

## www.itk.ac.id BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab 2 ini akan dijelaskan mengenai referensi terhadap penelitian tugas akhir “Analisis Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Pengujian Tarik dan *Bending* Komposit Limbah Kulit Singkong-Poliester”.

### 2.1. Material Komposit

Komposit didefinisikan sebagai kombinasi antara dua material atau lebih yang berbeda bentuknya, komposisi kimianya, dan tidak saling melarutkan antara materialnya dimana material yang satu berfungsi sebagai penguat dan material yang lainnya berfungsi sebagai pengikat untuk menjaga kesatuan unsur-unsurnya (Maryanti, 2011). Menurut Fahmi (2011), komposit merupakan suatu sistem material yang tersusun dari campuran/kombinasi dua atau lebih unsur-unsur utama yang secara makro berbeda di dalam bentuk dan atau komposisi material yang pada dasarnya tidak dapat dipisahkan. Komposit terbentuk dari dua unsur utama, yaitu matriks dan penguat (*reinforcement*). Matriks merupakan fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar. Fungsi utama dari matriks komposit yaitu sebagai bahan pengikat partikel-partikel atau media yang dipakai untuk mempertahankan partikel tersebut agar selalu berada pada tempatnya (Fahmi, 2011). Matriks juga berfungsi sebagai perekat atau pengikat dan pelindung *filler* (pengisi) (Sriwita, 2014). Penguat merupakan bahan pengisi matrik yang digunakan untuk dapat memperbaiki sifat dan struktur yang tidak dimilikinya, juga diharapkan mampu menjadi bahan penguat matrik pada komposit untuk menahan gaya yang terjadi (Fahmi, 2011).

Bentuk dasar suatu bahan komposit pada umumnya adalah tunggal dimana merupakan susunan yang paling tidak terdapat dua unsur yang bekerja sama untuk menghasilkan susunan yang paling tidak terdapat dua unsur yang bekerja sama untuk menghasilkan sifat-sifat bahan yang berbeda terhadap sifat-sifat unsur bahan penyusunnya (Hasbi, 2016) www.itk.ac.id

Sifat maupun Karakteristik dari komposit ditentukan oleh:

1. Material yang menjadi penyusun komposit. Karakteristik komposit. ditentukan berdasarkan karakteristik material penyusun, menurut *rule of mixture* sehingga hasilnya akan berbanding secara proporsional.
2. Bentuk dan penyusunan struktural dari komposit. Bentuk dan cara penyusunan komposit akan mempengaruhi karakteristik komposit.
3. Interaksi antar penyusun. Bila terjadi interaksi antar penyusun akan meningkatkan sifat dari komposit itu.

Material komposit banyak dimanfaatkan sebagai aplikasi pengganti logam, bahan bangunan, komponen otomotif, penahan panas, penyerap suara, dan lain-lain. Material komposit memiliki sifat yang lebih kuat, ringan, dan tahan terhadap korosi sehingga banyak digunakan sebagai material alternatif untuk menggantikan material logam dalam berbagai industri. Selain itu, material komposit memiliki banyak keuntungan yaitu tidak mudah terbakar, lebih ringan dibandingkan dengan sebagian besar bahan lainnya seperti kayu dan logam, kekuatan lebih tinggi dari aluminium atau baja dengan berat lebih ringan, tahan terhadap korosi dan juga memberikan ketahanan terhadap kerusakan akibat cuaca, kekuatan impak tinggi (Kamali, 2017).

## **2.2. Reinforce (Penguat)**

*Reinforce* merupakan salah satu bagian atau komponen utama komposit yang berfungsi untuk memperkuat komposit yang dapat berbentuk partikulat, serat ataupun struktural berdasarkan geometri dan bentuknya. Berikut jenis-jenis *reinforce* pada komposit. (Groover, 2010).

### **2.2.1 Particulate (Partikulat)**

Partikulat terdapat pada ukuran yang mikroskopis (berbentuk serbuk yang sangat halus) hingga makroskopis (berbentuk *flake* atau serpihan). Distribusi partikel pada matriks ini yaitu acak sehingga kekuatan dan sifat lain dari bahan komposit biasanya isotropik dan mekanisme penguatannya akan bergantung dari partikulatnya. Bentuk serbuk dari matriks komposit dapat meningkatkan kekuatan

dan akan mencegah dislokasi karena adanya lokalisasi pada serbuk sedangkan bentuk *flake* atau serpihan akan mendistribusi sebagian beban ke matriks.



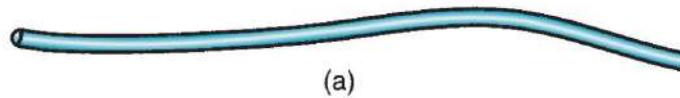
Gambar 2.1 Penguat komposit jenis serbuk halus (*powder*) dan serpihan (*flake*) (Groover, 2010)

### 2.2.2 *Fiber* (Serat)

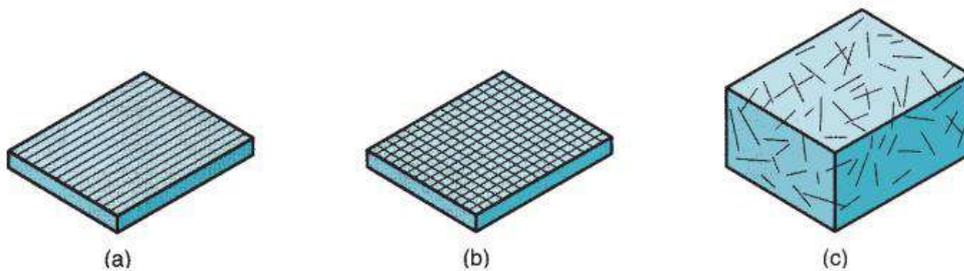
Serat atau *fiber* dalam bahan komposit berperan sebagai bagian utama yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat tergantung dari kekuatan serat pembentuknya. Semakin kecil bahan (diameter serat mendekati ukuran kristal maka semakin kuat bahan tersebut, karena minimnya cacat pada material (Purboputro, 2017). 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 (Zulfikli, 2018).

Komposit yang diperkuat dengan serat dapat digolongkan menjadi dua bagian yaitu fiber kontinu dan fiber diskontinu (Nagavally, 2017). Serat panjang lebih kuat dibanding serat pendek. Serat panjang (*continuous fiber*) lebih efisien dalam peletakannya daripada serat pendek tetapi serat pendek lebih mudah peletakannya dibanding serat panjang. Panjang serat mempengaruhi kemampuan proses dari komposit serat (Sriwita, 2014).

Serat dibedakan menjadi dua yaitu serat alam dan serat sintesis. Serat alam adalah serat yang berasal dari alam yaitu berupa tumbuh-tumbuhan seperti serat eceng gondok, serabut kelapa, sonokeling, serat pohon pinang. Sedangkan serat sintesis adalah serat yang dibuat dari bahan-bahan anorganik dengan komposisi bahan kimia tertentu. Pada umumnya serat sintesis yang kebanyakan digunakan adalah seperti serat gelas, nylon, kelvar, serat karbon dan lain-lain. (Laurensius, 2018).



Gambar 2.2 Penguat komposit jenis serat (*fiber*) (Groover, 2010)

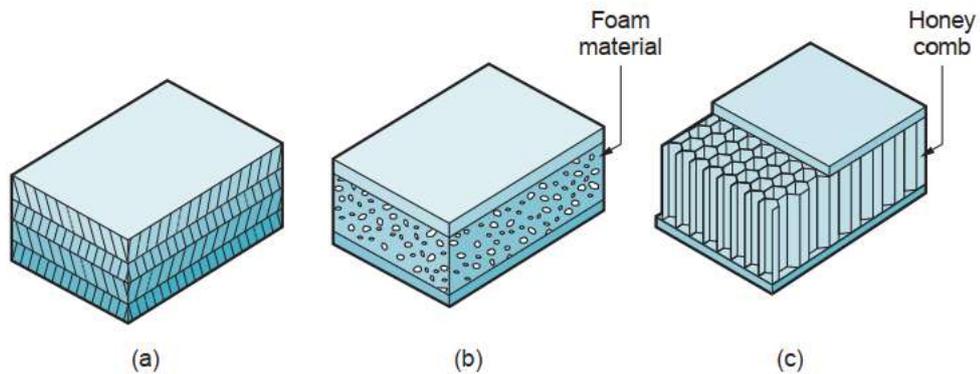


Gambar 2.3 Orientasi serat pada komposit (a) satu arah, (b) dua arah, dan (c) pendek acak (Groover, 2010)

### 2.2.3.3 Structural (Struktural)

Struktur komposit *laminar* terdiri dari dua atau lebih lapisan yang diikat menjadi satu kesatuan. Struktur *sandwich* memiliki inti (*core*) dengan sifat material densitas rendah dan kerangka yang terikat diantara penampangnya contohnya *foam* dan *honeycomb*.

Struktur *sandwich* terdiri dari inti yang relatif tebal dari bahan berkepadatan rendah yang terikat pada kedua sisi dengan lembaran tipis dari bahan yang berbeda. Inti kerapatan rendah dapat berupa bahan berbusa, seperti pada Gambar 2.4 (b), atau *honeycomb*, seperti pada (c). Alasan menggunakan struktur *sandwich* adalah untuk mendapatkan bahan dengan rasio kekuatan-terhadap-berat dan kekakuan-terhadap-berat yang tinggi.



Gambar 2.4 Penguat komposit jenis struktural (a) *laminar*, (b) *sandwich foam core* dan (c) *sandwich honeycomb core* (Groover, 2010)

### 2.3. Matrik (Penghubung)

Matriks secara umum berfungsi untuk mengikat serat menjadi satu struktur komposit. Pada material komposit matriks memberikan pengaruh yang lebih besar dalam pengikatan material penyusun, selain bertugas untuk mendistribusikan beban dan memberikan perlindungan dari pengaruh lingkungan (Idris, 2018). Matriks berfungsi sebagai penahan serat agar menyatu, mendistribusikan beban dan juga berfungsi sebagai pembungkus (Rodiawan, 2016). Matriks yang digunakan dalam komposit harus mampu meneruskan beban sehingga serat harus bisa melekat pada matrik dan kompatibel antara serat dan matrik artinya tidak ada reaksi yang mengganggu (Purboputro, 2017).

#### 2.3.1 PMC (*Polymer Matrik Composite*)

*Polymer Matriks Composite* (PMC) merupakan matriks yang paling umum digunakan pada material komposit. Karena memiliki sifat yang lebih tahan terhadap korosi dan lebih ringan. Matriks polimer terbagi atas 2, yaitu termoset dan termoplastik. Perbedaannya polimer termoset tidak dapat di daur ulang sedangkan termoplastik dapat di daur ulang sehingga lebih banyak digunakan. Selain itu, termoplastik memiliki sifat ikatan linier atau bercabang dengan temperature leleh yang rendah namun dapat dibentuk ulang dan lemah, sedangkan termoset memiliki sifat ikatan silang dengan temperature leleh yang tinggi namun tidak dapat

dibentuk ulang dan kuat (Kalpakjian, 2010). Jenis-jenis termoplastik yang biasa digunakan adalah *polypropylene* (PP), *polyethylene* (PE) dan lain-lain (Idris, 2018).

### 2.3.2 MMC (*Metal Matrik Composite*)

*Metal Matriks Composite* (MMC) adalah salah satu jenis komposit yang memiliki matriks logam. Sesuai namanya, material ini memiliki matriks dan logam yang bersifat ulet. Umumnya material ini dapat di pakai pada suhu lebih tinggi dari suhu material logamnya. Berbagai jenis logam dapat di pakai berbagai matriks komposit. Bentuk penguatnya dapat berupa partikel, serat dan *whisker* (Idris, 2018). Adapun kelemahan pada matriks ini yaitu memiliki densitas yang tinggi dan pembuatannya yang cukup sulit. (Kalpakjian, 2010)

### 2.3.3 CMC (*Ceramic Matrik Composite*)

*Ceramic Matriks Composite* (CMC), keramik merupakan material yang tahan oksidasi dan tahan terhadap suhu tinggi, namun memiliki kerapuhan luar biasa, dengan nilai ketangguhan patah yang sangat rendah. Sifat ketangguhan patah ini berhasil di perbaiki dengan mencampur keramik tersebut dengan penguat yang berbentuk partikel, serat atau *whiskers* yang juga terbuat dari keramik. *Whiskers* yang berada pada komposit bermatriks keramik meningkatkan ketangguhan dengan cara menghambat propogasi retak, tetapi tetap saja tipe patahan dari material ini bertipe getas (Idris, 2018). Berdasarkan ikatannya matriks ini terbagi menjadi 3 jenis berdasarkan ikatannya yaitu ionik, kovalen dan gabungan (Kalpakjian, 2010).

## 2.4. Kulit Singkong

Tanaman ketela pohon atau ubi kayu (*Manihot utilisima* atau *Manihot esculenta* CRANTZ) umumnya dikenal dan tersebar luas di Indonesia, bahkan sudah banyak ditanam di banyak negara di dunia. Tanaman ini dapat tumbuh sepanjang tahun di daerah tropis dan memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap kondisi berbagai tanah. Tanaman ini memiliki kandungan gizi yang cukup lengkap. Kandungan kimia dan zat gizi pada singkong adalah karbohidrat, lemak, protein,

serat makanan, vitamin (B1, C), mineral (Fe, F, Ca), dan zat non gizi, air. Selain itu, umbi singkong mengandung senyawa non gizi tannin.



Gambar 2.5 Kulit singkong (Siburian, 2019)

Kulit singkong merupakan limbah agroindustri pengolahan ketela pohon seperti industri tepung tapioka, industri fermentasi, dan industri pokok makanan. Komponen kimia dan zat gizi pada kulit singkong adalah protein 8,11 gram, serat kasar 15,2 gram, pektin 0,22 gram, lemak 1,29 gram, dan kalsium 0,63 gram. Kulit singkong merupakan salah satu limbah padat yang dihasilkan pada pembuatan keripik singkong hasil olahan industri rumah tangga. Limbah ini mengandung unsur karbon yang cukup tinggi sebesar 59,31% (Putri dkk, 2017). Komposisi kimia yang terkandung dalam kulit singkong dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Komposisi kimia kulit singkong (Salihu dkk, 2015)

| <b>Komponen</b>      | <b>Jumlah (%)</b> |
|----------------------|-------------------|
| <i>Cellulose</i>     | 39 ± 0.34         |
| <i>Hemicellulose</i> | 25 ± 0.41         |
| <i>Lignin</i>        | 8 ± 0.52          |

Tabel 2.2 Kekuatan tarik, regangan, dan modulus elastisitas pada kulit singkong

| <b>Bahan</b>   | <b>Ketebalan<br/>(mm)</b> | <b>Kekuatan Tarik<br/>(%)</b> | <b>Modulus Elastisitas<br/>(MPa)</b> |
|----------------|---------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Kulit Singkong | 2                         | 1,49                          | 30,28                                |

## 2.5. Resin Poliester

Polimer baik termoset maupun termoplastik, keduanya cocok digunakan sebagai matrik untuk membentuk material komposit. Tingkat kemudahan

membasahi serat selama proses produksi merupakan parameter yang penting untuk memperoleh ikatan yang baik antara serat dan matrik.

Polimer termoset yang banyak digunakan antara lain resin *epoxy*, *polyester*, dan *phenol*. Poliester merupakan resin cair dengan viskositas relatif rendah, mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa menghasilkan gas sewaktu pengesetan dan tidak perlu diberi penekanan untuk pencetakan. Secara umum, resin poliester tahan terhadap kelembaban dan sinar UV apabila dibiarkan di luar, kemampuan cuaca sangat baik tetapi sifat tembus cahaya akan rusak dalam beberapa tahun.

Poliester tak jenuh merupakan termoset yang banyak digunakan sebagai matrik komposit dengan penguat dari serat alam selulosa. Resin ini banyak digunakan untuk aplikasi komposit di dunia industri dengan pertimbangan harga relatif murah, waktu curing cepat, warna jernih, kestabilan dimensional yang baik dan mudah penanganannya.

Resin poliester memiliki kekuatan mekanik yang baik dan didukung oleh harga yang lebih ekonomis karena memiliki sifat-sifat berupa: 1) gaya adhesi yang cukup baik, namun lebih rendah dari *epoxy*, 2) ketahanan yang baik terhadap panas, bahan kimia, asam, maupun basa, dan 3) membentuk komposit yang baik dengan kayu, logam, serat gelas, plastik, dan serat alam. Di samping keunggulan yang dimilikinya, poliester juga memiliki kelemahan, antara lain: 1) nilai regangan lebih rendah dibandingkan resin epoksi, dan 2) sifat ketahanan nyala api dan ketahanan panas lebih rendah dibandingkan resin *phenolic* (Hestiawan, 2017).

Tabel 2.3 Sifat Mekanik Resin Poliester (Callister, 2014)

| <i>Material</i>  | <i>Specific Gravity</i> | <i>Tensile Modulus (GPa)</i> | <i>Tensile Strength (MPa)</i> | <i>Yield Strength (MPa)</i> | <i>Elongation at Break (%)</i> |
|------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| <i>Polyester</i> | 1.29-1.40               | 2.8-4.1                      | 48.3-72.4                     | 59.3                        | 30-300                         |

## 2.6. Perlakuan Alkali

Perlakuan larutan kimia (*alkali treatment*) pada serbuk bertujuan untuk menghilangkan lapisan lignin pada permukaan serbuk. Lapisan tersebut yang dapat menyebabkan rendahnya ikatan antara serbuk penguat dengan matrik (Li X, dkk, 2007). Perlakuan alkali dapat menggunakan larutan KOH, LiOH, dan NaOH yang berpengaruh pada penguat yaitu dapat meningkatkan sifat-sifat dari meningkatkan sifat-sifat dari penguat dan menghilangkan kotoran-kotoran yang ada pada serbuk. Berikut adalah reaksi dilakukannya proses perlakuan alkali pada serat yang terlihat pada reaksi persamaan 2.1



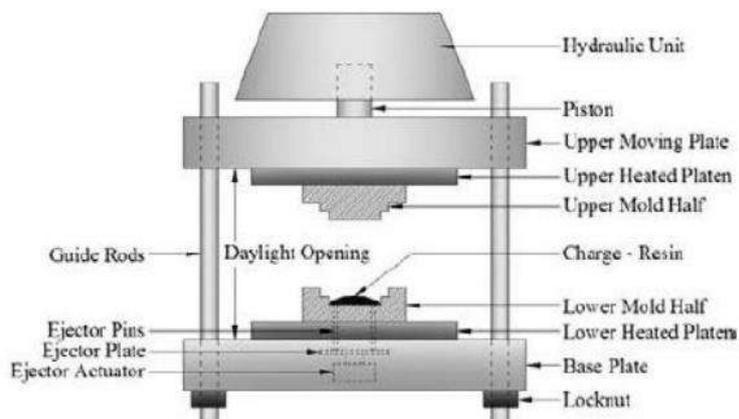
Natrium hidroksida (NaOH) merupakan basa yang paling umum digunakan dalam laboratorium pada perlakuan alkali. Natrium hidroksida (NaOH) murni berbentuk putih padat dan bersifat lembab cair serta secara spontan menyerap karbondioksida dari udara bebas permukaan serbuk (Fitriyan, 2014). NaOH memiliki pengaruh terhadap kekuatan serbuk karena proses alkalisasi dapat menghilangkan komponen penyusun serbuk yang kurang efektif dalam menentukan kekuatan permukaan, komponen yang kurang efektif ialah hemiselulosa, lignin atau pektin (Fitriyan, 2014). Ikatan *interfacial* antara serat dan resin merupakan unsur yang sangat penting dalam mencapai sifat mekanik komposit yang baik. Pada kekuatan *interface* dapat berpengaruh pada sifat mekanik komposit, dimana *interface* yang lemah dapat menyebabkan komposit memiliki sifat mekanik yang rendah (Clyne, 2001).

Pengaruh perlakuan alkali NaOH pada serbuk alam, menunjukkan peningkatan mutu permukaan serbuk (Eichron, 2001). Perlakuan alkali pada serat alam juga disebut *mercerization*, merupakan metode yang paling banyak digunakan untuk menghasilkan kualitas serat yang lebih baik. Perlakuan alkali memperbaiki permukaan serat yang hasilnya dapat meningkatkan kompatibilitas antara serat alam dengan matriks. Perlakuan alkali pada serat dilakukan dengan metode perendaman serat ke dalam basa alkali (Hidayatulloh dkk, 2017)

## 2.7. Compression Molding

*Compression molding* adalah salah satu teknik terkenal yang digunakan untuk mengembangkan berbagai produk komposit karena kemampuannya untuk mengembangkan berbagai produk komposit, prosesnya menjadi serbaguna. Proses ini cocok untuk komponen berukuran kecil hingga sedang (Jagushte dkk, 2017). *Compression molding* juga merupakan metode dengan *molding* yang tertutup. Sedangkan proses kerjanya dengan menerapkan tekanan tinggi ke bagian cetakan. Peralatan digerakkan dengan system hidraulik untuk menekan bahan yang dibentuk. Peralatan mengandalkan panas dari *heater* agar dapat membentuk bahan sesuai dengan cetakan ketika ditekan (Daniel dan Muslimin, 2019).

Metode ini diawali dengan mengalirkan resin dan zat pengisi dengan viskositas tinggi ke dalam cetakan, kemudian  *mold* ditutup dan dilakukan penekanan terhadap material komposit tersebut, sehingga mengakibatkan mengerasnya material komposit secara permanen mengikuti bentuk cetakan. (Hadavand et al, 2015). Panas dan tekanan yang diterapkan disesuaikan dengan kebutuhan komposit untuk periode waktu tertentu. Pengeringan komposit dapat dilakukan pada suhu kamar atau pada suhu tertentu. Setelah pengeringan, cetakan dikeluarkan dan produk komposit dibongkar agar terpisah dari cetakan lalu diproses lebih lanjut (Jagushte dkk, 2017).



Gambar 2.6 *Compression Molding* (Daniel dan Muslimin, 2019)

Mekanisme gerakan *compression molding* adalah dengan menggunakan hidraulik. Hal tersebut digunakan karena proses kompresi dan menahan beban yang sangat berat. Pada Gambar 2.6, terdapat unit hidraulik yang menggerakkan

*upper moving plate* untuk melakukan kompresi pada *mold* (cetakan). *Compression Molding* pada Gambar 2.6 berjenis *downstroke* karena silinder hidrolik menekan *upper moving plate* ke arah bawah (Daniel dan Muslimin, 2019)

## 2.8. Pengujian *Bending*

Pengujian *flexural (bending)* dilakukan untuk mengetahui ketahanan material terhadap beban lentur, regangan, dan modulus elastisitas bahan serta memastikan sifat-sifat dan kekuatan bahan tersebut. Pengujian *flexural* dilakukan dengan cara memberikan beban lentur secara perlahan-lahan sampai spesimen mengalami *fracture*. Pengujian *flexural* dapat digunakan untuk menguji bahan getas atau bahan liat dengan mengetahui adanya cacat dan retakan permukaan material serta cara terbaik untuk menentukan kekuatan bending dan kegetasan material (Rahman dkk, 2018).

Kekuatan bending atau kekuatan lengkung adalah tegangan bending terbesar yang dapat diterima akibat pembebanan luar tanpa mengalami deformasi yang besar atau kegagalan. Besar kekuatan bending tergantung pada jenis material dan pembebanan. Akibat pengujian bending, bagian atas spesimen mengalami tekanan, sedangkan bagian bawah akan mengalami tegangan tarik. Dalam material komposit kekuatan tekannya lebih tinggi dari pada kekuatan tariknya. Karena tidak mampu menahan tegangan tarik yang diterima, spesimen tersebut akan patah, hal tersebut mengakibatkan kegagalan pada pengujian komposit. Kekuatan bending pada sisi bagian atas sama nilai dengan kekuatan bending pada sisi bagian bawah. Pengujian dilakukan *three point bending*. Sehingga kekuatan *bending* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (2.2)$$

Dimana:

- $\sigma_b$  = kekuatan *bending* (Mpa)
- P = beban / *load* (N)
- L = Panjang span / *support span* (mm)
- b = lebar / *width* (mm)
- d = tebal / *depth* (mm)

Sedangkan untuk mencari modulus elastisitas *bending* menggunakan rumus berikut:

$$E_b = \frac{L^3 m}{4bd^3} \quad (2.3)$$

Dimana:

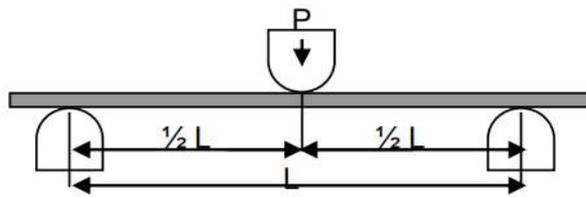
$E_b$  = kekuatan *bending* (Mpa)

$L$  = Panjang span / *support span* (mm)

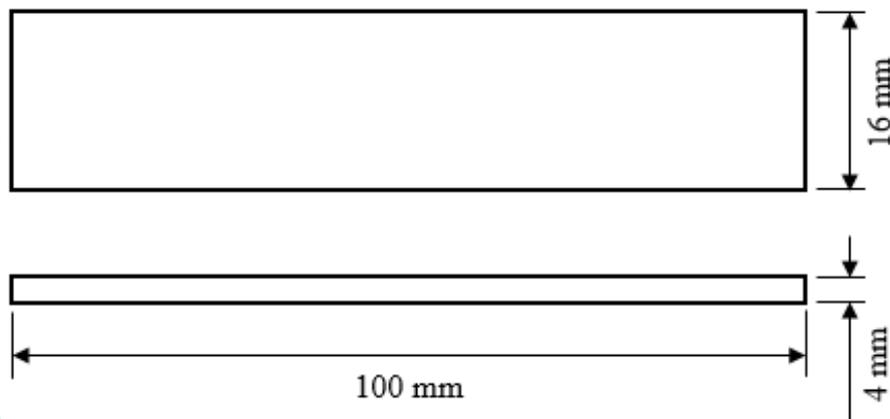
$m$  = *slope tangent* pada kurva beban defleksi (N/mm)

$b$  = lebar / *width* (mm)

$d$  = tebal / *depth* (mm)



Gambar 2.7 Metode *three-point bending* (Syahrani, 2013)



Gambar 2.8 Dimensi Spesimen Uji *Bending* ASTM D 790-03 (ASTM D 790-03)

## 2.9. Pengujian Tarik

Pengujian tarik merupakan salah satu pengujian material yang paling banyak dilakukan di dunia industri. Karena pengujian ini terbilang yang paling mudah dan banyak data yang bias diambil dari pengujian ini. Diantaranya yang bisa didapat

dari pengujian tarik ini adalah kekuatan tarik (*Ultimate Tensile Strength*), kekuatan mulur (*Yield Strength or Yield Point*), elongasi (*Elongation*), elastisitas (*Elasticity*) dan pengurangan luas penampang (*Reduction of Area*) (Budiman, 2016).

Uji Tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan/material dengan cara memberikan beban gaya yang sesumbu (Askeland, 1985). Uji tarik mungkin adalah cara pengujian bahan yang paling mendasar. Uji tarik rekayasa banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan (Dieter, 1987). Pada uji tarik, benda uji diberi beban gaya tarik sesumbu yang bertambah secara kontinyu, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan terhadap perpanjangan yang dialami benda uji (Davis dkk, 1955).

Perhitungan yang dapat digunakan untuk mengetahui kekuatan Tarik yang dialami material dapat dihitung dengan persamaan:

1. *Engineering Stress (Tensile Strength)*

*Engineering stress* adalah gaya per unit luas dari material yang menerima gaya tersebut. Adapun persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A_0} \quad (2.4)$$

Dimana:

- $\sigma$  = Stress atau tegangan (N/mm<sup>2</sup>)
- F = Pembebanan Maksimal (N)
- A = Luas Penampang awal : lebar x tebal (mm<sup>2</sup>)

2. *Engineering Strain (Tensile Strain)*

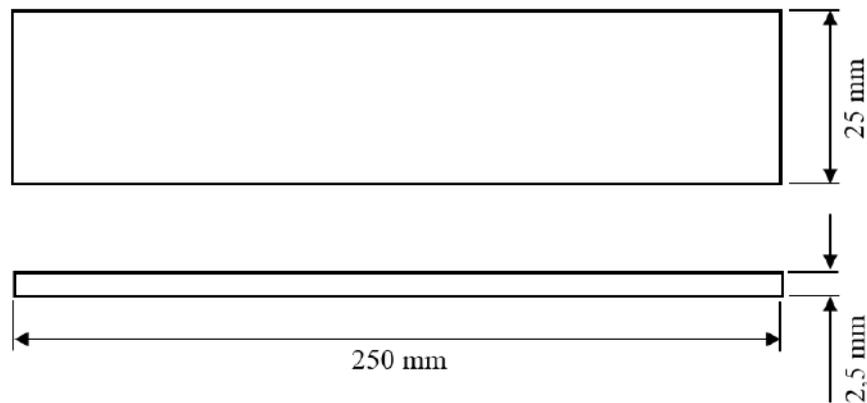
*Engineering strain* adalah ukuran perubahan panjang dari suatu material. Adapun persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\varepsilon = \frac{l_i - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0} \quad (2.5)$$

Dimana:

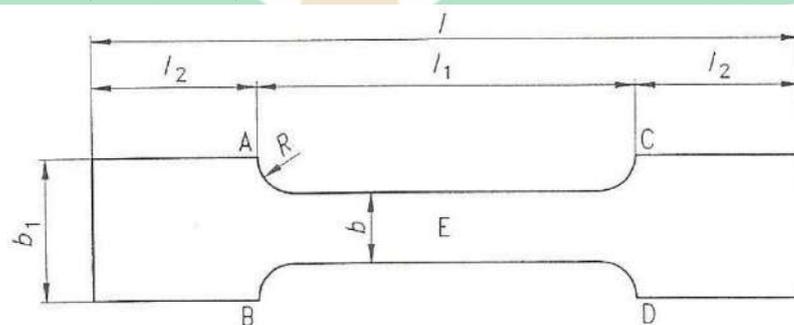
- $\varepsilon$  = Engineer Strain (%)

- $l_0$  = Panjang mula-mula spesimen sebelum ditarik (mm)  
 $l_i$  = Panjang spesimen setelah ditarik (mm)  
 $\Delta l$  = Penambahan Panjang (mm). (Sumarauw, 2017).



Gambar 2.9 Dimensi Spesimen Uji Tarik ASTM D 3039 (ASTM D 3039)

Material kulit bila dilakukan pengujian mekanik mendapatkan kekuatan tarik yang akan menentukan ketahanan struktur. Persentase perpanjangan menentukan elastisitas kulit sehingga jika kulit dibuat produk nantinya tidak terjadi keretakan pada nerf. Elastisitas yang dihasilkan akan menunjukkan adanya besarnya daya tahan terhadap material terhadap tekanan dari perpanjangan putus yang di berikan. Berbagai standar metode yang umum digunakan seperti American Society of Testing dan Material (ASTM), Japanese Industrial Standards (JIS) dan Deutsche Industrie Normen (DIN) masih diberlakukan akan tetapi metode uji SNI akan dilakukan pada pengujian ini untuk pengujian tarik pada kulit (Nuraini, 2020). Penyiapan uji sampel dibuat dalam bentuk dan ukuran sesuai standar dengan mengacu pada SNI ISO 3376:2012 mengenai metoda untuk pengukuran kuat tarik, perpanjangan pada beban tertentu dan perpanjangan putus kulit. Ini berlaku untuk semua jenis kulit (BSN, 2012)



Gambar 2.10 Spesimen uji kekuatan tarik pada kulit SNI ISO 3376:2012 (BSN, 2012)

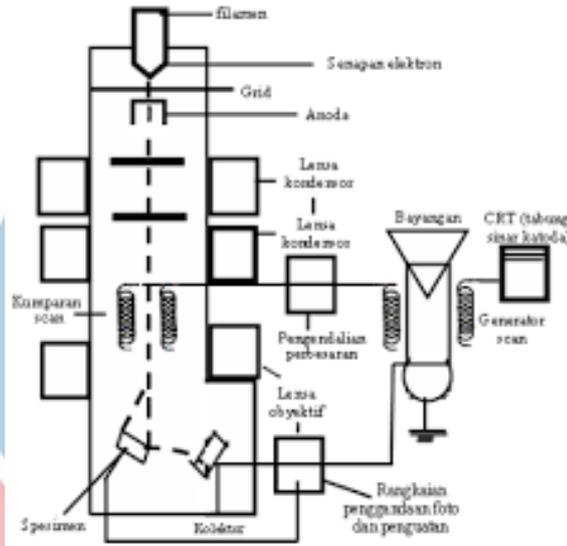
Tabel 2.4 Dimensi Spesimen kulit SNI ISO 3376:2012 (BSN, 2012)

| Keterangan     | Panjang (mm) |
|----------------|--------------|
| l              | 110          |
| l <sub>1</sub> | 50           |
| l <sub>2</sub> | 30           |
| b              | 10           |
| b <sub>1</sub> | 25           |
| R              | 5            |

### 2.10. *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Mikroskop adalah alat bantu yang digunakan untuk mengamati benda-benda kecil yang tidak dapat dilihat dengan mata. Mikroskop yang paling umum digunakan adalah mikroskop cahaya yang memanfaatkan berkas cahaya tampak dan lensa optik. Batas resolusi dari mikroskop cahaya dibatasi oleh panjang gelombang cahaya tampak yang digunakan yaitu setengah dari panjang gelombang. Terdapat dua jenis mikroskop elektron yaitu *scanning electron microscope* (SEM) dan *transmission electron microscope* (TEM) (Andhika dkk, 2018).

SEM merupakan salah satu tipe mikroskop elektron yang mampu menghasilkan resolusi tinggi dari gambaran suatu permukaan sampel. Oleh karena itu gambar yang dihasilkan oleh SEM mempunyai karakteristik secara kualitatif dalam dua dimensi karena menggunakan elektron sebagai pengganti gelombang cahaya serta berguna untuk menentukan struktur permukaan sampel. Gambar topografi permukaan berupa tonjolan, lekukan dan ketebalan lapisan tipis dari penampang melintangnya. Perbedaan tipe yang berbeda dari SEM memungkinkan penggunaan yang berbeda-beda antara lain untuk studi morfologi, analisis komposisi dengan kecepatan tinggi, kekasaran permukaan, porositas, distribusi ukuran partikel, homogenitas material atau untuk studi lingkungan tentang masalah sensitifitas material (Cahyana, 2014)



Gambar 2.11 Skema dasar SEM (Farikhin, 2016)

Cara kerja SEM adalah ketika *electron gun* menghasilkan *electron beam* dari filamen. Pada umumnya *electron gun* yang digunakan adalah tungsten hairpin gun dengan filamen berupa lilitan tungsten yang berfungsi sebagai katoda. Tegangan yang diberikan kepada lilitan mengakibatkan terjadinya pemanasan. Anoda kemudian akan membentuk gaya yang dapat menarik elektron menuju ke anoda. Kemudian *electron lens* akan memfokuskan elektron menuju suatu titik pada permukaan sampel. Selanjutnya, sinar elektron yang terfokuskan akan memindai (*scan*) seluruh permukaan sampel yang diarahkan oleh koil pemindai. Ketika elektron mengenai sampel, maka akan terjadi hamburan elektron menjadi elektron sekunder atau *backscattered electron* dari permukaan sampel dan akan dideteksi oleh *detector* dan dimunculkan dalam bentuk gambar pada monitor CRT (Farikhin, 2016)

### 2.11. Penelitian Terdahulu

Berikut adalah rangkuman hasil penelitian terdahulu yang mempunyai keterkaitan dengan penelitian yang telah dilakukan.

Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu

| No | Nama dan Tahun<br>Publikasi | Hasil |
|----|-----------------------------|-------|
|----|-----------------------------|-------|

- 
1. Hamdi, 2010 [www.itk.ac.id](http://www.itk.ac.id) Menggunakan limbah serbuk gergaji kayu dan perekat *urea formaldehyde* (UF) dengan konsentrasi perekat 20% dari berat kering bahan partikel pada pembuatan papan partikel dengan memvariasikan ukuran partikel yaitu 60 *mesh*, 80 *mesh*, dan campuran (60 *mesh* + 80 *mesh*). Penelitian ini mengatakan bahwa bentuk dan ukuran partikel yang tidak seragam akan menghasilkan papan partikel dengan kualitas yang kurang baik karena adanya tendensi penyebaran partikel tidak merata.
- 
2. Asroni, 2016 Komposit papan partikel berpenguat ongkok limbah singkong dan matriks poliester dengan variasi fraksi volume 40%:60%, 50%:50%, 60%:40% yang ukuran partikelnya 20 *mesh*. dibuat dengan manual atau metode *hand lay up*. Dari ketiga variasi tersebut didapatkan bahwa komposit 50%:50% memiliki nilai kekuatan tarik terendah karena adanya void yang menyebabkan kerapatan partikel dan matrik rendah sehingga daya ikat partikel juga rendah sedangkan pada komposit 40%:60% dan 60%:40% mengalami peningkatan kekuatan tarik karena terjadi keseimbangan antara serbuk ongkok dan matrik sehingga daya ikat komposit meningkat. Lalu pada nilai kekerasan terjadi penurunan karena kekuatan dan materialnya kurang merata. Sehingga komposisi yang terbaik terdapat pada 40%:60% karena nilai kekerasan dan kekuatan tarik paling besar
-

---

www.itk.ac.id diandingkan yang lain yaitu sebesar 116,77 HRR dan 21,68 N/mm<sup>2</sup>

---

3. Pratama, 2016 Pengujian konduktivitas termal pada papan partikel tongkong jagung menggunakan *thermal conductivity apparatus*. Papan partikel dibuat dengan membandingkan ukuran *mesh* dengan ukuran lolos ayakan 8, 16, 30 *mesh*. Hasil yang diperoleh yaitu pengaruh variasi ukuran partikel pada papan partikel tongkol jagung adalah semakin kecil ukuran partikel maka semakin besar nilai konduktivitasnya dengan didapatkan hasil terbaik yaitu ukuran partikel dengan ukuran lolos ayakan 8 *mesh* yang memiliki nilai konduktivitas 0.1012 W/m°C karena bahan yang baik dijadikan sebagai bahan untuk isolator panas memiliki nilai konduktivitas termal sekitar 0.1 W/m°C

---

  4. Hestiawan dkk, 2017 Pembuatan specimen dengan metode *hand layup*. Bahan yang digunakan yaitu resin poliester tak jenuh 157 BQTN-EX dengan variasi penambahan katalis *methyl ethyl ketone peroxide* (MEKP) 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, dan 3%. Hasil yang diperoleh yaitu penambahan katalis MEKP di atas 1% dapat menurunkan kekuatan tarik dan bending resin poliester tak jenuh dengan kekuatan tarik dan bending tertinggi diperoleh pada penambahan 1% katalis yaitu masing-masing sebesar 62 MPa dan 132 MPa.

---

  5. Hidayatulloh dkk, 2017 Papan komposit HDPE dengan berpenguat serat pelepah salak dengan variasi perlakuan alkali
-

menggunakan NaOH 5% selama 1, 2, 3, 4, dan 5 jam dan ukuran butir 20 *mesh*. Tekanan yang digunakan 50 bar, temperature 150°C dan waktu penahanan 25 menit. Hasil yang didapatkan yaitu kekuatan bending dan kekuaran impak terbaik dimiliki oleh komposit dengan perlakuan alkali serat pelepah salak 3 jam dengan masing-masing sebesar 38,295 KJ/m<sup>2</sup> dan 33,62 Mpa karena perlakuan alkali pada serat meningkatkan keuatan *bending* komposit karena ikatan *interface* antara serat dan matrik meningkat namun akan menurun jika terlalu lama karena serat akan rusak.

6. Rahman dkk, 2018

Menggunakan ukuran mesh 10 dan 20 untuk pembuatan papan partikel kayu sengon dan variasi fraksi volume partikel 30, 32.5, 25, 37.5, dan 40% serta matrik campuran *polyester*-aseton dengan variasi penambahan aseton 0, 10, 20, dan 30 ml. Hasil dari penelitian ini yaitu Penambahan fraksi volume partikel mesh 20 meningkatkan sifat *flexural* sampai fraksi volume 37,5% namun pada fraksi volume 40% sifat *flexural* turun. Peningkatan fraksi volume partikel mesh 10 menurunkan sifat *flexural* papan partikel.