Bagasse) Sebagai Bahan Pengisi Pada Komposit Dengan Matriks Resin Polyester*. Jurnal Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung, Vol 2 No.1, (2016).
- [3] Nur Habibah, *Pembuatan dan karakterisasi papan komposit polyester dengan pengisi serat batang pisang abaca*, (Universitas Sumatera Utara Medan, 2015).
- [4] Witono dkk, *Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) Terhadap Morfologi dan Kekuatan Tarik Serat Mendong*. Jurnal Rekayasa Mesin Vol.4, No.3 (2013) : 227-234.
- [5] Hilman, I, dan Mathius, N.T., *Budidaya dan Prospek Pengembangan abaca*, (Penebar Swadaya, Jakarta, 2013).
- [6] Agung FCW., *Pengaruh filler serat pisang abaca terhadap kekuatan bending pada biokomposit dengan matrik berbasis ubi kayu*, (Jurnal Teknik Mesin 1, 2013) 40-44.
- [7] Nayiroh, N., *Teknologi Material Komposit Lecture Material*, (Universitas Islam Negeri. Malang, 2013).
- [8] Nurdiana, *Penentuan Kekuatan Tarik Material Komposit Epoxy dengan Pengisi Serat Rockwool Secara Eksperimen*, (Jurnal Dinamis Vol.I,No.13, 2013).
- [9] ASTM D638-02 tipe 1, USA, 2001.
- [10] Gibson, *Principle of Composite Material Mechanics*, (New York : Mc Graw Hill, Inc, 1994).
- [11] Callister, W. D., *Material Science and Engineering, An Introduction 7ed*, Department of Metallurgical Engineering The University of Utah, (John Willey and Sons, Inc, 2007).
- [12] Muhamad Muhajir, *Analisis kekuatan tarik bahan komposit matriks resin berpenguat serat alam dengan berbagai varian tata letak*, (Skripsi. Jurusan Pendidikan Teknik Mesin-FT, Universitas Negeri Malang, 2016)
- [13] Tumpal Ojahan, *Analisis Fraksi Volume Serat Pelepeh Batang Pisang Bermatrik Unsaturated Resin Polyester (UPR) Terhadap Kekuatan Tarik dan SEM*, (Jurnal Mechanical, Volume 6, Nomor 1, Maret 2015).