

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Pemanfaatan serat alam sebagai bahan penguat komposit polimer mempunyai beberapa kelebihan diantaranya memiliki massa jenis yang rendah, sifat mekanis yang baik dan dapat diperbaiki karena berasal dari alam, mudah didaur ulang, dan murah (Mallick, 2007). Komposit berpenguat serat alam telah banyak dikembangkan dan diaplikasikan, salah satunya komposit berpenguat serat kenaf. Serat kenaf memiliki densitas yang rendah, ramah lingkungan dan harganya relatif murah jika dibandingkan dengan serat sintetis.

Komposit hibrida yang diperkuat oleh serat alam (kenaf) dan serat sintetis (*E-glass*) dapat meningkatkan sifat mekanis komposit (Salleh et al., 2012). Penelitian tentang komposit berpenguat serat alam untuk aplikasi otomotif telah dilakukan, salah satunya untuk komponen interior dan eksterior otomotif (Jeyanthi & Janci Rani, 2012).

Proses alkalisasi adalah proses menghilangkan komponen penyusun yang ada di dalam serat alam seperti lignin, hemiselulosa, atau pectin. Dengan begitu kemampuan dari suatu serat bisa bertambah menjadi lebih baik. Selain itu, juga dapat meningkatkan kekasaran permukaan serat (Maryanti *et al.*, 2011). Alkalisasi dilakukan pada serat alam karena sifat mekanis serat alam yang lebih rendah daripada serat sintetis. Disinilah fungsi hibridisasi yang bertujuan untuk masuk ke ranah industri dan dapat sesuai dengan standar industri. Alkali pada serat dengan menggunakan NaOH dengan konsentrasi 6% adalah yang optimal (Sosiati et al, 2015).

Perlakuan panas terhadap *E-glass* dengan lapisan *sealant* selama 5 jam dilakukan oleh Dorzhiev dkk (2015) dengan jarak suhu pemanasan antara 100°-700° dengan waktu 5 jam didapatkan hasil pengujian tarik pada suhu diatas 350° kekuatan mekanis dari spesimen tidak banyak yang hilang, namun pada suhu diatas 500° kekuatan mekanisnya menurun dikarenakan serat menjadi rapuh.

Maleque dkk (2012) meneliti kekuatan bending komposit serat kenaf/*E-glass* bermatriks *unsaturated polyester*. Serat kenaf dialkalisasi dengan 6% *sodium hydroxide* (NaOH) selama 3 jam. Variasi volume serat kenaf/*glass* yaitu, 0/30, 7,5/22,5, 15/15, 22,5/75, 30/0 % volume. Fabrikasi komposit menggunakan metode *sheet moulding compound process* dengan temperature 25 °C dan tekanan 80 bar selama 10 menit. Dari penelitian yang dilakukan didapat hasil tegangan bending tertinggi adalah variasi serat kenaf/*E-glass* 15/15 % volume sebesar 34,88 MPa.

Kennerley (1998) melakukan penelitian tentang serat *E-glass* dengan matriks *unsaturated polyester*. Serat *E-glass* dipanaskan menggunakan *furnace* untuk melihat kekuatan mekanis. Variasi temperatur yang digunakan adalah 375 °C, 500 °C dan 600 °C. selama 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 menit. Dari hasil penelitiannya didapatkan hasil modulus bending tertinggi dengan temperatur 375 °C selama 20 menit sebesar 22 GPa. Kekuatan komposit yang menggunakan serat *E-glass* dengan pemanasan sampai 20 menit cenderung mengalami kenaikan kekuatannya, akan tetapi pemanasan lebih dari 20 menit menyebabkan kekuatan mekanis menjadi turun.

Sifat mekanis komposit dapat turun apabila terjadi ikatan serta dan matriks yang lemah, sifat alami serat alam dan matriks memiliki perbedaan dimana serat alam bersifat menyerap air (*hydrophilic*) dan matriks bersifat menolak air (*hydrophobic*), oleh karena itu diperlukannya adanya proses alkalisasi menggunakan larutan *sodium hydroxide* (NaOH) agar serat alam dapat terikat dengan matriks secara lebih baik (Akil dkk, 2011). Serat yang direndam menggunakan larutan alkali 6% *sodium hidroxide* (NaOH) selama 1 jam pada suhu ruangan merupakan konsentrasi yang optimum (Sosiati dkk, 2015). Panjang serat 10 mm merupakan panjang serat yang menghasilkan kekuatan mekanis lebih tinggi apabila dibandingkan 20 mm dan 30 mm (Pratama, 2014).

Rozali dkk (2017) pada penelitiannya, membuat komposit kenaf/*E-glass* dengan matriks *unsaturated polyester*. Komposit dicetak menggunakan *compression moulding* dengan suhu ruangan. Komposisi matriks/pengisi adalah 70/30 % berat dengan variasi serat KF, GF, GF/KF, KF/GF/KF, dan GF/KF/GF. Penelitian tersebut memberikan hasil komposisi GF/KF/GF dengan hasil tegangan

dan modulus bending tertinggi sebesar 162 MPa dan 4,5 GPa. Pada uji daya serap air komposisi KF/GF/KF memiliki hasil kenaikan tertinggi sebesar 13% selama 170 jam dan *thickness swelling* 12,3 % selama 170 jam.

Thwe & Liao, (2001) meneliti kekuatan komposit hibrida *Polypropylene* (PP)/serat bambu/*E-glass*. Perbandingan volume serat dan matrik 70%/30%, dengan variasi panjang serat bambu 0.25mm, 0.5mm, 1-6mm, dan 6-12mm yang dipanaskan dengan suhu 105°C selama 72 jam. Serat *E-glass* juga divariasikan dengan panjang 3mm dan 6mm dan dipanaskan dengan suhu 105°C selama 24 jam. Perbandingan volume serat bambu/serat *E-glass* adalah 30:0, 10:20, 20:10. Fabrikasi menggunakan mesin injeksi plastik yang bersuhu 190°C. Spesimen uji bending sesuai dengan ukuran ASTM D790M. Hasil dari uji bending menunjukkan bahwa perbandingan serat bambu/serat *E-glass* 20:10 mempunyai hasil yang lebih bagus yaitu berkisar antara 30 MPa – 40 MPa dan serat bambu yang mempunyai panjang 6mm – 12mm mempunyai kekuatan bending sekitar 40 MPa – 45 MPa.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Pengertian Komposit**

Komposit terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur secara makroskopis. Kata komposit berasal dari kata "*to compose*" yang berarti menyusun atau menggabung. Tujuan dari penggabungan material ini adalah untuk menemukan material baru yang mempunyai sifat yang lebih baik dari material penyusunnya. Bahan komposit terdiri dari dua fasa yaitu fasa matrik dan fasa filler. Matrik berfungsi sebagai pengikat serat sedangkan fasa filler berupa serat. Serat inilah yang akan menentukan karakteristik komposit seperti kekuatan, keuletan, kekakuan, dan sifat mekanis yang lain (Jones, 1975). Komposit memiliki keunggulan tersendiri dibandingkan dengan bahan lain seperti ringan, kuat, tahan korosi, dan ekonomis (Purboputro, 2006).

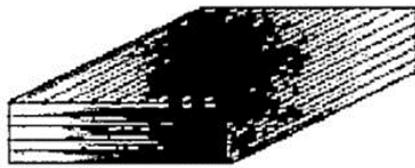
### 2.2.2 Klasifikasi Komposit

Menurut Jones (1975), secara garis besar komposit diklasifikasikan menjadi tiga macam yaitu:

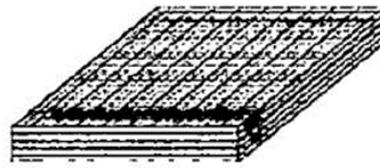
1. Komposit serat (*Fibrous Composite*)

Komposit serat merupakan jenis komposit yang paling banyak digunakan untuk struktur. Hal ini disebabkan karena serat lebih kuat daripada penguat partikel. Komposit serat terdiri dari serat sebagai penguat dan matrik sebagai pengikat. Kekuatan komposit serat ditentukan oleh aktifitas ikatan kimia atau ikatan mekanisnya. Ikatan yang kurang baik antara serat dapat menyebabkan kegagalan (Schwartz, 1984).

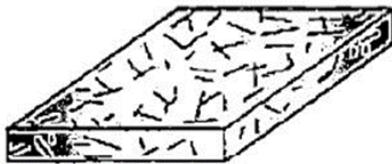
Kebutuhan akan penempatan serat dan arah serat yang berbeda menjadikan komposit diperkuat sifat-sifat lamina penyusunnya, contoh beberapa bentuk lamina dapat dilihat pada Gambar 2.1.



a. *Continuous fiber composite*



b. *Woven fiber composite*



c. *Chopped fiber composite*

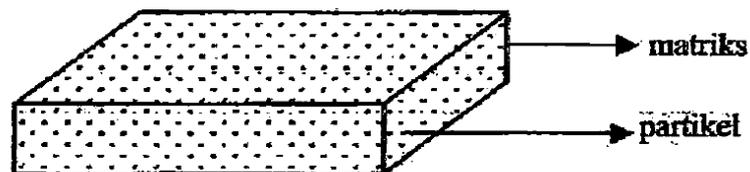


d. *Hybrid composite*

**Gambar 2.1** Bentuk Lamina (Gibson,1994)

## 2. Komposit Partikel (*Particular Composites*)

Merupakan komposit yang menggunakan partikel serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya. Dapat dilihat pada gambar 2.2 adalah contoh komposit partikel.

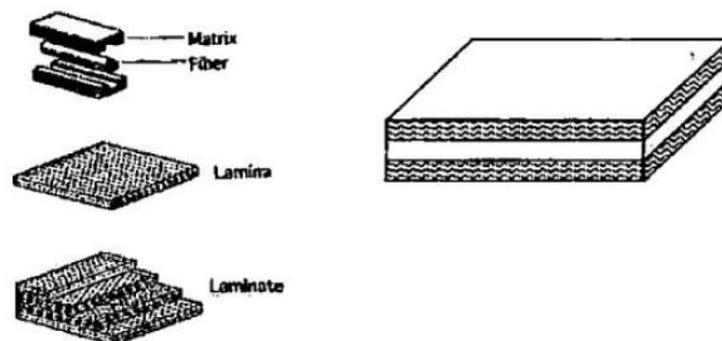


**Gambar 2.2** Komposit Partikel (Gibson, 1997)

Komposit ini biasanya mempunyai bahan penguat yang dimensinya kurang lebih sama, seperti bulat serpih, balok, serta bentuk-bentuk lainnya yang memiliki sumbu hampir sama, yang kerap disebut partikel dan bisa terbuat dari satu buah atau lebih yang ditenamkan dalam suatu matriks dengan material yang berbeda.

## 3. Komposit Lapis (*Laminates Composites*)

Komposit ini merupakan jenis yang terdiri atas dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan membentuk lapisan. Setiap lapisannya memiliki karakteristik sifat sendiri, dapat dilihat pada gambar 2.3



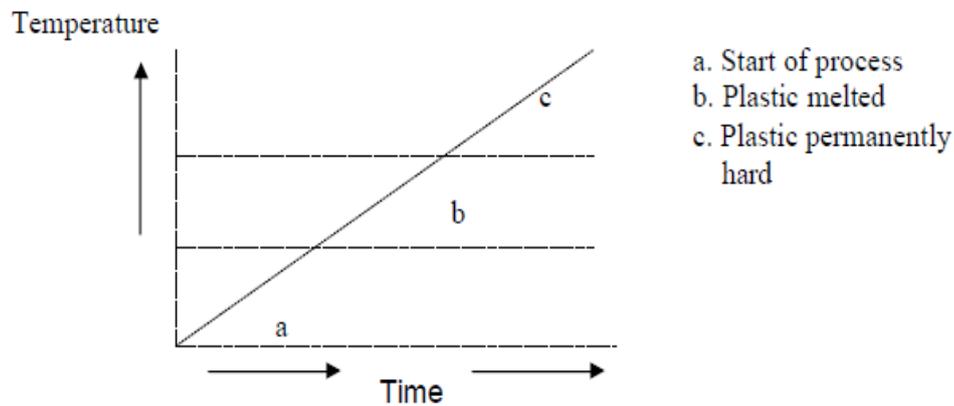
**Gambar 2.3** *Laminates Composites* (Gibson, 1994)

Dalam hal ini lapisan dibentuk dari komposit serat dan disusun dalam berbagai orientasi serat. Komposit jenis ini biasa digunakan untuk panel sayap pesawat dan badan pesawat (Jones, 1995)

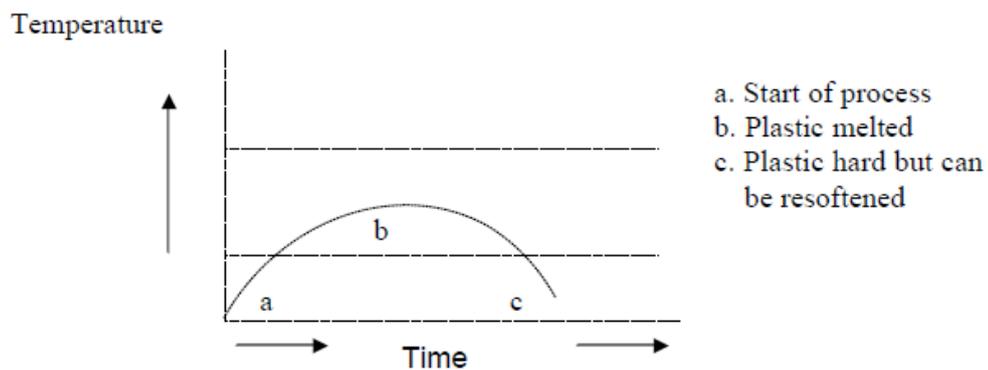
### 2.2.3 Polimer

Secara garis besar, plastik dapat dikelompokkan menjadi dua golongan, yaitu : plastik thermoplast dan plastik thermoset. Plastik thermoset adalah plastik yang apabila telah mengalami kondisi tertentu tidak dapat dicetak kembali karena bangun polimernya berbentuk jaringan tiga dimensi (Gambar 2.4). Jenis plastik yang thermoset adalah : PU (Poly Urethane), UF (Urea Formaldehyde), MF (Melamine Formaldehyde), polyester, epoksi dll. Sedangkan plastik thermoplast adalah plastik yang dapat dicetak berulang-ulang dengan adanya panas dapat dilihat pada gambar 2.5. Jenis plastik yang termasuk plastik thermoplast antara lain : PE, PP, PS, ABS, SAN, nylon, PET, BPT, Polyacetal (POM), PC dll.

Untuk membuat barang-barang plastik agar mempunyai sifat-sifat seperti yang dikehendaki, maka dalam proses pembuatannya selain bahan baku utama diperlukan juga bahan tambahan atau aditif. Penggunaan bahan tambahan ini beraneka ragam tergantung pada bahan baku yang digunakan dan mutu produk yang akan dihasilkan. Berdasarkan fungsinya, maka bahan tambahan atau bahan pembantu proses dapat dikelompokkan menjadi : bahan pelunak (*plasticizer*), bahan penstabil (*stabilizer*), bahan pelumas (*lubricant*), bahan pengisi (*filler*), pewarna (*colorant*), *antistatic agent*, *blowing agent*, *flame retardant* (Mujiarto, 2005).



**Gambar 2.4** Plastik Termoset (Mujiarto,2005).



**Gambar 2.5** Plastik Termoplast (Mujiarto,2005)

### 2.2.3 Polivinil Klorida (PVC)

Polivinil adalah salah satu jenis plastik yang dibuat secara termoplastik. Salah satu contohnya yang paling banyak digunakan adalah *Polivinil Chlorida* (PVC). PVC dihasilkan dari dua jenis bahan baku utama, yaitu minyak bumi dan garam dapur (NaCl). Polivinil klorida (PVC) merupakan hasil polimerisasi monomer vinil klorida dengan bantuan katalis. Ketahanan PVC terhadap asam, lemak, oli dan deterjen membuat PVC sering dijadikan bahan utama pipa distribusi air, sering juga PVC dijadikan plastik pelapis lantai dan plastik lembaran, bahkan PVC sampai saat ini masih digunakan sebagai bahan pembuat pintu dan jendela. Sifat isolasi yang baik terhadap listrik menjadikan PVC sebagai bahan pembuat instalasi listrik tertentu (Mujiarto, 2005). Faktor yang harus diperhatikan dalam

penggunaan PVC adalah masalah keselamatan dan lingkungan. PVC memiliki sifat sifat yang ditunjukkan dalam tabel 2.1 dibawah ini.

**Tabel 2.1.**Sifat sifat PVC (Smith, 2017)

Sifat	Nilai
Massa Jenis	1,45 g/cc
Daya Serap Air	0,06 %
Kekerasan <i>Rockwell</i>	115 skala R
Kuat Tarik	55 MPa
Modulus Tarik	2833 MPa
Kuat Bending	90 MPa
Modulus Bending	3316 MPa
Impak Izod	1,0 ft-lb/in
Temperatur defleksi	102 C
Resistensi Kimia	Class B

#### 2.2.4 Serat Kenaf

Kenaf (*Hibiscus Cannabinus L*) sudah lama dibudidayakan di Indonesia dan pada tahun 1986/1987 mencapai luas 26.000 ha yang tersebar di Lampung, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Kalimantan Selatan. Kenaf memiliki keunggulan beradaptasi luas pada berbagai kondisi lahan dan memiliki toleransi yang tinggi terhadap kondisi cekaman abiotik seperti: genangan air, kekeringan, dan pH tanah yang rendah (masam). Serat kenaf banyak digunakan sebagai bahan baku berbagai industri seperti: *fibre board*, *geo-textile*, *soil remediation*, *pulp* dan kertas, tekstil, karpet, kerajinan tangan, dll. *Fibre board* dari serat kenaf saat ini digunakan sebagai bahan untuk interior mobil seperti langit-langit, pintu, dushboard, dll. Selain itu, *fibre board* juga banyak digunakan pada industri eletronik untuk casing TV, radio, tape, dll. Pengembangan tanaman kenaf diprioritaskan pada lahan bonorowo (lahan banjir) yang tidak sesuai untuk tanaman lain pada waktu banjir. Dengan menyempitnya area bonorowo (akibat dari perbaikan jaringan irigasi), tanaman kenaf mulai dikembangkan pada daerah lahan

masam di daerah Kalimantan Timur dan lahan kering di Jawa. Produksi kenaf di kawasan Asia Tenggara ditunjukkan oleh tabel 2.2

**Tabel 2.2** Produksi kenaf kawasan Asia Tenggara (Munawar dalam Subyakto dan Gopar, 2009)

Fiber sources	Indonesia	Thailand	Philippines	Burma	Vietnam	South-East Asia	% of World
Abaca	0.6	-	71.9	-	-	72.5	74.2
Cotton	8.9	15.2	1.2	55.2	23.9	110.4	0.6
Jute	-	5.3	-	36.4	14.5	57.3	2.0
Kenaf, etc.	5.9	60.0	-	0.1	-	65.9	13.2
Kapok	79.9	44.5	-	-	-	124.5	100
Ramie	0.3	-	1.6	-	-	3.0	2.1
Sisal	0.5	0.1	-	-	-	0.6	0.2

Pengembangan kenaf saat ini diarahkan pada lahan sub optimal di Jawa, Sumatera, Kalimantan, dan Sulawesi karena telah ada varietas unggul yang mempunyai daya adaptasi tinggi terhadap genangan, kekeringan, maupun pH rendah (Sudjindro, 2012). Produk berbahan baku kenaf secara tidak langsung juga mengurangi emisi gas rumah kaca melalui beberapa mekanisme (Santoso *et al*, 2015). Tabel 2.3 menunjukkan kekuatan mekanis dan komposisi kimia serat kenaf.

**Tabel 2.3** Sifat dan Komposisi Kenaf (Akil, 2011)

Sifat dan Komposisi Kimia	Nilai
Massa jenis	1,4 g/cm <sup>3</sup>
Tegangan tarik	930 MPa
Modulus Elastisitas	53 GPa
Elongasi	1,6 %
Pektin	3-5 %
Selulosa	45-57 %
Hemiselulosa	21,5 %
Lignin	8-13 %

### 2.2.5 Serat *E-glass*

Serat gelas merupakan salah satu serat sintetis yang banyak digunakan pada komposit polimer. Kelebihan dari serat gelas adalah *low cost, high tensile strength*,

*high chemical resistance* dan sebagai insulator yang baik. Kekurangan dari serat gelas yakni *relatively low fatigue resistance*, memiliki tingkat abrasi yang tinggi (*during handling*) sehingga dapat menurunkan kekuatannya, densitas yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan serat sintetis lainnya

*Glass fiber* dibagi menjadi tiga kelas, yaitu *E-glass*, *S-glass* dan *C-glass*. *C-glass* ditujukan untuk penggunaan pada aplikasi kelistrikan, *S-glass* digunakan untuk kekuatan tinggi dan *E-glass* digunakan untuk ketahanan korosi yang tinggi. *E-glass* terbuat dari *lime-alumina-borosilicate* yang dapat dengan mudah diperoleh dari kelimpahan bahan baku seperti pasir. Berikut ini merupakan tabel komposisi dan menunjukkan sifat dari serat *E-glass*, seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.3 dan tabel 2.4

**Tabel 2.4** Komposisi serat *E-glass* (Malick 2007)

Type	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O
E-glass	54.5	14.5	17	4.5	8.5	0.5
S-glass	64	26	—	10	—	—

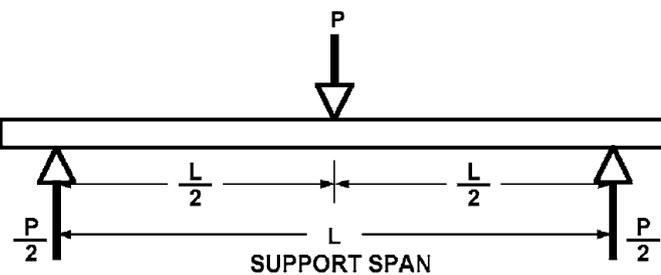
**Tabel 2.5** Sifat dari serat *E-glass* (Munawar dalam Subyakto dan Gopar, 2009)

Sifat	Nilai
Massa Jenis	2,42 g/cm <sup>3</sup>
Kuat Tarik	2400 MPa
E-Modulus	73 GPa
Spesifik Modulus	29 E-modulus/massa jenis

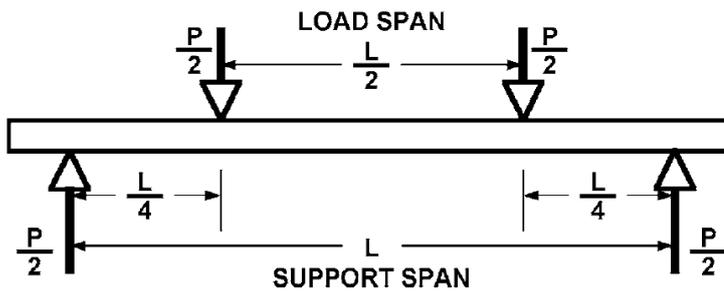
### 2.2.6 Pengujian Bending

Pengujian bending dilakukan dengan cara meletakkan spesimen pada sebuah alat kemudian ditekan. Bagian atas spesimen akan mengalami tekanan dan bagian bawah spesimen akan mengalami tegangan tarik yang akan menyebabkan spesimen mengalami patahan (Wona dkk, 2015). Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanis (tegangan bending, regangan bending, dan modulus elastisitas) suatu material.

Pengujian bending dapat dilakukan dengan metode *three-point bending* (Gambar 2.6) dan *four-point bending* (Gambar 2.7). Kedua cara tersebut sama namun yang membedakan hanyalah pembebanan yang diberikan. Pada *three-point bending* pembebanan yang diberikan hanya satu, sedangkan pada *four-point bending* pembebanan yang diberikan ada dua.



**Gambar 2.6** *Three-point bending* (ASTM D790)



**Gambar 2.7** *Four-point bending* (ASTM D7264)

Contoh standar ASTM pengujian bending dengan material yang terbuat dari bahan polimer (plastik) menggunakan standar ASTM D790, ASTM D6272, ASTM D7264, semua disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Standar pengujian bending yang digunakan dalam penelitian ini adalah ASTM D790-03.

Perhitungan tegangan pada bending ditentukan dengan persamaan sebagai berikut.

$$\sigma_f = \frac{3PL}{2bd^2} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

$\sigma_f$  = Tegangan (MPa)

$P$  = Beban (N)

$L$  = *Support span* (mm)

$b$  = Lebar (mm)

$d$  = Tebal (mm)

Apabila rasio *support span* bending tebal lebih dari 16 maka menggunakan persamaan berikut.

$$\sigma_f = \left(\frac{3PL}{2bd^2}\right) \left[1 + 6\left(\frac{D}{L}\right)^2 - 4\left(\frac{d}{L}\right)\left(\frac{D}{L}\right)\right] \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

$D$  = defleksi (mm)

Sedangkan untuk mengetahui modulus elastisitas komposit dapat dihitung menggunakan persamaan 2.3 sebagai berikut.

$$E_B = \frac{L^3 m}{4bd^3} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

$E_B$  = Modulus Elastisitas

$L$  = *support span* (mm)

$m$  = garis tangen

### 2.2.7 Pengujian Daya Serap Air dan *Thickness Swelling*

Serat alam yang mempunyai sifat hidrofilik membuat suatu komposit yang dipadukan dengan serat alam dapat menyerap air. Hal ini dapat dipengaruhi oleh sesuai banyak sedikitnya komposisi serat alam yang ada didalam komposit. Meskipun matriks menggunakan bahan polimer yang umumnya bersifat hidrofobik, namun adanya pori-pori yang ada pada sebuah komposit membuat air masuk

sehingga dapat diserap oleh serat alam tersebut. Pengujian dimaksudkan untuk melihat kemampuan suatu material dalam menyerap air dalam kondisi yang sudah ditentukan sesuai standar. pengujian daya serap air untuk polimer dan komposit menggunakan standar ASTM D570.

Berikut adalah persamaan untuk menghitung pertambahan berat dalam uji daya serap air.

$$DSA = \frac{B1-B2}{B1} \times 100 \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

DSA = daya serap air (gram)

B1 = berat sebelum perendaman (gram)

B2 = berat setelah perendaman (gram)

Dan berikut persamaan 2.5 untuk menghitung *thickness swelling*.

$$Ts = \frac{T2-T1}{T2} \times 100 \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

Ts = *thickness swelling* (%)

T1 = tebal sebelum perendaman (mm)

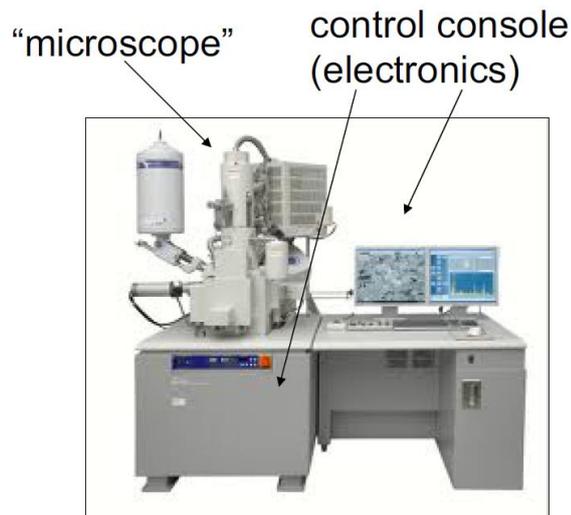
T2 = tebal setelah perendaman (mm)

### 2.2.8 SEM (*Scanning Electron Microscope*)

SEM merupakan mikroskop elektron yang digunakan untuk mengamati morfologi permukaan suatu material dengan memanfaatkan berkas elektron. Instrumen SEM mampu menghasilkan gambar dari suatu objek dengan perbesaran sampai skala 0,1 nm (Permanasari dkk, 2010). SEM dapat melakukan perbesaran  $10 - 3 \times 10^6$  kali, *depth of field* 4 – 0.4 mm, dan resolusi sebesar 1 – 10 nm. Kombinasi dari perbesaran yang tinggi, *depth of field* yang besar, resolusi yang baik sehingga membuat SEM banyak digunakan untuk penelitian (Prasetyo, 2011).

Prinsip kerja SEM adalah menembak permukaan benda dengan berkas elektron bertegangan tinggi. Permukaan benda yang dikenai berkas akan memantulkan kembali berkas elektron tersebut atau akan menghasilkan elektron

sekunder ke segala arah. Tetapi ada satu arah di mana hasil berkas tersebut dipantulkan dengan intensitas tertinggi. Detektor di dalam SEM akan mendeteksi elektron yang dipantulkan dan menentukan lokasi berkas yang dipantulkan. Arah tersebut memberi informasi bentuk permukaan benda. Pada saat dilakukan pengamatan, lokasi permukaan benda yang ditembak dengan berkas elektron di-scan ke seluruh area pengamatan. Kita dapat melakukan pengaturan perbesaran untuk mebatasi area pengamatan. Berdasarkan arah pantulan berkas pada berbagai titik pengamatan maka bentuk permukaan benda dapat dilihat menggunakan program pengolahan gambar yang ada dalam komputer atau CRT (Khairurrijal dkk, 2008). Berikut adalah gambar alat uji SEM yang ditunjukkan pada gambar 2.8.



**Gambar 2.8** Alat uji SEM (Redetic, 2011)