

# Kekuatan Tarik Material Komposit Epoxy Berpenguat Serat Jelatang Pada Perlakuan NaOH dan Silane

Muhammad Reyhanjaya Bravenanda Putra, I Gede Putu Agus Suryawan, I Ketut Suarsana

Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

Komposit merupakan material yang diproduksi dengan menggabungkan dua atau lebih bahan dengan karakteristik yang berbeda. Salah satunya adalah gabungan antara resin epoxy dan serat tanaman jelatang (*Urtica dioica* L.). Metode pembuatannya menerapkan proses hand lay-up dengan orientasi serat acak, diberlakukan 2 jenis perlakuan kimia dan menghasilkan 2 jenis spesimen uji yang berbeda yaitu spesimen perlakuan NaOH 5% dan spesimen perlakuan Silane 3%. Tujuan dari penelitian dilakukan dengan objektif utamanya yaitu untuk mengetahui nilai material terhadap pengujian tarik maksimum spesimen komposit dengan penguat serat jelatang terhadap efek perendaman serat dengan NaOH 5% selama 2 jam dan Silane 3% selama 1 jam. Metode pengujian tarik berpedoman pada ASTM D 3039/ D 3039M. Hasil menunjukkan kekuatan tarik maksimum sebesar 19.94 MPa, regangan 7.3% dan modulus elastisitas 0.28 GPa dihasilkan oleh fraksi berat serat 20% dengan perlakuan NaOH 5%. Kekuatan tarik maksimum sebesar 17.40 MPa, regangan 4.2%, dan modulus elastisitas 0.42 GPa dihasilkan oleh fraksi berat serat 15% dengan perlakuan Silane 3%. Jika dibandingkan dengan hasil kekuatan tarik resin epoxy, membuktikan bahwa terjadi peningkatan kekuatan tarik terhadap material komposit yang diperkuat serat jelatang dengan perlakuan NaOH 5% dan Silane 3%.

Kata kunci: Komposit, epoxy, kekuatan tarik, jelatang, Silane, NaOH.

## Abstract

Composite is a material produced by combining two or more materials with different characteristics. One of them is a combination of epoxy resin and stinging nettle (*Urtica dioica* L.). The production method uses hand lay-up with chopped fibers, and by applying 2 types of chemical treatments that made 2 segmented specimens that treated by 5% of NaOH and specimens treated by 3% of Silane. The main purpose of the research is to determine the ultimate tensile strength of composite specimens strengthen by nettles fibers on the effect of fiber immersion with 5% of NaOH and 3% of silane. The tensile tests method are based on ASTM D 3039 / D 3039M standard for tensile test. The results shown 19.94 MPa as the ultimate tensile strength, 7.3% strain, and 0.28 GPa young's modulus produced by 20% fiber weight fraction with 5% NaOH treatment. Another results shown 17.40 MPa as the ultimate tensile strength, 4.2% strain, and 0.42 GPa young's modulus produced by 15% fiber weight fraction with 3% Silane treatment. Both are compared with tensile strength of the epoxy resin result, it proven the tensile strengths are increased as the composites combined with stinging nettle fibers with 5% NaOH treatment and also matrix combined with stinging nettle fibers with 3% silane treatment.

Keywords: Composites, epoxy, tensile strength, stinging nettle, Silane, NaOH

## 1. Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini dalam bidang perindustrian, salah satunya perkembangan terhadap pemanfaatan sumber daya alam/ SDA sebagai bahan baku. SDA yang dihasilkan suatu daerah akan diteliti dengan tujuan agar mampu menciptakan produk yang berkelanjutan, potensi meningkatkan nilai jual dan umumnya pengembangan dari segi ilmu pengetahuan Material yang sedang dikembangkan saat ini adalah komposit berpenguat serat dari tanaman jelatang. Komposit merupakan material yang tersusun dari gabungan dua atau lebih jenis material, yang memiliki sifat fisik material dengan pembentuknya yang beragam. Tanaman jelatang atau *stinging nettle*

merupakan tumbuhan organik yang tumbuh di tanah yang subur dan dapat tumbuh hingga 1,20 meter, memiliki serat pada kulit batang dan cocok dibudidayakan di Eropa tengah, dan cenderung menghasilkan serat dengan kekuatan tarik serta kehalusan tinggi yang luar biasa [1]. Kekurangan paling umum dari material komposit dengan serat alam adalah kurangnya *bonding* atau hubungan ikatan antara matriks dan serat alam sehingga memperoleh sifat komposit yang kurang baik [2]. Pengaplikasian unsur kimia yang sesuai terbukti mampu meningkatkan *bonding* atau hubungan ikatan antara serat dan matriks, sehingga sifat yang dihasilkan daripada material komposit menjadi lebih baik.

Dalam hal ini terdapat suatu rumusan masalah yang akan dikaji, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh fraksi berat serat 10%, 15%, dan 20% terhadap kekuatan tarik pada material komposit *epoxy* berpenguat serat jelatang dengan perlakuan NaOH 5% selama 2 jam.
2. Bagaimana pengaruh fraksi berat serat 10%, 15%, dan 20% terhadap kekuatan tarik pada material komposit *epoxy* berpenguat serat jelatang dengan perlakuan Silane 3% selama 1 jam.

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini meliputi:

1. Metode yang digunakan pada proses penelitian adalah *hand lay-up*.
2. Tumbuhan jelatang yang digunakan berada disekitar hutan daerah Bedugul, Tabanan, diperkirakan umur pohon jelatang berumur 1 tahun.
3. Penelitian yang dilakukan adalah pengujian kekuatan tarik dengan serat jelatang direndam NaOH 5% selama 2 jam serta serat jelatang direndam Silane 3% selama 1 jam.
4. Panjang batang pohon jelatang yang digunakan berukuran minimal 500 mm.
5. Orientasi serat disusun secara acak.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Komposit

Bahan komposit secara umum diartikan sebagai bahan yang tersusun lebih dari satu jenis bahan penyusun yang memiliki sifat karakteristik yang berbeda dan digabungkan menjadi satu bahan material dalam bentuk makroskopik dengan ikatan mekanis dan kimia guna menciptakan suatu produk material baru yang menghasilkan karakteristik yang lebih baik daripada komponen penyusunnya.

### 2.2 Serat Alam

Diartikan sebagai jenis serat yang diperoleh dari unsur-unsur baik hewani maupun tumbuhan. Serat alam memiliki beberapa keunggulan dibanding serat sintesis seperti berlimpahnya bahan yang tersedia di alam, serat lebih ringan, dan lebih ramah lingkungan.

### 2.3 Pemberian Zat Kimia Pada Serat

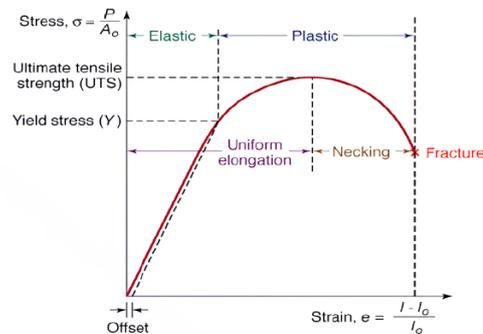
Serat alami sebelum digunakan sebagai bahan penguat pada komposit harus dibersihkan terlebih dahulu dari berbagai bahan pengotor yang dapat mengurangi kekuatan serat. Penggunaan alkali (NaOH) pada serat komposit bertujuan untuk menetralkan permukaan serat alam dari kotoran dan lignin.

Modifikasi permukaan serat jelatang secara kimia dapat dilakukan dengan perlakuan Silane yang dapat menghilangkan lignin dan hemiselulosa pada

serat dan memperkuat adhesi dari matriks dengan serat.

### 2.4 Uji Tarik

Uji tarik dilakukan dengan cara memberi tegangan tarik secara kontinyu sehingga pertambahan panjang material uji bertambah seiring pengujian tarik dilakukan hingga material uji putus [3].



Gambar 1. Grafik Uji Tarik

### 2.5 Tegangan Teknik

Tegangan yang diperoleh hasil daripada kurva tegangan teoritik adalah tegangan dengan kurva yang membujur dari hasil pengujian tarik. Nilai tegangan diketahui dengan persamaannya yaitu membagi beban (F) dengan nilai luas penampang awal ( $A_0$ ) dari material uji.

$$(\sigma_t = F/A_0) \quad (1)$$

Di mana :

$F$  = Gaya tarikan,

$A_0$  = Luas Penampang Awal

### 2.6 Regangan Teknik

Besarnya bahan mengalami nilai pertambahan regangan bergantung kepada besarnya tegangan yang diterima oleh material dalam pengujian.

$$(\epsilon_t = \Delta L/L_0) \quad (2)$$

Di mana :

$\Delta L$  = Pertambahan Panjang

$L_0$  = Panjang Awal

### 2.7 Modulus Elastisitas (Young's Modulus)

*Young's Modulus* atau modulus elastisitas diartikan sebagai angka yang digunakan untuk mengukur sifat ketahanan material uji dalam mengalami deformasi elastis ketika suatu beban (F) diberikan terhadap material uji. maka hubungan antara tegangan dan regangan dirumuskan:

$$(E = \sigma_t/\epsilon_t) \quad (3)$$

Di mana :

$\sigma_t$  = Tegangan Teknik

$\varepsilon_t$  = Regangan Teknik

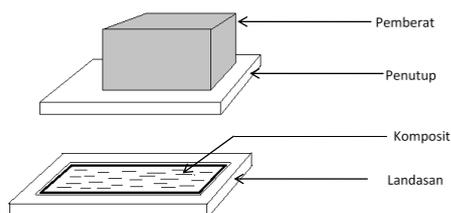
### 3. Metode Penelitian

#### 3.1 Bahan

Pengujian tarik material komposit *epoxy* berpenguat serat jelatang mempergunakan peralatan dan bahan sebagai berikut:

1. Bahan matriks mengaplikasikan resin *epoxy* sebagai bahan pembuatan komposit.
2. Bahan penguat yang dipergunakan adalah serat tumbuhan jelatang yang sudah kering dan telah diberi perlakuan zat kimia alkali (NaOH) 5% selama 2 jam dan (Silane) 3% selama 1 jam, penguat disusun secara acak dengan fraksi berat serat yang telah ditentukan.
3. Gliserin untuk melapisi cetakan agar material komposit yang dihasilkan tidak menempel pada cetakan.
4. NaOH dibeli dari Toko Saba
5. Silane dengan campuran etanol/ air suling yaitu 80/20.

#### 3.2 Alat Cetak komposit.



Gambar 2. Desain Alat Cetak Komposit

### 3.3 Prosedur Penelitian

#### 3.3.1 Pemilahan Serat Tumbuhan Jelatang

Adapun langkah-langkah dalam proses pengambilan serat pada tumbuhan jelatang adalah sebagai berikut:

1. Batang tumbuhan jelatang dipotong dengan panjang 500 mm dan dikeringkan selama 3 hari dengan sinar Matahari.
2. Setelah batang tanaman jelatang kering dilanjutkan perendaman serat dengan air selama 4-5 hari pada temperatur ruangan hingga serat terpisah secara alami dengan batang, kemudian dibilas kembali menggunakan air.
3. Tahap berikutnya dalam kondisi tidak begitu kering dan dilakukan proses pemilahan antara batang dan serat secara manual.
4. Serat tumbuhan jelatang yang sudah didapatkan, kembali dikeringkan dengan dijemur selama dua hari.
5. Setelah kering serat jelatang diberi perlakuan pada larutan Alkali (NaOH) 5% selama 2 jam dan lainnya jenis material lain dengan Silane 3% selama 1 jam, bertujuan menghilangkan

kotoran pada serat dan kemudian dijemur hingga kering.

6. Setelah serat kering, serat dipotong sepanjang 5 mm.

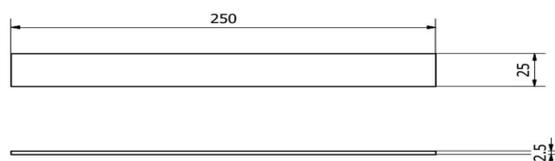
#### 3.3.2 Proses Pembuatan Spesimen Komposit

Adapun langkah-langkah dalam pembuatan spesimen komposit adalah sebagai berikut :

1. Alat cetakan, serat jelatang yang telah direndam NaOH atau Silane, dan resin *epoxy*.
2. Serat ditimbang sesuai fraksi berat yang telah ditentukan.
3. Cetakan dibersihkan terlebih dahulu.
4. Oles gliserin secara tipis dan merata pada bagian dalam cetakan komposit.
5. Resin *epoxy* dan *hardener* dicampur sesuai perhitungan yang ditetapkan kedalam gelas ukur, aduk hingga tercampur dengan baik.
6. Tuang campuran resin *epoxy* dan *hardener* lalu gabungkan dengan serat jelatang dengan perlakuan NaOH atau Silane yang telah dipotong 5mm kedalam gelas, ratakan hingga semua bagian serat terlapisi.
7. Campuran matriks dan serat dituang ke cetakan secara acak, ratakan dan tekan dengan pengaduk yang bertujuan untuk meratakan pendistribusian.
8. Tutup cetakan dengan kaca, kemudian ditekan dengan pemberat sebagai penekan tutup cetakan dengan berat 5kg. Hal ini bertujuan agar *void* pada hasil material dapat diminimalisir.
9. Beri waktu hingga spesimen mengering atau mengeras selama 8-12 jam.
10. Ulangi langkah dari awal untuk variasi fraksi berat serat yang telah ditentukan.
11. Setelah kering, spesimen komposit dikeluarkan dari cetakan, hasil spesimen diamati terhadap *void* dan kelengkungan secara visual.
12. Setelah semua spesimen selesai dibuat, simpan pada wadah kotak sebelum dilakukan pengujian.
13. Spesimen siap untuk diuji tarik.

### 3.4 Pengujian Kekuatan Tarik

Pengujian kekuatan tarik bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai kekuatan tarik antaranya *stress*, *strain* dan modulus elastisitas dari bahan komposit. Material pengujian kekuatan tarik dibentuk menurut standar ASTM D 3039/ D 3039M [4]. Ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 3. Spesimen Uji Kekuatan Tarik

Langkah-langkah pengujian kekuatan Tarik dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

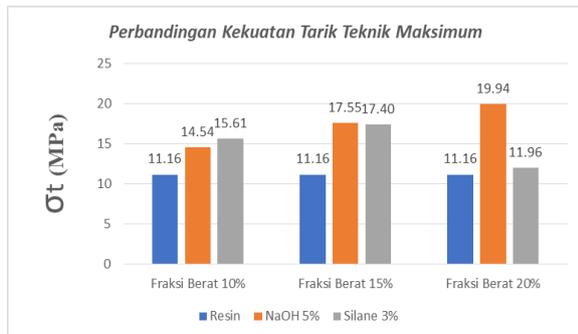
1. Siapkan spesimen dan alat pengujiannya.
2. Ukur dimensi spesimen meliputi: panjang, lebar dan tebal.
3. Menghidupkan alat uji tarik.
4. Lalu tempatkan spesimen uji pada masing-masing penjepit alat pengujian.
5. Mengoperasikan alat dan memberikan beban pada spesimen uji kontinyu hingga patah.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1 Hasil Pengujian Tarik

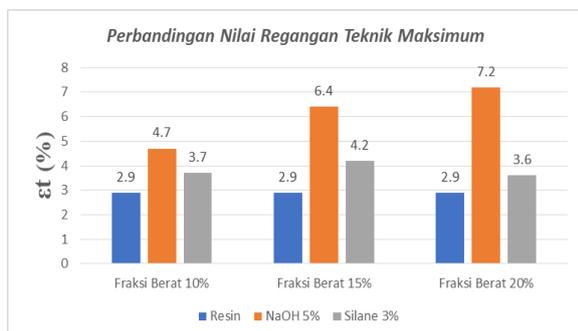
Setelah melakukan pengujian tarik, diperoleh nilai kekuatan tarik berupa tegangan, regangan dan modulus elastisitas komposit berpenguat serat jelatang dengan perlakuan NaOH 5% selama 2 jam dan Silane 3% selama 1 jam.

Berdasarkan data pemerolehan data dari pengujian tarik, dapat buat grafik seperti di bawah

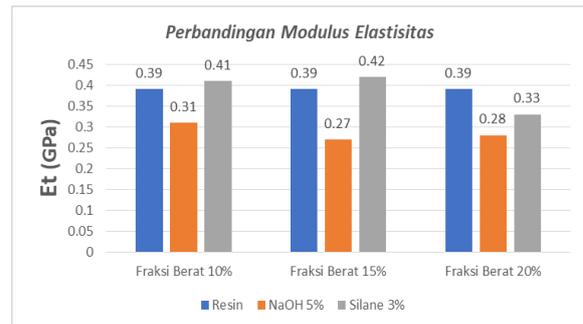


ini.

**Gambar 4. Grafik Hubungan Fraksi Berat Serat Jelatang dengan Nilai Kekuatan Tarik pada Spesimen Resin, Spesimen Perlakuan NaOH 5% dan Spesimen perlakuan Silane 3%**



**Gambar 5. Grafik Hubungan Fraksi Berat Serat Jelatang dengan Nilai Regangan pada Spesimen Resin, Spesimen Perlakuan NaOH 5% dan Spesimen Perlakuan Silane 3%**



**Gambar 6. Grafik Hubungan Fraksi Berat Serat Jelatang dengan Nilai Regangan pada Spesimen Resin, Spesimen Perlakuan NaOH 5% dan Spesimen Perlakuan Silane 3%**

##### 4.2 Pembahasan Pengujian Tarik

Grafik pada gambar 4 menunjukkan perbandingan kekuatan tarik rata-rata setiap fraksi berat. Terdapat spesimen resin *epoxy*, spesimen fraksi berat serat jelatang terhadap perlakuan NaOH 5% dan Silane 3%. Pengaruh perlakuan fraksi berat yang menghasilkan kekuatan tarik terendah adalah fraksi berat serat 20% perlakuan Silane 3%, menghasilkan kekuatan tarik rata-rata sebesar 11,96 MPa. Nilai kekuatan tarik tertinggi dihasilkan spesimen dengan fraksi berat serat 20% dengan perlakuan NaOH 5% yang menghasilkan kekuatan tarik rata-rata 19,94 MPa.

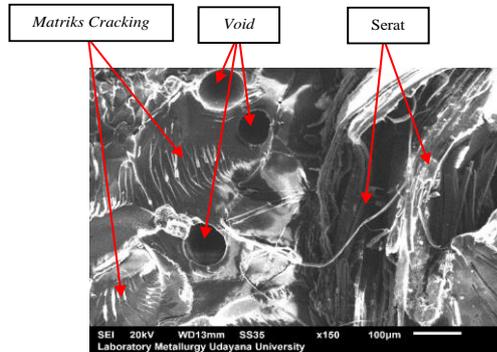
Terlihat pada gambar 5 menunjukkan perbandingan dari nilai regangan dari setiap spesimen resin *epoxy*, spesimen fraksi berat serat jelatang terhadap perlakuan NaOH 5% dan Silane 3%. Dalam grafik menunjukkan fraksi berat 20% perlakuan NaOH 5% menghasilkan persentase regangan 7,3%. Persentase regangan terendah dihasilkan spesimen fraksi berat serat 20% perlakuan Silane 3% dengan hasil pertambahan 3,3%.

Grafik pada gambar 6 menunjukkan perbandingan rata-rata modulus elastisitas terhadap spesimen fraksi berat serat perlakuan NaOH 5% dan Silane 3%. Nilai modulus elastisitas terendah dihasilkan pada fraksi berat 15% perlakuan NaOH 5% dengan nilai 0,27 GPa. Nilai rata-rata modulus elastisitas tertinggi diperoleh oleh spesimen fraksi berat serat 15% perlakuan Silane 3% dengan nilai 0,42 GPa. Peningkatan modulus berkenaan dengan perlakuan Silane yang berkaitan dengan peningkatan ikatan antara serat dan matriks [5].

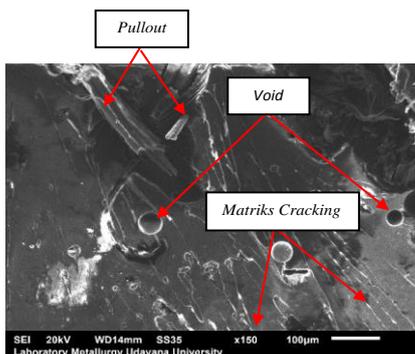
Jika dibandingkan dengan spesimen resin *epoxy*, terlihat bahwa spesimen resin *epoxy* menghasilkan kekuatan tarik rata-rata sebesar 11,17 MPa dengan regangan 2,9%. Hal tersebut menunjukkan kekuatan tarik material komposit mengalami kenaikan dengan bertambahnya fraksi berat serat jelatang dengan perlakuan NaOH 5% dan Silane 3%. Hal ini didukung bahwa material komposit dengan perlakuan 5% NaOH selama 2 jam memiliki kekuatan tarik dan regangan terbesar [6]. Hal ini didukung bahwa

kehadiran *Silane coupling agent* dapat meningkatkan adhesi antara serat dengan matriks dan mengakibatkan meningkatnya sifat mekanik dari komposit. [7].

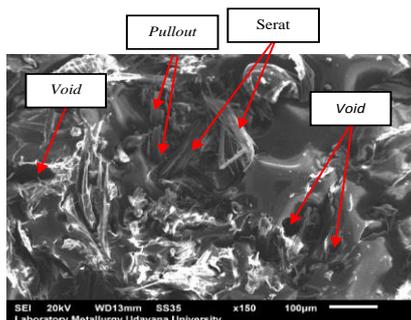
#### 4.3 Hasil Scanning Electron Microscope (SEM)



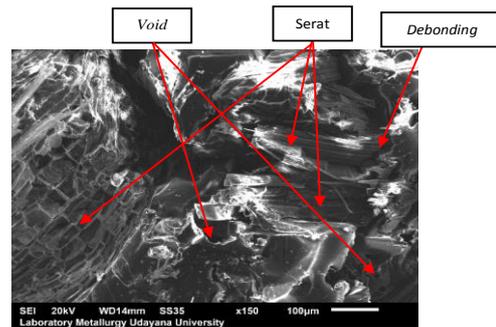
**Gambar 7.** Foto SEM Spesimen Fraksis Berat Serat Jelatang 10% dengan Perlakuan Silane 3%



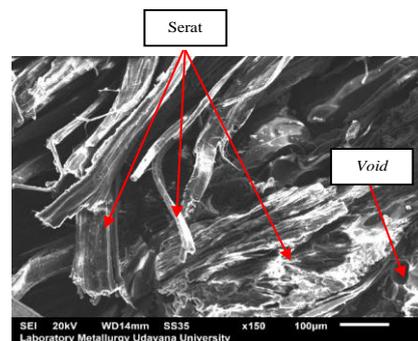
**Gambar 8.** Foto SEM Spesimen Fraksis Berat Serat Jelatang 15% dengan Perlakuan Silane 3%



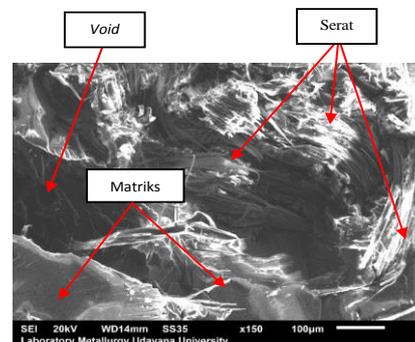
**Gambar 9.** Foto SEM Spesimen Fraksis Berat Serat Jelatang 20% dengan Perlakuan Silane 3%



**Gambar 10.** Foto SEM Spesimen Fraksis Berat Serat Jelatang 10% dengan Perlakuan NaOH 5%



**Gambar 11.** Foto SEM Spesimen Fraksis Berat Serat Jelatang 15% dengan Perlakuan NaOH 5%



**Gambar 12.** Foto SEM Spesimen Fraksis Berat Serat Jelatang 15% dengan Perlakuan NaOH 5%

#### 4.4 Pembahasan Scanning Electron Microscope

Hasil dukungan dari pengamatan spesimen dengan *Scanning Electron Microscope*, dapat terlihat Gambar 4.10 untuk fraksi berat serat 20% perlakuan NaOH 5% memiliki kekuatan tarik tertinggi dengan pengamatan SEM yang memiliki hubungan antar serat dengan matriks yang cukup baik serta minim terdapat ruang kosong. Pada hasil fraksi berat serat 20% perlakuan Silane 3% yang memiliki kekuatan tarik terendah, didapatkan hasil pengamatan SEM gambar 4.7 menunjukkan terdapat serat *pullout* dari matriks, serta terlihat pendistribusian serat pada

material uji tidak cukup merata yang menyebabkan terjadinya penggumpalan pada matriks.

## 5. Kesimpulan

Maka kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan pembahasan di atas adalah :

1. Pengaruh fraksi berat serat terhadap kekuatan tarik material *epoxy* berpenguat serat jelatang dengan perlakuan NaOH 5%, hasil tegangan tarik maksimum tertinggi dihasilkan oleh fraksi berat serat 20% dengan kekuatan tarik 19.94 MPa, dengan regangan 7.3% dan modulus elastisitas 0.28 GPa. Kekuatan tarik meningkat seiring bertambahnya fraksi berat serat jelatang dengan perlakuan NaOH 5%.
2. Pengaruh fraksi berat serat terhadap kekuatan tarik material *epoxy* berpenguat serat jelatang dengan perlakuan Silane 3%, hasil tegangan tarik maksimum tertinggi dihasilkan oleh fraksi berat serat 15% dengan kekuatan tarik 17.40 MPa, dengan regangan 4.2% dan modulus elastisitas 0.41 GPa. Kekuatan tarik meningkat hingga fraksi berat serat 15% dan menurun pada fraksi berat serat 20%.

## Daftar Pustaka

- [1] Holger Fischer, Elena Werwein and Nina Graupner, 2012, *Nettle fibre (Urtica dioica L.) reinforced poly (lactic acid)*: Vol. 46, Issue 24. A first approach.
- [2] Akil, M. H. et al., 2011, *Kenaf Fiber Reinforced Composites*: A review. Journal Elsevier. (online) 32 (8-9): 4107-4121, (www.sciencedirect.com), accessed 5 Oktober 2019.
- [3] Robert Denti S., Jan Soukota, Rudy Poeng., *Pemodelan Pengujian Tarik Untuk Menganalisis Sifat Mekanik Material*. Vol. 2, No. 2, Teknik Mesin Univeritas Sam Ratulangi
- [4] ASTM D 3039/ D 3039M. *Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials*, ASTM International, United States.
- [5] R. Sepe, F. Bollino, L. Boccarusso, F. Caputo, 2017, *Influence of chemical treatments on mechanical properties of hemp fiber reinforced composites*. Vol. 133, pp. 210-217, University of Naples.
- [6] Diharjo K., *Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Polyester*. Vol 8, No. 1 , pp. 8-13: Universitas Negeri Sebelas Maret.

- [7] Ismail, H., Suhelmy S., Edyham M.R., 2002, *The Effect Of Silane Coupling Agent On Curing Characteristics and Mechanical Properties Of Bamboo Fibre Filled Natural Rubber Composites*, Vol. 38, Issue 1, pp. 39-47, Universiti Sains Malaysia, Penang, Malaysia

