

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Menurut penelitian Hartanto (2009), serat rami direndam pada NaOH 5% selama 2 jam, 4 jam, 6 jam dan 8 jam. Hasil pengujian didapat pengaruh alkali 2, 4, 6, dan 8 jam pada fraksi volume 20%, 30%, 40%, 50%, dengan variasi tebal 1 mm hingga 5 mm. Pada pengujian bending optimal rata-rata pada vf 40% dengan ketebalan 3 mm dan paling optimal pada alkali 2 jam, Pada uji tarik optimal pada vf 50% ketebalan 5 mm dan paling optimal pada alkali 2 jam, sehingga dapat disimpulkan bahwa saat alkalisasi serat rami paling optimal yaitu pada waktu 2 jam.

Menurut penelitian Yudhanto F., dkk (2016), pada produk komposit *hybrid* dengan metode *press mold* dengan menggunakan dua jenis serat yaitu anyaman serat gelas (woven glass fiber atau fabric) dan anyaman serat sisal *hybrid* kemudian dibuat dengan komposisi 3 lapisan material penguat (3-layer reinforcement). Dengan Variasi yang dilakukan 4 (empat) jenis dengan kode variasi seras sisal (S) dan *Glass Fiber* (FG). Variasi pertama yaitu 3 layer semua serat sisal (S-S-S), variasi kedua (FG-S-FG), variasi ketiga (S-FG-S) dan yang keempat semua serat glass (FG-FG-FG) kemudian dilakukan uji tarik dengan hasil komposit *hybrid* terbaik ada di *hybrid* 1 (FG-S-FG) sebesar 117 MPa, sedangkan pada *hybrid* 2 (S-FG-S) diperoleh 68 Mpa, dan yang paling rendah ada pada variasi 3 layer *fabric* sisal sebesar 48 Mpa.

Menurut penelitian Leiwakabessy Y., dkk (2013), tentang komposit *hybrid polyester* yang diperkuat serat sabut kelapa dan serat ampas empulur sagu dengan Variabel bebas dalam penelitian ini adalah kombinasi serat *hybrid* serat sabut kelapa (SSK) : Serat ampas empulur sagu (SES), dengan variasi variasi SSK 10% : SES 40%, SSK 20% : SES 30%, SSK 30% : SES 20%, SSK 40% : SES 10%. Nilai kekuatan bending komposit hybrid tertinggi ada pada fraksi volume SSK 30% : SES 20% serat sebesar 97.354 MPa, dan kekuatan bending terendah pada fraksi volume serat SSK 10% : SES 40% sebesar 73.701 MPa, Sedangkan harga tertinggi kekuatan bending terdapat pada fraksi volume 40% serat sabut kelapa dengan nilai kekuatan bending sebesar 90.709 Mpa, dan kekuatan bending terendah terdapat pada fraksi volume serat 10% sebesar 66.520 MPa, Sedangkan pada komposit serat ampas empulur sagu kekuatan bending tertinggi ada pada fraksi volume 40% serat sebesar 68.031 MPa, dan terendah ada pada fraksi volume serat 10% sebesar 47.748 MPa.

Menurut penelitian Sari N.H., dkk (2011) pada pembuatan komposit *hybrid* yang dilakukan dengan cara hand lay up dimana panjang serat batang kelapa/serat gelas 2 cm, dengan arah serat random. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian bending dan dilakukan pengulangan tiga kali. Penelitian ini menggunakan hybrid serat batang kelapa/fiber glass dengan variasi fraksi volume serat batang kelapa/fiber glass 10:20, 15:15 dan 20:10 (%). Spesimen pengujian bending sesuai dengan standar ASTM D 790. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan bending tertinggi komposit hybrid serat batang kelapa/serat gelas pada fraksi

volume serat batang kelapa/fiber glass 10:20 % yaitu 22,7 N/mm<sup>2</sup>, kemudian berturut-turut 15:15 dan 20:10 yaitu 19,6 N/mm<sup>2</sup> dan 17,37 N/mm<sup>2</sup>.

## 2.2. Dasar Teori

### 2.2.1. Komposit

Komposit merupakan material yang terbentuk dari dua atau lebih material yang digabungkan atau dikombinasikan sehingga menjadi material baru dan menghasilkan sifat yang baru. Komposit memiliki sifat yang lebih baik dari logam, salah satunya adalah kekakuan jenis (*modulus Young*) dan kekuatan jenisnya lebih tinggi dari logam. Komposit dibentuk dari dua jenis material yang berbeda, yaitu:

#### 1. Matrik

Matriks berfungsi untuk perekat atau pengikat dan pelindung filler (pengisi) dari kerusakan eksternal. Matrik memegang peran penting sebagai pengikat serat, transfer beban dan pendukung serat. Pada komposit serat (*Fibrous Composites*) matriks yang digunakan adalah resin (plastik yang berfasa cair). Bahan matrik yang sering digunakan dalam komposit adalah polimer. Polimer merupakan molekul besar yang terbentuk dari satuan-satuan sederhana (Putra, F. G., 2016).

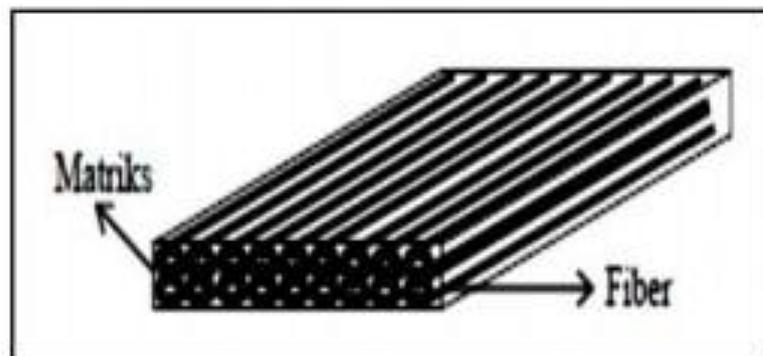
#### 2. Penguat (*reinforcement*)

Penguat (*reinforcement*) berfungsi sebagai penguat dari matriks. Penguat yang umum digunakan yaitu berupa fiber, carbon, *glass*. *Reinforcemen* inilah yang menentukan karakteristik suatu bahan seperti kekuatan, keuletan, kekakuan dan sifat mekanik yang lain.

Berdasarkan bentuk komponen strukturnya, bentuk-bentuk komponen utama yang digunakan dalam material komposit dapat dibagi atas tiga kelas yaitu :

a. *Fibrous Composite Material* (komposit serat)

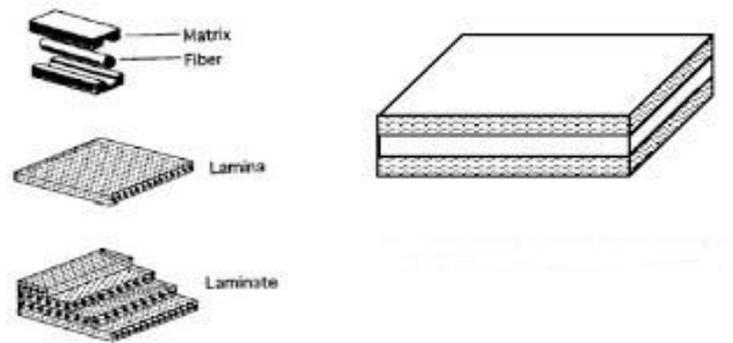
Komposit serat merupakan komposit yang terdiri dari serat di dalam matrik yang saling berhubungan. Klasifikasi serat dibagi menjadi 2, antara lain : serat alam (serat pisang, sabut, rami, atau hemp, kenaf, flax, jute, dsb) dan serat kimia atau serat buatan (serat karbon, gelas, rayon, nilon, dsb). Komposit serat dapat dibedakan berdasarkan jenis dan penempatan seratnya, yaitu *continuous Fiber Composite* (komposit serat searah), *woven fiber composite* (komposit serat anyam), *chopped fiber composite* (komposit serat acak), dan *hybrid fiber composite* (komposit gabungan beberapa jenis serat).



Gambar 2.1 Komposit Serat (Putra, F.G., 2016 )

b. *Laminate Composites* (komposit lapis)

*Laminate Composites* (komposit lapis) merupakan komposit yang terdiri dari bermacam-macam lapisan material dalam satu matrik (Putra, F.G., 2016).



Gambar 2.2 Komposit Lapis (Putra, F.G., 2016 )

c. *Particulate Composites* ( Komposit Partikel )

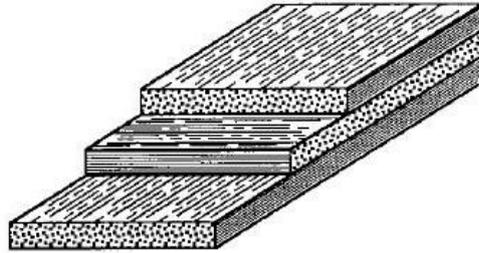
Merupakan komposit yang menggunakan partikel/serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya.

Untuk memperoleh komposit yang kuat harus dapat menempatkan serat dengan benar. Berdasarkan penempatannya terdapat beberapa tipe serat pada komposit yaitu:

1. *Continuous Fiber Composite*

*Continuous fiber composite* mempunyai serat panjang dan lurus, membentuk lamina di antara matriksnya. Jenis komposit ini paling sering digunakan. Tipe ini mempunyai kelemahan pada pemisahan antar lapisan. Hal ini dikarenakan kekuatan antar lapisan dipengaruhi oleh matriksnya.

Continuous Fibers

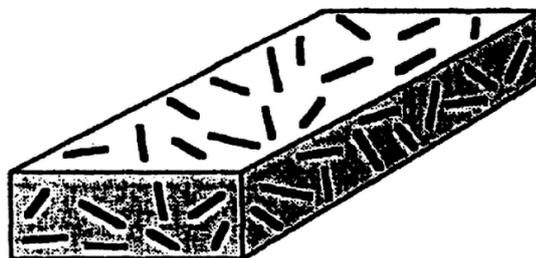
Gambar 2.3. *Continuous Fiber Composite*( Sumber : [engineeringcorner.blogspot.co.id](http://engineeringcorner.blogspot.co.id) )

## 2. *Woven Fiber Composite (bi-directional)*

Komposit ini tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya juga mengikat serat antar lapisan. Akan tetapi susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan akan melemah.

## 3. *Discontinuous Fiber Composite*

*Discontinuous Fiber Composite* adalah tipe komposit dengan serat pendek dan posisi distribusi dalam matrik acak.

Gambar 2.4. Tipe *Discontinuous fiber*( Sumber : [engineeringcorner.blogspot.co.id](http://engineeringcorner.blogspot.co.id) )

#### 4. *Hybrid Fiber Composite*

*Hybrid Fiber Composite* merupakan gabungan dari beberapa lapisan serat yang disusun dengan jumlah dan urutan tertentu dalam satu matrik. Tipe ini digunakan supaya dapat mengganti kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihan keduanya.

##### **2.2.2. Matrik / Resin**

Matrik yang digunakan dalam komposit dapat berasal dari bahan polimer, maupun keramik. Syarat pokok matrik yang digunakan dalam komposit yaitu matrik harus bisa meneruskan beban, sehingga serat harus bisa melekat pada matrik dan mengikat kuat antara serat dan matrik (Hartanto, L., 2009).

Matrik yang digunakan dalam komposit adalah harus mampu meneruskan beban sehingga serat harus bisa melekat pada matrik dan kompatibel antara serat dan matrik artinya tidak ada reaksi yang mengganggu (Hartanto, L., 2009). Pada penelitian ini matrik yang digunakan adalah polimer termoset dengan jenis resin *polyester*.

Matriks *polyester* paling banyak digunakan terutama untuk aplikasi konstruksi ringan, selain itu harganya murah, resin ini mempunyai karakteristik yang khas yaitu dapat diwarnai, transparan, dapat dibuat kaku dan fleksibel, tahan air, tahan cuaca dan bahan kimia. Keuntungan lain matriks *polyester* adalah mudah

dikombinasikan dengan serat dan dapat digunakan untuk semua bentuk penguatan plastik.



Gambar 2.5 Resin dan katalis

### 2.2.3. *Fiberglass* / Serat Gelas

*Fiberglass* merupakan serat tipis berasal dari kaca cair yang ditarik dengan garis tengah sekitar 0,005 mm – 0,001 mm. Biasanya serat ini akan digunakan dalam pembuatan komposit yang biasa disebut komposit serat. Serat ini lah yang akan diresapi oleh resin sehingga menjadi bahan baru yang kuat, menghasilkan sifat yang baru dan juga berbeda.

Komposisi kimia serat gelas sebagian besar adalah  $\text{SiO}_2$  dan sisanya adalah oksida aluminium (Al), kalsium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na), dan unsur-unsur lainnya. Kelebihan dari komposit dengan *fiberglass* yaitu biaya cenderung lebih murah, tahan korosi, mudah untuk dibuat dan bahan mudah didapat. *Fiberglass* dapat dibedakan menjadi beberapa macam berdasarkan jenisnya, antara lain :

a. Serat *C-Glass*

Serat *C-Glass* merupakan jenis serat yang memiliki kelebihan antara lain daya serap resin yang tinggi, ketahanan korosi yang tinggi, dan harganya tergolong murah.

b. Serat *E-Glass*

Serat *E-Glass* adalah jenis serat yang mempunyai kemampuan bentuk yang baik, serta mempunyai serapan resin dan transparansi yang baik.

c. Serat *S-Glass*

Serat *S-Glass* adalah jenis serat yang mempunyai kekakuan yang tinggi, tidak mudah terbakar, dan densitas relatif rendah, namun harga lebih mahal dari pada *E-Glass*. Berikut ini adalah sifat lainya dari berbagai jenis serat *glass* di atas :

Tabel 2.1. Sifat-sifat serat *glass*

No	Jenis Serat		
	Serat <i>C-Glass</i>	Serat <i>E-Glass</i>	Serat <i>S-Glass</i>
1	Tahan terhadap korosi	Isolator listrik yang baik	Modulus lebih tinggi
2	Kekuatan lebih rendah dari <i>E-glass</i>	kekakuan tinggi	Lebih tahan terhadap suhu tinggi
3	Harga lebih mahal dari <i>E-glass</i>	Kekuatan tinggi	Harga lebih mahal dari <i>E-glass</i>

### 1. Serat Gelas Acak

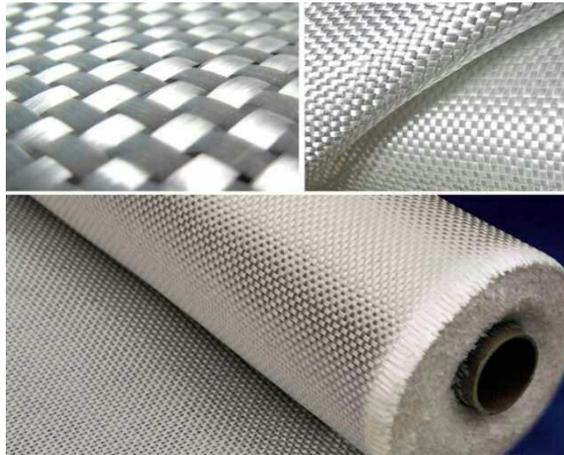
Berupa lembaran serat gelas yang tersusun secara acak. Adapun gambar serat gelas acak dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Serat gelas acak

### 2. Serat Gelas Anyam

Berupa serat gelas panjang yang dianyam dengan posisi tegak lurus. Adapun gambar serat gelas anyam dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Serat gelas anyam

( sumber : alibaba.com )

### 3. Serat Gelas Longitudinal

Serat gelas yang tersusun secara lurus dan searah, baik vertikal maupun horisontal.

#### 2.2.4. Serat Alam

Serat alam merupakan serat yang berasal dari tumbuhan ataupun hewan yang bersulur-sulur seperti benang (Yudhanto, F., dkk. 2016). Serat alam merupakan kandidat sebagai bahan penguat untuk dapat menghasilkan bahan komposit yang ringan, kuat, ramah lingkungan serta ekonomis. Serat dari tumbuhan antara lain kapas (*cotton*), pelepah pisang, sabut kelapa, dan rami. Sedangkan serat dari hewan misalnya wool, sutra, dan bulu unggas. Untuk mendapatkan bentuk serat, diperlukan beberapa tahap pemrosesan tergantung pada karakter bahan dasarnya.

Dalam penelitian ini serat alam yang digunakan yaitu serat rami dari tanaman rami. Tanaman rami (*Boehmeria nivea*) merupakan salah satu tanaman yang menghasilkan serat dari kulit kayunya. Serat ini biasa digunakan untuk membuat benang dan menjadi kain yang dikombinasi dengan serat kapas maupun serat sintetis.



Gambar 2.8. Serat rami

### **2.2.5. Pengaruh Alkali ( NaOH)**

Alkalisasi pada serat alam adalah metode yang digunakan untuk menghasilkan serat berkualitas tinggi. 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 (Maryanti, B., dkk. 2011).

Basa alkali yang biasa digunakan yaitu NaOH. NaOH merupakan larutan basa yang tergolong mudah larut dalam air dan termasuk basa kuat yang dapat terionisasi dengan sempurna. Larutan basa memiliki rasa pahit, dan jika mengenai tangan terasa licin (seperti sabun). Sifat licin terhadap kulit itu disebut sifat kaustik basa. Salah satu indikator yang digunakan untuk menunjukkan kebasaaan adalah lakmus merah. Bila lakmus merah dimasukkan ke dalam larutan basa maka berubah menjadi biru (Hartanto. L., 2009).

### **2.2.6. Press Mold**

*Press mold* merupakan metode pembuatan material komposit dengan cara ditekan atau *dipress* dengan beban tertentu dan biasanya menggunakan *hydraulic* sebagai penekannya. *Fiber* yang telah dicampur dengan resin dimasukkan ke dalam rongga cetakan, kemudian dilakukan penekanan. Keuntungan dari metode ini yaitu dapat meminimalisir adanya *void* pada komposit, resin dapat merata dengan baik dan ikatan resin dengan serat akan baik.

### 2.2.7. Moisture Content (MC)

*Moisture content* (MC) merupakan kandungan air serat optimal dan dinyatakan dalam persen (%). Dengan rumus sebagai berikut :

$$MC = \frac{M_a - M_b}{M_a} \times 100 \% \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

MC = Moisture content (%)

$M_a$  = Berat serat sebelum kering (gr)

$M_b$  = Berat serat setelah kering

### 2.2.8. Pengujian Kekuatan Tarik

Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui nilai kekuatan tarik (*tensile strength*), regangan patah (*strain-to-failure*), dan modulus elastis (*elastic modulus*). Pembebanan tarik dilakukan dengan memberikan beban secara perlahan sampai material komposit putus.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kekuatan tarik komposit antara lain : (Surdia, 1995).

#### a. Temperatur

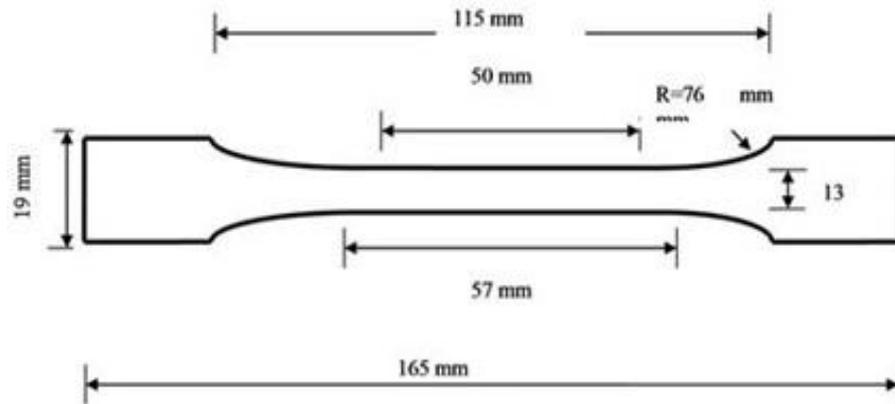
Apabila temperatur naik, maka kekuatan tariknya akan turun

#### b. Kelembaban

Pengaruh kelembaban ini akan mengakibatkan bertambahnya absorpsi air, akibatnya akan menaikkan regangan patah, sedangkan tegangan patah dan modulus elastisitasnya menurun.

#### c. Laju Tegangan

Apabila laju tegangan kecil, maka perpanjangan bertambah dan mengakibatkan kurva tegangan-regangan menjadi landai, modulus elastisitasnya rendah. Sedangkan kalau laju tegangan tinggi, maka beban patah dan modulus elastisitasnya meningkat tetapi regangannya mengecil.



Gambar 2.9. Standart uji tarik ASTM D638-02 (Yudhanto F., dkk, 2016 )

Persamaan yang linier hubungan antara tegangan dan regangan dapat digambarkan seperti rumus di bawah ini (Yudhanto F., dkk, 2016) :

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

$\sigma$  = Kekuatan tarik (MPa)

$E$  = Modulus elastisitas (Gpa)

$\varepsilon$  = Regangan (%)

Tegangan dapat diartikan sebagai perbandingan antara gaya dibagi dengan luas penampang mula atau awal :

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

$\sigma$  = Kekuatan tarik (MPa)

F = Gaya (N)

$A_0$  = Luas permukaan awal ( $\text{mm}^2$ )

Regangan dapat diartikan nilai selisih panjang akhir dengan panjang mula dibagi dengan panjang semula dikalikan dengan prosentasi :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

$\varepsilon$  = Regangan (%)

$\Delta L$  = Selisih panjang akhir dan mula (mm)

$L_0$  = Panjang Awal (mm)

Modulus elastisitas adalah nilai atau angka yang digunakan untuk mengukur ketahanan bahan atau objek atau spesimen untuk mengalami deformasi elastis ketika gaya diterapkan pada benda itu , dengan cara membandingkan nilai tegangan dengan regangan ;

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

$\sigma$  = Kekuatan tarik (MPa)

E = Modulus elastisitas (Gpa)

$\varepsilon$  = Regangan (%)

### **2.2.9. Perpatahan**

Patah dapat didefinisikan sebagai pemisahan sebuah bahan menjadi dua atau lebih potongan akibat dari tegangan statis yang bekerja. Ada dua patahan yang biasa terjadi pada bahan teknik yaitu patah liat (*ductile fracture*) dan patah getas (*brittle fracture*).

Bahan liat (*ductile*) memperlihatkan deformasi plastik dengan menyerap energi yang besar sebelum patah. Sebaliknya, patah getas hanya memperlihatkan deformasi plastik yang kecil atau bahkan tidak ada. Setiap proses perpatahan meliputi dua tahap yaitu pembentukan dan perambatan sebagai respon terhadap tegangan yang diterapkan. (Hartanto, L., 2009).