

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Tinjauan pustaka**

Sejauh pengamatan peneliti tentang *Pengaruh perlakuan alkali (NaOH) dan temperatur terhadap kekuatan tarik serat sisal untuk bahan komposit* belum ada, akan tetapi ada beberapa peneliti yang telah mengkaji atau meneliti beberapa permasalahan tentang pengaruh perlakuan alkali ( NaOH) terhadap sifat mekanik serat antara lain :

Witono, dkk (2013) "*Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) Terhadap Morfologi dan Kekuatan Tarik Serat Mendong*" dalam penelitian ini disebutkan bahwa Kekuatan tarik tertinggi serat mendong yang telah mengalami perlakuan alkali didapat pada kadar NaOH 5% v/v dan lama perendaman 2 jam, sebesar 497,34 Mpa.

Diharjo K (2006) "*Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Polyester*" dalam penelitian ini disebutkan bahwa serat rami yang akan dipakai di dalam larutan alkali (5% NaOH) selama kurun waktu tertentu selanjutnya serat akan dicuci dan dikeringkan secara alami. Matrik yang digunakan adalah unsaturated polyester 157 BQTN dengan hardener MEKPO 1 %. Kompositi dibuat dengan metode cetak tekan dan hasilnya kekuatan dan regangan tarik komposit memiliki harga optimum untuk perlakuan serat 2 jam. Yaitu 190.27 Mpa dan 0.44 %.

Salim R ( 2016 ) “*Studi pengaruh perlakuan alkali dan panas terhadap sifat mekanik serat kenaf untuk bahan komposit* “ dalam penelitian ini disebutkan bahwa Serat kenaf dengan perlakuan alkali-panas mempunyai sifat mekanis paling baik memperlihatkan harga kekuatan tarik sebesar 23,49 MPa, disusul dengan perlakuan alkali dengan kekuatan tarik sebesar 22,35 MPa, kemudian perlakuan panas kekuatan tarik yang dihasilkan sebesar 21,25 MPa, serta kekuatan tarik paling rendah pada serat tanpa perlakuan sebesar 19,49 MPa.

Pramono, dkk ( 2012 ) ”*Pengaruh perlakuan alkali kadar 5% dengan lama perendaman 0 jam, 2 jam, 4 jam, 6 jam terhadap sifat tarik serat pelepah pisang kepok*” dalam penelitian ini disebutkan bahwa Kekuatan tarik serat pelepah pisang kepok (musaceae) dengan perlakuan alkali kadar 5% variasi perendaman 0 jam, 2 jam, 4 jam, 6 jam yaitu menunjukkan kekuatan tarik optimum dicapai pada serat yang mengalami perlakuan alkali 2 jam sebesar 35,404 MPa.

Parashar , dkk (2000) “*optimization of surface roughness using taguchi method in en milling of stell grade end19 with tin coated carbide tool*” , dalam penelitian ini disimpulkan dengan menggunakan softwere Taguchi berhasil mengoptimalkan factor kontrol proses pada milling, ditentukan bahwa kecepatan spindel 26,9 m/menit, 50 mm/menit dari laju umpan dan kedalaman 0,4 mm di potong dapat mencapai nilai minimum kekasaran permukaan.faktor utama yang berpengaruh terhadap kekasaran permukaan adalah kecepatan spindel hal ini dapat dilihat dari hasil Taguchi. Grafik SN ratio untuk menentukan faktor yang paling berpengaruh dalam menentukan kecepatan spindel.

## 2.2 Landasan teori

### 2.2.1 Komposit

Komposit berasal dari kata “*to compose*” yang berarti menyusun atau menggabung (Jones, 1975). Komposit secara sederhana berarti gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan. Komposit adalah Gabungan dari dua material atau lebih sehingga menghasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Komposit dibentuk dari dua jenis material yang berbeda yaitu:

- a. Penguat (*reinforcement*), yang mempunyai sifat kurang ductile tapi lebih kuat, dalam laporan ini penguat komposit yang digunakan yaitu dari serat alam sisal.
- b. Matriks, umumnya lebih ductile tetapi mempunyai kekuatan dan rigiditas yang lebih rendah.

Klasifikasi komposit antara lain :

- a. Komposit serat adalah komposit yang terdiri dari fiber dalam matrik. Secara alami serat yang panjang mempunyai kekuatan yang lebih dibanding serat yang berbentuk curah (*bulk*).
- b. Komposit partikel merupakan komposit yang menggunakan partikel serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriknya (Gibson, 1994).
- c. Komposit lapis merupakan jenis komposit terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri (Gibson, 1994)

Serat atau fiber dalam bahan komposit berperan sebagai bagian utama yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat tergantung dari kekuatan serat pembentuknya. Semakin kecil bahan (diameter serat mendekati ukuran Kristal) maka semakin kuat bahan tersebut, karena minimnya cacat pada material. Matrik biasanya bersifat lebih ulet, kurang keras, dan berkarakter kontinyu. Matrik sebagai pengikat serat dan menyalurkan beban pada serat. Serat ditambahkan ke matrik dalam bentuk tertentu. Secara garis besar terdapat tiga macam jenis komposit berdasarkan penguat yang digunakan, yaitu (Misriadi, 2010):

- *Fibrous Composites* (Komposit Serat)

Merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu lamina atau satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat (fiber). Serat yang digunakan seperti serat gelas, serat karbon dan sebagainya. Serat ini di susun acak maupun orientai tertentu dan juga bisa dibentuk acak.

- *Laminated Composites* (Komposit Laminat)

Merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisannya memiliki karakteristik sifat sendiri.

- *Particulate Composites* (Komposit Partikel)

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

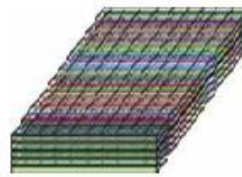
Kebutuhan akan penempatan serat dan arah serat yang berbeda menjadikan komposit diperkuat serat dibedakan lagi menjadi beberapa bagian diantaranya:

- 1) *Continous fiber composite* (komposit diperkuat dengan serat kontinu).



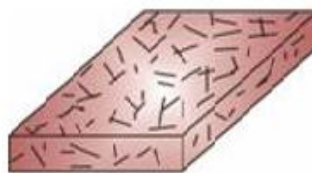
Gambar.2.1 *Continous fiber composite* ( Gibson,1994)

- 2) *Woven fiber composite* (komposit diperkuat dengan serat anyaman).



Gambar.2.2 *Woven fiber composite* ( Gibson, 1994)

- 3) *Chopped fiber composite* (komposit diperkuat serat pendek/acak)



Gambar.2.3 *Choped fiber composite* ( Gibson,1994 )

- 4) *Hybrid composite* (komposit diperkuat serat kontinyu dan serat acak).



Gambar.2.4 *Hybrid composite* (Gibson, 1994)

Faktor kekuatan komposit ditentukan oleh beberapa faktor antara lain adalah :

a. Faktor Serat

Serat adalah bahan pengisi matrik yang digunakan untuk dapat memperbaiki sifat dan struktur matrik yang tidak dimilikinya, juga diharapkan mampu menjadi bahan penguat matrik pada komposit untuk menahan gaya yang terjadi.

b. Letak Serat

Dalam pembuatan komposit tata letak dan arah serat dalam matrik yang akan menentukan kekuatan mekanik komposit, dimana letak dan arah dapat mempengaruhi kinerja komposit tersebut. Menurut tata letak dan arah serat diklasifikasikan menjadi 3 bagian yaitu :

1. Orientasi arah serat searah
2. Orientasi arah serat berlawanan arah
3. Orientasi arah serat acak

c. Panjang Serat

Panjang serat dalam pembuatan komposit serat sangat berpengaruh terhadap kekuatan. Serat panjang lebih kuat dibandingkan serat pendek. Serat alami jika dibandingkan dengan serat sintesis mempunyai panjang dan diameter yang tidak sama pada setiap jenisnya. Oleh karena itu panjang dan diameter sangat berpengaruh pada kekuatan maupun modulus komposit. (Schwartz,1984 )

#### d. Bentuk Serat atau Geometri Serat

Bentuk serat yang digunakan untuk pembuatan komposit tidak begitu mempengaruhi, yang mempengaruhi adalah diameter seratnya. Pada umumnya, semakin kecil diameter serat akan menghasilkan kekuatan komposit yang lebih tinggi. Selain bentuknya kandungan serat juga mempengaruhi. (Schwartz,1984 )

#### e. Fraksi Volume Serat

Jumlah kandungan serat dalam komposit atau disebut fraksi volume serat merupakan hal yang menjadi perhatian khusus pada komposit penguatan serat. Fraksi serat sangat menentukan terhadap karakteristik komposit yang dibuat.

#### f. Faktor Matriks

Matriks dalam komposit berfungsi sebagai bahan mengikat serat menjadi sebuah unit struktur, melindungi dari perusakan eksternal, meneruskan atau memindahkan beban eksternal pada bidang geser antara serat dan matrik, sehingga matrik dan serat saling berhubungan.

#### g. Faktor Ikatan Fiber-Matriks (Adhesion Bonding)

Komposit serat yang baik harus mampu untuk menyerap matrik yang memudahkan terjadi antara dua fase. Selain itu komposit serat juga harus mempunyai kemampuan untuk menahan tegangan yang tinggi, karena serat dan matrik berinteraksi dan pada akhirnya terjadi pendistribusian tegangan.

Kemampuan ini harus dimiliki oleh matrik dan serat karena untuk kekuatan bahan.

#### h. Katalis (Hardener)

Perbandingan yang baik antara resin dan katalis ialah 1% atau 200 ml resin berbanding dengan 2 ml katalis, sehingga dengan perbandingan tersebut diperoleh campuran yang ideal .

### **2.3 Serat Agave Sisalana**

Agave merupakan herba perennial xerophilik yang kokoh dan kuat serta bersifat monokarpik. Tanaman xerophilik tergolong ke dalam tumbuhan CAM (carssulaceae acid metabolism). Tanaman seperti ini mampu beradaptasi terhadap kekeringan dengan transpirasi rendah dan tetap melakukan proses fotosintesis. Pada saat kelembapan rendah, stomata membuka pada malam hari dan menutup pada siang hari (Gardner et al. 1991). Setiap helai daun yang siap panen menghasilkan 3–6% serat berwarna putih. Serat diperoleh melalui proses mekanis yaitu dengan alat dekortikator.

Daun yang telah matang dimasukkan ke alat dekortikator untuk mendapatkan serat basah. Selanjutnya serat yang diperoleh dijemur terlebih dahulu sebelum diproses lebih lanjut. Serat yang dihasilkan mengandung 64–71%  $\alpha$ -selulosa, 7–17% lignin, 12% hemiselulosa dan 1-2% abu (Utomo et al. 2003) dengan karakter sifat mekanik dan fisiknya yaitu densitas sebesar 800–700 kg/m<sup>3</sup>, daya serap air 56%, kuat tarik (tensile strength) 268 MPa, elastisitas modulus 15 Gpa (Chandramohan dan Marimuthu 2011).





Gambar 2.5 Serat Agave sisalana ([www.barmaninred.com](http://www.barmaninred.com))

## 2.4 Pengujian Mekanik Material

### 2.4.1 Uji Tarik Serat

Kekuatan tarik adalah suatu uji yang diberikan kepada material yang mendapatkan beban tarik perlahan-lahan sampai material tersebut putus. Tujuan dilakukan uji tarik untuk mengetahui kekuatan material terhadap beban tarik. Kekuatan tarik adalah beban yang diberikan dibagi luas penampang.

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

$\sigma$  = Tegangan tarik (Mpa)

F = Beban (N)

A = Luas penampang (mm<sup>2</sup>)

Regangan adalah suatu beban yang diberikan kepada material dimana material akan mengalami perpanjangan ukuran. Regangan adalah pertambahan panjang dibagi dengan panjang mula-mula

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L-L_0}{L_0} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

$\varepsilon$  = Regangan (%)

$\Delta L$  = Pertambahan Panjang (mm)

$L_0$  = Panjang awal (mm)

$L$  = Panjang Setelah pengujian (mm)

Modulus elastisitas adalah kekuatan tarik dibagi regangan satuan pada modulus elastisitas adalah Giga pascal (GPa).

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

$E$  = Modulus elastisitas (GPa)

$\sigma$  = Tegangan tarik (MPa)

$\varepsilon$  = Regangan (%)

#### 2.4.2 Moisture content

Kandungan air serat optimal disebut moisture content (MC) dan dinyatakan dalam persen % dengan moisture content yang lebih sedikit dapat meningkatkan kekuatan tarik komposit dan menurunkan void dinyatakan dalam rumus sebagai berikut :

$$MC = \frac{Ma - Mb}{Ma} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

MC = moisture content serat, %

M a = berat awal serat sebelum kering tanur, gr

M b = berat serat setelah kering tanur, gr

### 2.4.3 Perpatahan (fracture)

Kegagalan terhadap suatu bahan teknik dalam manufaktur selalu tidak diinginkan terjadi karena beberapa hal seperti kerugian dibidang ekonomi akan kelayakan produk dan jasa serta kegagalan terhadap suatu bahan teknik mampu membahayakan hidup manusia. Meskipun penyebab kegagalan dan sifat bahan dapat diketahui, namun pencegahan terhadap kegagalan itu sendiri sulit untuk diatasi. Kasus yang sering terjadi ialah dalam pemilihan bahan yang kurang ideal dan proses serta perancangan mekanik yang kurang tepat. (Callister, 2007)

Patah sederhana diartikan sebagai pemisahan sebuah bahan menjadi dua atau lebih potongan sebagai respon dari tegangan statis yang bekerja dan pada temperatur yang relatif rendah terhadap temperatur cairnya. Dua model patah yang mungkin terjadi pada bahan teknik adalah patah liat (ductile fracture) dan patah getas (brittle fracture). Klasifikasi ini didasarkan pada kemampuan bahan mengalami deformasi plastis. Bahan liat (ductile) memperlihatkan deformasi plastis dengan menyerap energi yang besar sebelum patah. Sebaliknya, patah

getas hanya memperlihatkan deformasi plastis yang kecil atau bahkan tidak ada. Setiap proses perpatahan meliputi dua tahap yaitu pembentukan dan perambatan sebagai respon terhadap tegangan yang diterapkan. Jenis perpatahan sangat tergantung pada mekanisme perambatan retak (Callister, 2007).

Beberapa istilah dalam pengujian tarik :

1. Tegangan (stress) adalah gaya per satuan luas,
2. Regangan (strain) adalah besar deformasi per satuan panjang,
3. Kekuatan (strength) adalah ukuran besar gaya yang diperlukan untuk mematahkan atau merusak suatu bahan,
4. Keuletan (ductility) dikaitkan dengan besar regangan permanen sebelum perpatahan,
5. Ketangguhan (toughness) adalah dikaitkan dengan jumlah energi yang diserap bahan sampai terjadi perpatahan.

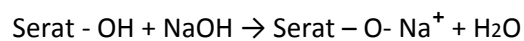
## **2.5 Perlakuan Alkali (NaOH)**

Sifat alami serat adalah Hidropilik, yaitu suka terhadap air berbeda dari polimer yang Hidropobik. Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat permukaan serat alam selulosa telah diteliti dimana kandungan optimum air mampu direduksi sehingga sifat alami Hidropilik serat dapat memberikan ikatan interfacial dengan matrik secara optimal . Kekuatan dan kekakuan serat alam banyak atau hampir semua tergantung pada kandungan selulosa serat tersebut. Apabila kandungan

selulosa pada serat tersebut tinggi atau banyak maka serat tersebut memiliki kekuatan atau kekakuan serat yang baik. Selulosa adalah suatu unsur yang menjadi faktor kunci untuk meningkatkan sifat serat maka dari itu serat diberikan perlakuan seperti perlakuan alkali. (Witono dkk, 2013).

Perendaman serat direndam dalam larutan alkali (NaOH) dengan konsentrasi sebesar 2,5% , 5% , variasi waktu 1, 2 jam dengan temperatur 30 °C dan 100 °C . Setelah perendaman kemudian serat sisal dibilas dengan air bersih untuk membersihkan serat dari larutan alkali. Serat sisal kemudian dikeringkan untuk menghilangkan kandungan air dalam serat. Proses alkalisasi bertujuan untuk menghilangkan komponen penyusun serat yang kurang efektif dalam menentukan kekuatan antar muka yaitu *hemiselulosa*, *lignin* dan *pectin*. Dengan berkurangnya *hemiselulosa*, *lignin* dan *pectin*, *wetability* serat oleh matrik akan semakin baik, sehingga kekuatan antarmuka pun akan meningkat.

Selain itu, pengurangan *hemiselulosa*, *lignin* dan *pectin* akan meningkatkan kekasaran permukaan yang menghasilkan *mechanical interlocking* yang lebih baik (Maryanti dkk, 2011). Reaksi kimia perendaman alkali dapat dilihat pada gambar 2.6



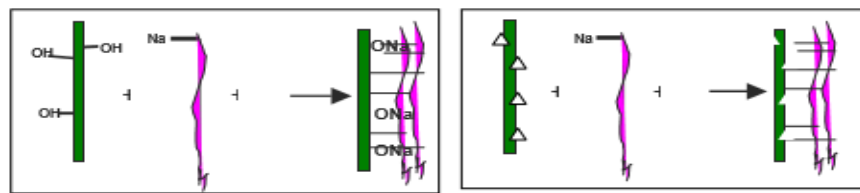
Gambar 2.6 Reaksi kimia alkali (Maryanti dkk, 2011)

Perlakuan alkali ditengarai tidak merubah struktur kimia serat secara signifikan tetapi lebih berdampak pada perilaku fisika yakni ‘opening’ atau pembukaan pori-pori dan membersihkan permukaan serat dari unsur ekstraktif atau impuritas yang dapat larut .

Hubungan antara perlakuan X% konsentrasi alkali dengan permukaan serat alam, khususnya agave sisalana, secara kualitatif dapat diuraikan sebagai berikut :

- Mereduksi kandungan air pada permukaan serat
- Membersihkan permukaan serat dari lignin, kotoran sisa dekortikator dan wax
- Delignifikasi dimana serat dalam bentuk ikatan antar serat (bundles) cenderung membuka (opening) terurai menjadi serat tunggal .

Perlakuan NaOH ini memberikan dua dampak langsung yakni perubahan kimia dan fisika permukaan serat.



Perubahan kimia dan fisika serat hasil perlakuan NaOH (E.marsyahyo,dkk.2006)

Permukaan serat mengalami perubahan kimia yakni pertukaran ion H dari molekul selulosa dengan ion  $\text{Na}^+$  sehingga mereduksi gugus hidroksil (OH) yang menghasilkan serat lebih hidrophobik. Sedangkan perubahan fisika pada permukaan serat adalah melarutnya impuritas (tanda segitiga) antara lain lignin, wax dan kotoran yang menghasilkan serat lebih halus dan pada skala mikro terjadi proses opening atau pembukaan pori-pori permukaan serat. Sifat hidrophilik yang dimiliki oleh serat alam harus direduksi dengan cara pemanasan pada oven sehingga kandungan air dapat dioptimalkan serendah mungkin.

## 2.6 Metode Taguchi

Metode Taguchi pertama kali dicetuskan oleh Dr. Genichi Taguchi pada tahun 1949 saat mendapat tugas untuk memperbaiki sistem komunikasi di Jepang. Dr. Genichi Taguchi memiliki latar belakang engineering, juga mendalami statistika dan matematika tingkat lanjut, sehingga ia dapat menggabungkan antara teknik statistik dan pengetahuan engineering. Di dalam metode Taguchi dari hasil penelitian perlakuan alkali yang penulis lakukan dapat dianalisa satu atau lebih kondisi berikut ini :

1. Menentukan kondisi yang terbaik atau optimum dari perlakuan alkali yang di lakukan.
2. Memperkirakan hasil kekuatn tarik dari masing-masing perlakuan alkali.
3. Memperkirakan respon atau akibat yang mungkin dari kondisi optimum.