

# Efek Perlakuan *Silane* Pada Komposit Berpenguat Serat Jelatang Terhadap Kekuatan *Impact*

Linggih Sulenggar Putra, I Gede Putu Agus Suryawan, I Ketut Suarsana  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

Komposit ialah material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material, dimana sifat mekanik yang dimiliki material pembentuknya tersebut berbeda-beda. Kualitas ikatan serat-matrix merupakan hal yang berpengaruh terhadap sifat mekanis material komposit. Meningkatkan ikatan serat-matrix dapat dilakukan dengan cara melakukan perlakuan larutan kimia pada serat. Perlakuan kimia dengan menambahkan silane coupling agent pada serat. Perbedaan konsentrasi silane pada setiap jenis serat alam akan berpengaruh terhadap sifat mekanis dari komposit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak dari silane coupling agent pada sifat mekanik komposit serat jelatang. Variasi larutan silane yang dilakukan ialah. 3%, 6%, 9% dan dengan variasi fraksi berat 10%, 15%, 20%. Pembuatan komposit dilakukan dengan metode hand lay-up, pada suhu ruangan dan dengan waktu penahanan 12 jam dan ditekan dengan diberi pemberat. Prosedur pembuatan komposit mengacu pada standart ASTM D256-04. Kristalografi dilihat mempergunakan SEM. Didapatkan hasil bahwa kekuatan impact mengalami peningkatan kekuatan pada larutan 6% dari konsentrasi larutan 3% dan mengalami penurunan kekuatan pada konsentrasi 9%. Kekuatan impact tertinggi pada komposit dengan perlakuan konsentrasi larutan silane 6% dengan fraksi berat 20% dengan nilai kekuatan 0.01188 Nm/mm<sup>2</sup>.

Kata kunci: Komposit, epoxy, serat jelatang, silane, kekuatan impact

## Abstract

Composite is a material that is formed by two or more materials, while the mechanical properties of the forming material are different from individual components. The quality of the fiber-matrix bond is the factor that influences the mechanical properties of materials. Improving the quality of the bonding can be done by treating chemical solutions on the fiber. Chemical treatment by adding silane coupling agent to the fiber. The difference in concentration of each type of natural fiber will affect the of the composite. The objective of this research was to study the effect of silane coupling agent concentration on the mechanical properties of nettle fiber composites. The variation of silane concentration used is. 3%, 6%, 9% and with variations in weight fraction of 10%, 15%, 20%. Composite is manufacturing by hand lay-up method, at room temperature and with a holding time of 12 hours and pressed with ballast. Procedure for making impact test specimens at ASTM D 256-04. Crystallography of specimen is observed by SEM. The test results show that the impact strength has increased strength in the 6% solution from 3% solution concentration and has decreased strength at 9% concentration. The highest impact strength on composites with the treatment of 6% silane solution concentration with a weight fraction of 20% with a strength value of 0.01188 Nm / mm<sup>2</sup>.

Keywords: Composite, epoxy, nettle fiber, silane, impact strength

## 1. Pendahuluan

Perkembangan terhadap ilmu pengetahuan dan teknologi menjadikan komposit sebagai material alternatif pengganti material konvensional. Komposit ialah material yang terbentuk dari gabungan dua atau lebih material, dimana sifat yang dimiliki material pembentuknya berbeda-beda. Ketersediaan akan bahan baku dari serat pengisi komposit melimpah dari serat organik maupun serat anorganik membuat komposit banyak dikembangkan baik dari bidang akademis maupun industri. Serat organik memiliki kelebihan, ketersediaan yang melimpah, mudah terurai dan ringan. Kekurangan komposit serat alam, ikatan yang kurang baik dan serat alam dapat menyerap air sehingga air dapat masuk ke dalam ikatan. Perlakuan *silane* ini mampu meningkatkan ikatan antara serat dan matrik sehingga membuat komposit memiliki sifat mekanis

lebih baik. Penelitian ini peneliti melakukan pengujian kekuatan *impact* pada material.

Permasalahan yang akan dikaji pada penelitian kali ini, yaitu:

1. Bagaimana kekuatan *impact* dari material komposit epoxy berpenguat serat jelatang dengan fraksi berat 10%, 15%, 20% ?
2. Bagaimana kekuatan *impact* dari material komposit epoxy berpenguat serat jelatang dengan fraksi berat 10%, 15%, 20% dengan perlakuan silane 3%, 6%, 9% ?

Batasan masalah pada penelitian kali ini meliputi:

1. Penelitian ini menggunakan metode *hand lay-up* pada temperatur ruangan.
2. Tumbuhan jelatang yang digunakan berada disekitar kebun di daerah bedugul, umur pohon jelatang yang digunakan berumur ± 1 tahun ,

dengan panjang batang pohon jelatang yang digunakan berukuran minimal 500 mm.

3. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kekuatan *impact*
4. Orientasi serat yang digunakan adalah serat jelatang yang disusun secara acak

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Komposit

Komposit ialah material yang terdiri dari dua atau lebih komponen penyusun dimana memiliki karakteristik berbeda yang digabungkan menjadi satu material dengan ikatan mekanis dan kimia yang bertujuan untuk menciptakan material baru, dimana memiliki karakteristik material lebih baik dari material penyusunnya .

### 2.2 Serat Alam

Serat alam ialah serat yang berasal dari alam. Tanaman jelatang (*Urtica dioica L.*) tanaman yang biasanya tumbuh di daerah dingin, seperti di Bali jelatang banyak tumbuh di daerah tabanan, bedugul dan sekitarnya. Tanaman jelatang memiliki serat pada bagian kulit batangnya. Ekstraksi serat dari kulit batang menggunakan metode *water retting*

#### .Silane

Perlakuan kimia terhadap serat alam dilakukan dengan merendam ke dalam larutan silikon (Si) dinamakan perlakuan silane [1] Perlakuan silane dilakukan dengan mencampur silane agent dengan larutan *ethanol/aquades*. *Silane coupling agent* memiliki kelompok hidroksi yang dapat tertarik ke dalam kelompok hidroksi pada permukaan serat alam, sehingga *silane* dapat berkontak dengan resin matriks dan menyebabkan kelompok *organo-functional* bereaksi dengan resin matriks dan membentuk ikatan yang kuat [2].

### 2.3 Pengujian Impact

Beban dari pengujian *impact* didapatkan dari benturan dari pendulum yang dilepaskan dari posisi *h*. Energi yang diserap dapat dihitung dari perbedaan potensial sebagai tolak ukur dari energi *impact*. Energi yang diserap dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned} E &= E_{awal} - E_{akhir} \\ E &= mgh - mgh' \\ E &= mg(l \cos \alpha) - mg(l \cos \beta) \\ E &= mgl (\cos \alpha - \cos \beta) \end{aligned} \quad (1)$$

Dimana ,

- $E$  = Energi Total (Nm)
- $m$  = Massa Pendulum (Kg)
- $g$  = Gravitasi ( $m/s^2$ )
- $l$  = Panjang lengan (m)
- $\alpha$  = Sudut awal pendulum
- $\beta$  = Sudut akhir pendulum setelah mematahkan spesimen

Jika luas penampang dari benda uji adalah  $A$  ( $mm^2$ ) pada daerah takik sebelum patah maka dapat dihitung kekuatan *impact* dari material :

$$I_s = \frac{E}{A} = \frac{W.l (\cos \alpha - \cos \beta)}{A} \quad (2)$$

## 3. Metode Penelitian

### 3.1 Bahan

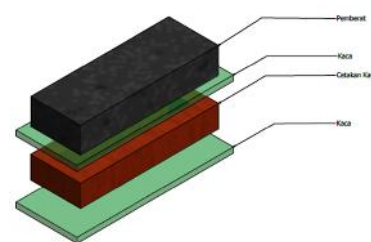
1. Menggunakan matrix resin epoxy.
2. Bahan penguat yang dipergunakan adalah serat tumbuhan jelatang (*urtica dioica L*) yang sudah kering dan telah diberi perlakuan pada zat kimia Silane 3%, 6%, dan 9% .penguat disusun secara acak dengan fraksi berat serat yang telah ditentukan.
3. Larutan *Vinyl Trimethoxysilane*.
4. Gliserin untuk melapisi cetakan agar material komposit yang dihasilkan tidak menempel pada cetakan.

### 3.2 Alat Penelitian

Mesin uji *impact*, cetakan komposit terbuat dari kayu berbentuk segi empat ukuran sesuai dengan astm d 256 – 04, gelas ukur, jangka sorong, pemberat, timbangan digital, alat foto sem

### 3.3 Alat Cetak Komposit

Alat cetak komposit ini terdiri dari kayu yang dibuat sesuai ukuran ASTM D 256 – 04, yang berlandaskan dan penutup kaca yang berfungsi agar hasil cetakan komposit pada saat selesai dicetak mendapatkan hasil yang rata dan pada saat pencetakan tidak keluar dari cetakan. Selanjutnya diberikan pemberat kembali diatasnya agar komposit pada saat dicetak lebih padat dan tidak berserakan.



Gambar 1 Skema Cetakan Komposit



Gambar 2 Spesimen Uji Komposit

Gambar 1 adalah skema dari cetakan komposit yang digunakan. Dasar dan permukaan cetakan berisi kaca sebagai penutup cetakan dan sebagai tumpuan beban pemberat nantinya. Gambar 2 spesimen komposit yang siap untuk diuji.

### 3.4 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah dalam pembuatan komposit adalah sebagai berikut:

1. Alat dan bahan dipersiapkan.
2. Serat ditimbang sesuai fraksi berat yang ditentukan.
3. Siapkan cetakan dan dibersihkan terlebih dahulu dengan kuas.
4. Oles gliserin secara tipis dan merata pada bagian dalam cetakan komposit.
5. Resin dan *hardener* dicampur sesuai perhitungan kedalam gelas, aduk sampai tercampur dengan baik.
6. Serat jelatang yang telah diberi perlakuan *silane* serta ditimbang sesuai dengan fraksi berat dimasukkan kedalam campuran resin.
7. Tuang campuran resin dan serat kedalam cetakan dengan menggunakan orientasi serat acak.
8. Tutup cetakan dengan kaca, kemudian ditekan/press dengan pemberat. Hal ini dilakukan dengan harapan void dalam adonan dapat dikurangi.
9. Tunggu 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 atau mengeras, komposit dikeluarkan dari cetakan, amati hasil komposit secara manual apakah ada void yang mengumpul.
12. Setelah semua spesimen selesai dibuat, beri code spesimen
13. Pembuatan takik pada spesimen.
14. Spesimen siap untuk diuji.

### 3.5 Pengamatan Spesimen Uji

Komposit dinyatakan homogen dan berhasil jika tidak terdapat cacat atau void yang mengumpul pada suatu tempat.

Cacat yang lain juga perlu diamati seperti retak, patah, dan yang lainnya yang sangat mempengaruhi spesimen uji. Sampel spesimen uji :

1. Komposit dicetak sesuai standar ASTM D 256-04 untuk pengujian Kekuatan *impact*.
2. Jumlah spesimen untuk pengujian kekuatan *impact* adalah 36 sampel dari setiap variasi fraksi berat serat dengan perlakuan dan tanpa perlakuan *silane*.
3. Permukaan spesimen uji harus rata

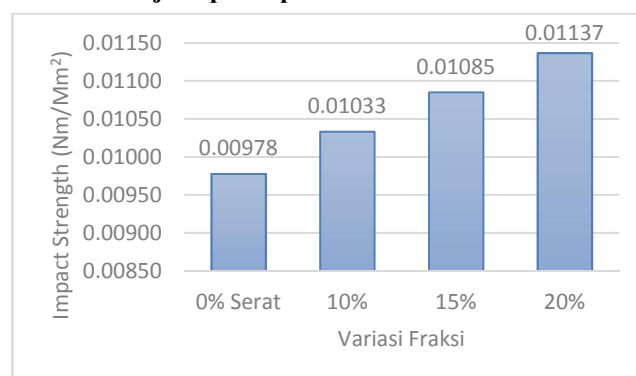
## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Data Spesifikasi

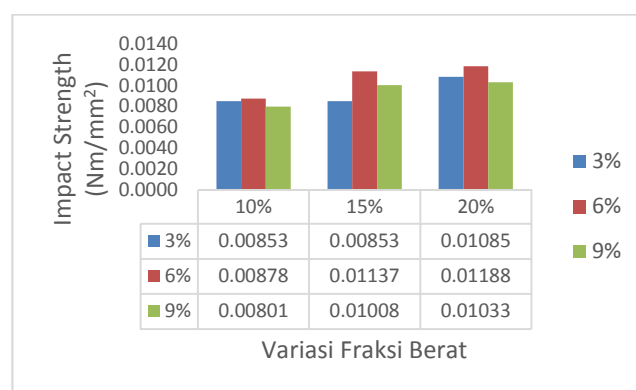
Pengukuran kekuatan *impact* oleh material komposit dilakukan dengan mengacu pada dimensi dari standar ASTM D256 – 04. Ukuran spesimen

63,5 mm x 12,7 mm x 12,7 mm, dengan menggunakan metode *charpy* untuk pengujian kekuatan *impact*.

### 4.2 Hasil Uji Impact Spesimen



Gambar 3 Grafik Data Kekuatan Impact Berdasarkan Variasi Fraksi Berat Serat Jelatang

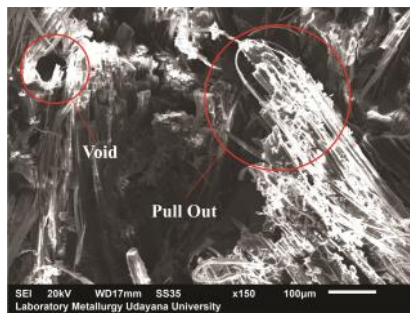


Gambar 4 Grafik Data Kekuatan Impact Spesimen Dengan Perlakuan Silane

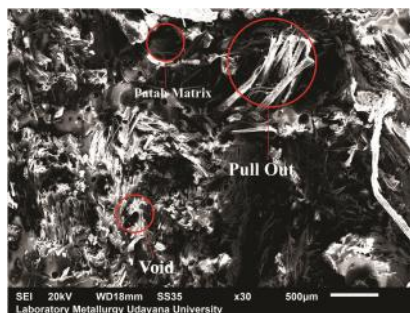
Gambar 3 menunjukkan grafik kekuatan *impact* spesimen berdasarkan fraksi berat serat jelatang, dimana kekuatan *impact* pada spesimen terjadi peningkatan berbanding lurus dengan peningkatan fraksi berat. Kekuatan tertinggi pada spesimen dengan fraksi berat 20% dengan nilai kekuatan 0.01137 Nm/mm<sup>2</sup>, dan kekuatan terendah pada spesimen resin epoxy dengan nilai kekuatan 0.0097 Nm/mm<sup>2</sup>.

Gambar 4 menunjukkan grafik kekuatan *impact* berdasarkan variasi fraksi berat dan variasi konsentrasi silane. Kekuatan *impact* berdasarkan variasi perlakuan silane 3%, 6%, dan 9%, terjadi peningkatan kekuatan pada konsentrasi larutan *silane* 6% dan menurun pada konsentrasi 9%. Nilai kekuatan *impact* tertinggi pada spesimen yang telah diberi perlakuan *silane* yaitu pada spesimen komposit dengan fraksi berat 20% dengan perlakuan konsentrasi larutan silane 6% dengan nilai kekuatan *impact* 0.01188 Nm/mm<sup>2</sup>. Nilai kekuatan *impact* terendah pada spesimen komposit dengan fraksi berat 10% dengan perlakuan konsentrasi larutan silane 9% dengan nilai kekuatan *impact* 0.00801 Nm/mm<sup>2</sup>.

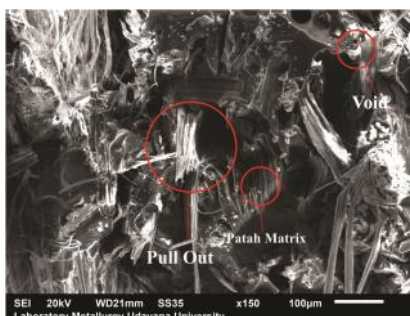
### 4.3 Hasil Foto SEM



Gambar 5 Foto SEM Spesimen Dengan Fraksi Berat 20% Tanpa Perlakuan Silane Dengan Perbesaran x150



Gambar 6 Foto SEM Spesimen Dengan Fraksi Berat 20% Dengan Perlakuan 6% Silane Dengan Perbesaran x30



Gambar 7 Foto SEM Spesimen Dengan Fraksi Berat 20% Dengan Perlakuan 9% Silane Dengan Perbesaran x150

Pada foto SEM spesimen dengan fraksi berat 20% dengan tanpa perlakuan silane pada perbesaran x150, terlihat terdapat serat pullout dan void pada spesimen.

Pada foto SEM spesimen dengan fraksi berat 20% dengan perlakuan 6% silane dengan perbesaran x150. Berdasarkan data hasil pengujian spesimen ini memiliki rata – rata nilai kekuatan *impact* tertinggi dari spesimen lainnya. Kekuatan *impact* meningkat pada perlakuan 6% *silane*. Foto SEM yang diambil terdapat serat pullout dan juga void yang lebih sedikit dibanding yang lainnya, Terlihat juga dari seratnya yang terlihat lebih kasar dibandingkan dengan spesimen sebelumnya, serat kasar ini memperkuat ikatan antara serat dan matrix yang membuat spesimen ini lebih kuat dari yang lainnya.

Gambar 7 menunjukkan foto SEM spesimen dengan fraksi berat 20% dengan perlakuan 9% silane dengan perbesaran x150. Berdasarkan data hasil pengujian spesimen ini mengalami penurunan

kekuatan. Terlihat pada gambar terdapat serat pullout dan serat patah karena serat pada konsentrasi 9% ini lebih tipis akibat rendaman larutan yang tinggi. Hal yang terjadi yaitu ketika meningkatnya larutan *silane coupling agent* maka berat jenis komposit semakin kecil. Hal ini terjadi karena berat jenis *silane coupling agent* lebih rendah dari berat jenis resin dan serat[3]. Faktor serat yang tipis dan rapuh ini adalah salah satu penyebab spesimen ini memiliki nilai kekuatan *impact* terendah.

### 5. Kesimpulan

Maka kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian diatas adalah:

1. Kekuatan *impact* dari material epoxy berpenguat serat jelatang dengan fraksi berat 10%, 15%, 20% mengalami peningkatan kekuatan *impact* berbanding lurus dengan peningkatan fraksi berat serat. Perlakuan 6% *silane* pada serat mampu meningkatkan ikatan antara matrix dan serat sehingga kekuatan *impact* meningkat.
2. Kekuatan *impact* dari material epoxy berpenguat serat jelatang dengan perlakuan perendaman *silane* dengan komposisi 3%, 6%, 9% mengalami peningkatan kekuatan pada larutan 6% dari konsentrasi larutan 3% dan mengalami penurunan kekuatan pada konsentrasi 9%.

### Daftar Pustaka

- [1] S. Darmanto, 2011, *Peningkatan Kekuatan Serat Serabut Kelapa Dengan Perlakuan Silane*, Mekanika, vol. 11, no. 1, pp. 11-17
- [2] D. A. Nugroho, 2012, *Pengaruh Kadar Silane Sebagai Coupling Agent Terhadap Kekuatan Tarik Perlekatan Pasak Frc E-Glass Prefabricated Dengan Semen Ionomer Kaca Tipe 1 Sebagai Luting Cement*.
- [3] D. Prasetyo, 2013, *Pengaruh penambahan coupling agent terhadap kekuatan mekanik komposit polyester-cantula dengan anyaman serat 3D angle interlock*, Mekanika, vol. 12, no. 1, pp. 44–52.
- [4] ASTM D 256 – 04., 2004. *Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics*, ASTM International, United States.

	<p><b>Linggih Sulenggar Putra</b> menyelesaikan studi S1 di Universitas Udayana pada Program Studi Teknik Mesin, pada tahun 2020.</p>
<p>Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik yang berkaitan dengan rekayasa manufaktur</p>	