

Sintesis Mekanik Komposit Epoxy Berpenguat Serat Tebu (Tinjauan Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekuatan Bending)

Darmansyah¹⁾, Jennifer M.Togatorop²⁾, Edwin Azwar³⁾

^{1),2),3)}Teknik Kimia, Universitas Lampung

Jl Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung, Telp. (0721) 701609

Email : jennifermentari@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan fraksi volume serat tebu terhadap kekuatan tarik dan kekuatan bending komposit epoxy, serta bagaimana daya ikat komposit lewat pengamatan SEM. Serat tebu direndam dalam larutan NaOH 5% selama 1 jam. Serat dicuci dan dijemur. Kemudian, serat ditimbang dengan fraksi volume serat 5%, 10%, 15%. Resin epoxy dan hardener dicampur dengan rasio 1:1 dan diaduk. Metode yang digunakan yaitu hands lay up, cetakan dari kaca dengan tebal yang berbeda untuk tiap pengujian. Pertama letakkan serat dalam cetakan kemudian campuran resin dan hardener di atasnya. Diamkan hingga kering. Penambahan fraksi volume serat pada komposit ini menyebabkan kekuatan tariknya meningkat. nilai tertinggi berada pada fraksi volume serat 15%, dengan tegangan tarik 18,3967 N/mm², regangan 10,5339%, dan modulus elastisitasnya 179,5958 N/mm². Sedangkan nilai terendah berada pada fraksi volume 0% dimana tegangan tariknya 6,4185 N/mm², regangannya 9,5482% dan modulus elastisitas 0,7065 N/mm². Untuk pengujian bending, penambahan fraksi volume serat pada komposit ini menyebabkan kekuatan bendingnya menurun. Tegangan bending tertinggi pada fraksi volume 5% 18,9078 N/mm², modulus elastisitas 9075,7207 N/mm². Untuk kekuatan bending terendah terdapat pada fraksi volume serat 0% dengan kekuatan bending 15,5609 N/mm² dan modulus elastisitas 7469,2558 N/mm². Hasil SEM menunjukkan daya ikat matriks yang cukup baik.

Kata kunci : Komposit, Hands lay up, uji.

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam dunia industri saat ini mengakibatkan semakin meningkatnya kebutuhan material untuk sebuah produk [1]. Penggunaan material logam pada proses produksi suatu produk sudah semakin berkurang [2]. Hal ini dikarenakan material logam yang berat, tidak tahan korosi, biaya mahal, dan proses yang sulit. Berdasarkan masalah pada material logam tersebut, sudah mulai banyak material yang dikembangkan. Salah satu material yang banyak dikembangkan saat ini adalah komposit [3].

Komposit adalah kombinasi antara dua material atau lebih yang berbeda baik dari bentuknya, komposisi kimianya, dan antar materialnya tidak saling melarutkan dimana material yang satu berfungsi sebagai penguat dan material yang lainnya berfungsi sebagai pengikat untuk menjaga kesatuan unsur – unsurnya [4]. Salah satu jenis komposit yang banyak dikembangkan saat ini adalah komposit serat alam. Pemanfaatan serat alam ini makin digencarkan untuk mengurangi pemakaian material komposit berbasis serat sintesis. Hal tersebut dikarenakan sifat serat alam yang tahan korosi, ramah lingkungan, proses pembuatan yang mudah dan aman, serta murah dari segi biaya [5].

Indonesia kaya akan tumbuhan serat. Produksi tanaman serat di Indonesia tiap tahunnya mengalami peningkatan [6]. Tanaman pisang, rami, kenaf, kapas, aren, bambu, tebu adalah beberapa contoh tanaman penghasil serat di Indonesia. Menurut data Badan Pusat Statistik dan Direktur Jendral Hortikultura tahun 2015, Provinsi Lampung adalah provinsi dengan produksi tebu terbanyak peringkat kedua setelah provinsi Jawa Timur yaitu sebesar 754.086 ton/tahun.

Tanaman tebu merupakan bahan baku dalam industri gula. Selain gula, produksi tebu juga menghasilkan limbah yang dikenal dengan nama ampas tebu atau bagas. Peningkatan produksi tebu berdampak pada peningkatan produksi ampas tebu [7]. Berdasarkan data dari Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI) ampas tebu yang dihasilkan sebanyak 32% dari berat tebu giling.

Selama ini, pemanfaatan ampas tebu yang dihasilkan belum maksimal. Hanya sebatas sebagai pakan ternak, bahan baku pembuatan pupuk, pulp, particle board, dan boiler di pabrik gula. Disamping itu, nilai ekonomi yang diperoleh juga minim. Serat ampas tebu berpotensi sebagai material penguat dalam komposit karena ampas tebu mengandung serat 44%-48% [8].

Penelitian komposit dengan bahan serat alami telah banyak dikembangkan oleh beberapa peneliti seperti: Tumpal Ojahan melakukan penelitian komposit dengan bahan serat pelepah pisang dan matriks unsaturated resin polyester [9]. Variasi yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu fraksi volume serat (10%, 16%, 22%, 28%, dan 34%). Dari hasil penelitian ini diperoleh: 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. Selain itu ada penelitian komposit serat sabut kelapa dengan poliester sebagai bahan pengikat yang dilakukan oleh Maryanti [4]. Variasi dari penelitian ini adalah perlakuan alkalisasi menggunakan NaOH terhadap serat (variasi konsentrasi NaOH: 0%, 2%, 5%, dan 8% masing-masing selama 1 jam). Dari hasil penelitian ini, didapat dengan alkalisasi NaOH 5% selama 1 jam menghasilkan komposit dengan kekuatan tarik paling optimum yaitu sebesar 97,356 MPa.

Dari uraian diatas, penulis tertarik untuk meneliti sifat mekanik dari komposit *epoxy* yang berpenguat serat ampas tebu. Pemilihan resin *epoxy* ini dikarenakan resin *epoxy* memiliki sifat mekanik dan termal yang tinggi, penyusutan rendah, tahan terhadap air, stabilitas dimensi yang baik, tahan temperatur hingga 220°C, daya tahan kimia dan usia pakai lama, sifat-sifat listrik yang baik, kuat dan daya lekat pada gelas dan logam yang baik dibanding resin lainnya [10]. Resin epoxy juga termasuk kelompok polimer jenis termoset yang banyak digunakan sebagai bahan pelapis, perekat, dan sebagai matriks pada material komposit [11].

1.2. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan fraksi volume serat (0%, 5%, 10%, 15%) terhadap kekuatan tarik dan kekuatan bending komposit *epoxy* berpenguat serat ampas tebu, serta untuk mengetahui daya ikat komposit *epoxy* berpenguat serat ampas tebu pada pengujian tarik terbaik melalui uji SEM (*Scanning Electron Microscope*).

1.3. Metodologi Penelitian

1.3.1. Persiapan Bahan

Adapun langkah-langkah yang digunakan untuk mendapatkan serat ampas tebu antara lain: Serat ampas tebu dipisahkan dari kulit ampas tebu dengan menggunakan tangan. Lalu serat ampas tebu dicuci bersih dengan air mengalir. Setelah itu, pisahkan serat ampas tebu dengan gabus yang menempel menggunakan tangan. Kemudian serat ampas tebu yang telah bersih dari gabusnya dikeringkan dengan menjemurnya di bawah sinar matahari hingga kadar air serat tersebut maksimal 10%. Setelah itu, serat ampas tebu direndam didalam larutan Alkali 5% selama satu jam. Kemudian di bersihkan dengan air mengalir dan dijemur kembali hingga kering. Setelah serat kering, lalu serat ditimbang sesuai fraksi volumenya (5%,10%, dan 15%) dan diikat dengan rapi.

1.3.2. Pembuatan Cetakan

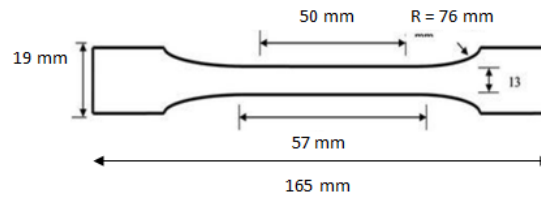
Kaca yang sudah di potong-potong sesuai ukuran dengan ketebalan 4 mm (untuk spesimen uji tarik) dan 5 mm (untuk spesimen uji bending) direkatkan sehingga membentuk bingkai persegi.

1.3.3. Pembuatan Spesimen

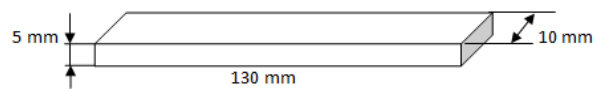
Resin epoxy dicampur dengan hardener dengan rasio 1:1 didalam wadah kemudian di aduk rata. Setelah rata, tuang campuran resin dan hardener tersebut ke dalam cetakan kira-kira ½ bagian, dilanjutkan dengan meletakkan serat diatasnya. Serat disusun sejajar, memanjang dan tidak terputus – putus (*continous*). Kemudian, ratakan spesimen dengan kawat kecil, dan tunggu hingga kering. Setelah kering kemudian lepaskan spesimen dari cetakan. Spesimen siap untuk diuji.

1.3.4. Bentuk Spesimen

Bentuk Komposit setelah kering adalah persegi panjang, kemudian untuk pengujian tarik, spesimen dipotong dengan menggunakan gergaji seperti gambar di bawah ini.



Gambar 1. Bentuk sampel uji tarik dengan standar ASTM D638-4 [12]



Gambar 2. Bentuk sampel uji bending dengan standar ASTM D790-2 [13]

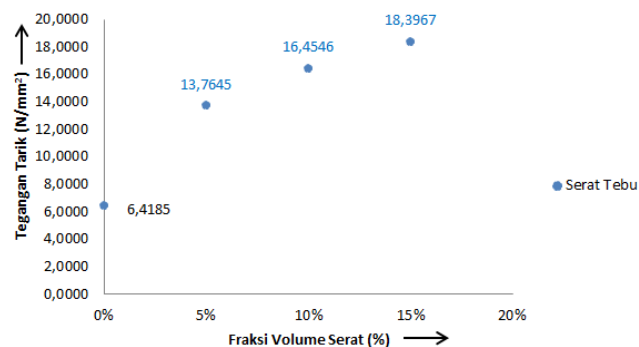
2. Pembahasan

2.1. Pengujian Tarik

Data pengujian tarik komposit *epoxy* berpenguat serat ampas tebu disajikan pada tabel 1. Setelah dilakukan pengujian tarik komposit *epoxy* berpenguat serat ampas tebu dengan arah serat sejajar dan continuous dan dengan metode *hand lay up*, diperoleh nilai untuk tegangan tarik, regangan, dan modulus elastisitasnya meningkat.

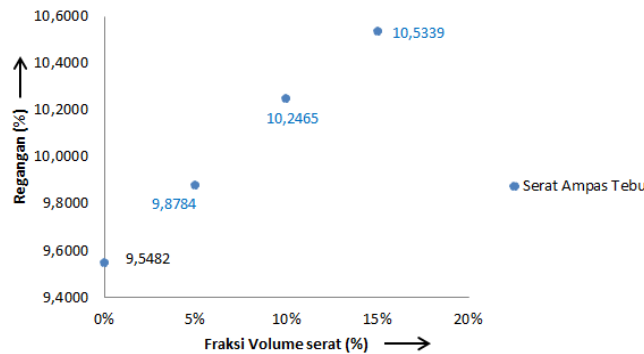
Tabel 1. Tabel Hasil Uji Tarik Komposit

| No | Fraksi | Tegangan | Regangan | Modulus |
|----|------------|----------------------------|----------|----------------------------------|
| | Volume (%) | Tarik (N/mm ²) | (%) | Elastisitas (N/mm ²) |
| 1. | 0 | 6,4185 | 9,5482 | 70,6510 |
| 2. | 5 | 13,7645 | 9,8784 | 150,9566 |
| 3. | 10 | 16,4546 | 10,2465 | 165,5621 |
| 4. | 15 | 18,3967 | 10,5339 | 179,5958 |



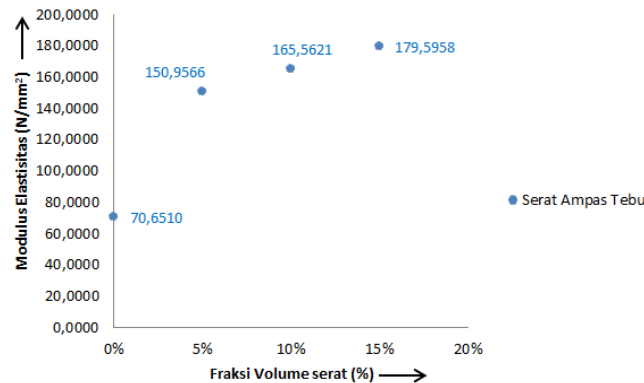
Gambar 3. Grafik Hubungan Tegangan Tarik – Fraksi Volume Serat Komposit *Epoxy* Berpenguat Ampas Tebu

Grafik tegangan tarik – fraksi volume serat komposit epoxy berpenguat serat ampas tebu cenderung mengalami peningkatan. Tegangan tarik tertinggi berada pada fraksi volume serat 15% dengan nilai rata-rata 18,3967 N/mm². Sementara tegangan yang paling rendah pada fraksi volume serat 0% yaitu 6,4185 N/mm².



Gambar 4. Grafik Hubungan Regangan – Fraksi Volume Serat Komposit *Epoxy* Berpenguat Ampas Tebu

Grafik regangan – fraksi volume serat pada komposit *epoxy* berpenguat serat ampas tebu mengalami peningkatan. Pada komposit *epoxy* berpenguat serat ampas tebu regangan tertinggi ada pada fraksi volume serat 15% dengan nilai rata-rata 10,5339%. Regangan terendah berada pada fraksi volume 0% dengan nilai rata-rata 9,5482%.



Gambar 5. Grafik Hubungan Modulus Elastisitas Tarik – Fraksi Volume Serat Komposit *Epoxy* Berpenguat Ampas Tebu

Grafik modulus elastisitas – fraksi volume serat pada komposit epoxy berpenguat serat ampas tebu mengalami peningkatan. Modulus elastisitas tertinggi berada pada fraksi volume serat 15% dengan nilai rata-rata 179,5958 N/mm². Sedangkan untuk modulus elastisitas yang terendah adalah pada fraksi volume 0% dengan nilai rata-rata modulus elastisitasnya sebesar 70,6510 N/mm².

2.2. Pembahasan Pengujian Tarik

Secara garis besar, fraksi volume sangat berpengaruh terhadap kekuatan tarik komposit. Hal ini disebabkan karena bertambahnya penguat serat dan pengikatnya berkurang, sementara dimensi material tidak mengalami perubahan. Dari tabel hasil uji tarik komposit mengalami peningkatan mulai dari fraksi volume serat 5% hingga 15%, dalam hal ini, fungsi serat (fiber) sebagai penguat mempunyai sifat tarik yang kuat dibanding pengikatnya (matrik) resin *epoxy*. Peningkatan ini sesuai dengan teori yang ada dimana kekuatan komposit meningkat seiring dengan penambahan fraksi volume. Hal ini disebabkan oleh gaya yang diterima oleh matrik didistribusikan secara merata pada serat penguatnya.

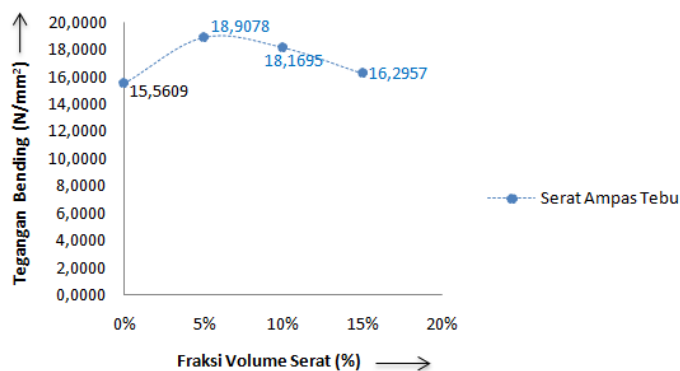
Penyusunan, konsentrasi, dan distribusi serat sangat berpengaruh terhadap kekuatan komposit berpenguat serat [14]. Selain itu, kecilnya nilai yang diperoleh dalam pengujian tarik ini (nilai tegangan dan regangan) disebabkan karena proses pencampuran *epoxy* dan *hardener* yang masih dilakukan secara manual menimbulkan void yang juga sangat mempengaruhi kekuatan dari komposit.

2.3. Pengujian Bending

Data pengujian bending komposit *epoxy* berpenguat serat ampas tebu disajikan pada tabel 2. Setelah dilakukan pengujian tarik komposit *epoxy* berpenguat serat ampas tebu dengan arah serat sejajar dan continuous dan dengan metode *hand lay up*, berbeda dengan hasil pengujian tarik sebelumnya, pada pengujian bending komposit ini diperoleh nilai untuk tegangan tarik dan moodulus elastisitas komposit mengalami penurunan.

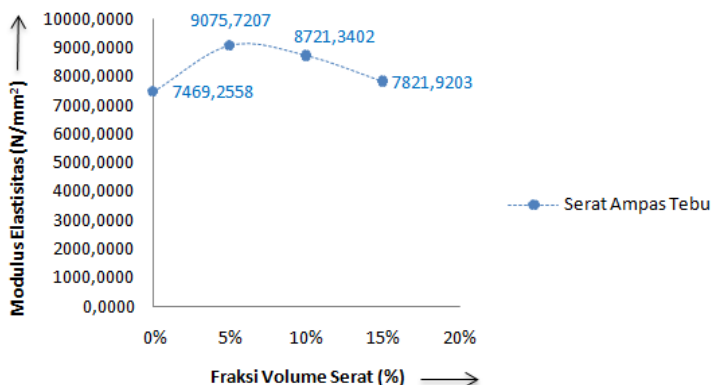
Tabel 2. Tabel Hasil Uji Bending Komposit

| No | Fraksi | Tegangan | Modulus |
|----|---------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| | Volume (%) | Bending (N/mm ²) | Elastisitas (N/mm ²) |
| 1. | 0 | 15,5609 | 7469,2558 |
| 2. | 5 | 18,9078 | 9075,7207 |
| 3. | 10 | 18,1695 | 8721,3402 |
| 4. | 15 | 16,2957 | 7821,9203 |



Gambar 6. Grafik Tegangan Bending – Fraksi Volume Serat Komposit *Epoxy* Berpenguat Ampas Tebu

Grafik hubungan tegangan bending – fraksi volume serat baik pada komposit *epoxy* berpenguat serat ampas tebu mengalami penurunan. Pada komposit *epoxy* berpenguat serat ampas tebu, tegangan bending tertinggi berada pada fraksi volume serat 5% dengan rata-rata 18,9078 N/mm², sedangkan tegangan bending terendahnya berada pada fraksi volume serat 0% yaitu 15,5609 N/mm².



Gambar 7. Grafik Hubungan Modulus Elastisitas Bending – Fraksi Volume Serat Komposit *Epoxy* Berpenguat Ampas Tebu

Grafik hubungan modulus elastisitas bending – fraksi volume serat komposit epoxy berpenguat serat ampas tebu mengalami penurunan. Pada komposit epoxy berpenguat serat ampas tebu, modulus elastisitas bending tertinggi berada pada fraksi volume serat 5% dengan nilai rata-rata 9075,7207 N/mm², sedangkan modulus elastisitas bending terendahnya berada pada fraksi volume serat 0% yaitu sebesar 7469,2558 N/mm².

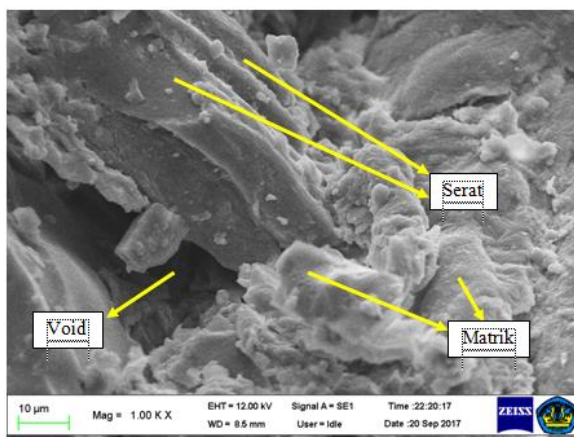
2.4. Pembahasan Pengujian Bending

Mengacu pada hasil yang diperoleh dari pengujian, maka dilakukan analisa berdasarkan hasil pengujian untuk mengetahui seberapa besar nilai peningkatan atau penurunan kekuatan yang dihasilkan dari material komposit epoxy berpenguat serat ampas tebu.

Penurunan pada tegangan bending, dan modulus elastisitas pada komposit epoxy berpenguat serat ampas tebu mungkin disebabkan karena makin besar fraksi volume serat tebu maka makin sedikit matriksnya sehingga ikatan antara matriks dan dengan filler serat tebu semakin lemah. Kurang meratanya distribusi serat pada saat pencetakan dan juga adanya void dalam material komposit juga diduga menjadi alasan lain penurunan kekuatan bending komposit.

2.5. Pengamatan SEM Komposit

Analisa *Scanning Electron Microscope* (SEM) dilakukan setelah pengujian kekuatan tarik (daerah patahan tarik) dari komposit *epoxy* berpenguat serat ampas tebu dengan nilai kekuatan tarik paling tinggi yaitu pada fraksi volume serat 15%, untuk mengetahui bagaimana daya ikat antara serat sebagai penguat (*fiber*) dengan resin *epoxy* sebagai pengikat (*matriks*). Spesimen hasil uji tarik dipotong untuk kemudian dijadikan spesimen pengamatan SEM. Photo hasil pengamatan SEM dapat kita lihat pada gambar 8 berikut:



Gambar 8. Pengamatan SEM Komposit *Epoxy* Berpenguat Ampas Tebu dengan Fraksi Volume Serat 15%

Daya ikat komposit mempengaruhi kekuatan komposit dalam menahan beban yang diberikan. Dari photo hasil SEM diatas, dapat dijelaskan bagaimana peningkatan kekuatan tarik komposit epoxy berpenguat serat ampas tebu. Hal ini disebabkan ikatan antara matrik sebagai pengikat dan serat sebagai penguatnya cukup baik. Cukup karena masih terlihat rongga udara (*void*) di dalam material tersebut. *Void* ini dapat mempengaruhi kekuatan komposit.

3. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan:

1. Penambahan fraksi volume serat pada komposit epoxy berpenguat serat ampas tebu mengalami peningkatan pada kekuatan tariknya.
kekuatan tarik tertinggi secara keseluruhan terdapat pada fraksi volume 15%, dimana tegangan tariknya sebesar 18,3967 N/mm², regangannya sebesar 10,5339 %, dan modulus elastisitasnya sebesar 179,5958 N/mm². Sedangkan kekuatan tarik terendah terdapat pada fraksi volume 0% dimana tegangan tariknya sebesar 6,4185 N/mm², regangannya sebesar 9,5482%, dan modulus elastisitasnya sebesar 70,6510 N/mm².
2. Penambahan fraksi volume serat pada komposit *epoxy* berpenguat serat ampas tebu mengakibatkan penurunan pada kekuatan bendungnya.
Untuk komposit *epoxy* berpenguat serat ampas tebu secara keseluruhan memiliki kekuatan bending yang tertinggi pada fraksi volume 5% dengan rincian: tegangan bending sebesar 18,9078 N/mm², modulus elastisitas sebesar 9075,7207 N/mm². Sedangkan kekuatan bending komposit *epoxy* berpenguat serat ampas tebu memiliki nilai tegangan bending dan modulus elastisitas yang terendah pada fraksi volume 0% dimana tegangan bending sebesar 15,5609 N/mm² dan modulus elastisitas sebesar 7469,2558 N/mm².
3. Ditinjau dari hasil *Scanning Electron Microscope* (SEM) pada komposit epoxy berpenguat serat ampas tebu dengan fraksi volume 15%, terlihat bahwa ikatan matrik epoxy sebagai pengikat dan serat ampas tebu sebagai penguat cukup baik.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada kedua orang tua penulis, pak Darmansyah, pak Edwin, pak Tumpal Ojahan, serta teman-teman penulis yang sudah membantu lewat doa, saran, dan bantuannya dalam mengerjakan dan menyelesaikan laporan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1]. Rahman, M., dan Kamiel, B. 2011. *Pengaruh Fraksi Volume Serat terhadap Sifat-sifat Tarik Komposit Diperkuat Unidirectional Serat Tebu dengan Matrik Poliester*. Yogyakarta: Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- [2]. Husni, Syifaul dan Sulaiman Thalib. 2014. *Material Komposite*. Program Pasca Sarjana Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
- [3]. Nopriantina, N, dan Astuti. 2013. *Pengaruh Ketebalan Serat Pelepah Pisang Kepok (Musa Paradisiaca) Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Poliester-Serat Alam*. Padang: Jurusan Fisika, Fakultas FMIPA, Universitas Andalas.
- [4]. Maryanti, B, dkk, 2011. *Pengaruh Alkilasi Komposit Serat Kelapa – Poliester Terhadap Kekuatan Tarik*. Program Magister dan Doktor, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
- [5]. Hartanto, L. 2009. *Studi Perlakuan Alkali dan Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Bending, Tarik, dan Impak Komposit Berpenguat Serat Rami Bermatrik Polyester BQTN 157*. Surakarta: Tugas Akhir. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [6]. Direktorat Jendral Perkebunan. 2014. *Statistik Perkebunan Indonesia*.
- [7]. Clareyna, Eqitha Dea dan Lizda Johar Mawarani. 2013. *Pembuatan dan Karakteristik Komposit Polimer Berpenguat Bagasse*. Surabaya: Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November.
- [8]. Malau, Krisna Margareta. 2009. *Pengaruh Ketebalan Serat Pelepah Pisang Kepok (Musa Paradisiaca) Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Poliester-Serat Alam*. Sumatera Utara: Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.

- [9]. Ojahan, Tumpal dan Hansen Aditia M.S. 2015. *Analisis Fraksi Volume Serat Pelelah Batang Pisang Bermatriks Unsaturated Resin Polyester (UPR) Terhadap Kekuatan Tarik dan SEM*. Bandar Lampung: Program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Malahayati.
- [10]. Subawi H. 2009. *Komposit*. Bandung: Dirgantara Indonesia.
- [11]. Daulay, A. S.,dkk. 2014. *Pengaruh Ukuran Partikel Dan Komposisi Terhadap Sifat Kekuatan Bentur Komposit Epoksi Berpengisi Serat Daun Nanas*. Sumatera Utara: Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
- [12]. ASTM D638-02a. 2004. *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*. American Society for Testing and Materials.
- [13]. Annual Book of ASTM Standards, D790, "Standard Test Method For Flexural Properties Of Unreinforced and Reinforced Plastics And Electrical Insulating Material", ASTM Standards and Literature References for Composite Materials, 2nd ed., 34-37, American Society for Testing and Material, Philadelphia, PA (1997)
- [14]. Yuniarti, Mita Asih. 2011. *Pengaruh Perlakuan Alkali, Fraksi Volume Serat, dan Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Skin Komposit Sandwich Berbahan Dasar Serat Tebu*. Surakarta: Jurusan Teknik Industri , Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.