

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Beberapa negara maju mulai mengembangkan teknologi komposit hibrida serat sintetis dan serat alam sebagai material yang lebih ramah lingkungan. Pada dekade terakhir ini, komposit serat alam menjadi alternatif di beberapa negara maju seperti China, Amerika Serikat, dan negara – negara di Eropa dalam penggunaan peralatan olahraga seperti, stik golf, raket tenis, rangka sepeda, dan lain-lain (Zhang, 2015).

Penggunaan *Poly Vinyl Chloride* (PVC) di industri sangat diminati karena PVC merupakan polimer yang murah, fleksibel, dan tidak mudah terbakar. Namun penggunaan PVC mempunyai permasalahan dalam tingkat stabilitas thermal yang rendah (Kollár & Zsoldos, 2012). Kekuatan bending PVC *foams* dengan perbedaan densitas pada tiap spesimen, yaitu 75, 130, 260, dan 300 kg/m³. Diperoleh kekuatan tarik PVC paling besar ada pada PVC dengan densitas terbesar yaitu 300 kg/m³ dengan nilai pembebanan sebesar 110 N dengan *displacement* sebesar 15 mm (Kanny dkk, 2002). PVC bersifat responsive terhadap aditif fungsional yang memungkinkan untuk pembuatan produk kaku dan fleksibel, berguna dalam aplikasi keteknikan (Wirawan *et al.*, 2009). Mencampur PVC dengan serat alam merupakan alternatif yang dapat mengurangi kelemahan sekaligus meningkatkan keunggulannya.

Sisal adalah salah satu tanaman yang paling banyak ditemukan di lingkungan sekitar. Serat sisal diperoleh dengan cara mengekstraksi daun tanaman sisal. Serat sisal ini banyak digunakan sebagai tali dan kerajinan tangan karena memiliki kekuatan tarik yang tinggi. Serat sisal mengandung 85% sellulosa, 5% lignin, 10% hemi-selulosa, komposisi kimia serat sisal tergantung pada asal tanaman, usia tanaman, dan cara mendapatkan serat. Menurut John & Naidu (2004), yang melakukan penelitian tentang pengaruh alkalisasi serat sisal terhadap kekuatan bending, serat sisal dialkalisasi dengan NaOH dengan konsentrasi 2% dan kemudian dikeringkan dengan alat pemanas dengan suhu 70°C selama 3 jam. Serat sisal dipotong sepanjang 10 mm. Matriks yang

digunakan adalah resin polyester dan styrene dengan perbandingan 75 : 25. Serat yang digunakan sebanyak 5% dan 8% dihasilkan kekuatan lentur 30,06 MPa dan 50,21 MPa. Pada penelitian lain menyatakan alkalisasi dengan NaOH konsentrasi 5% menunjukkan hasil yang lebih tinggi yaitu sekitar 69 MPa untuk serat sisal dengan panjang 5 mm (Bakri dkk, 2012). Perbedaan terletak pada resin yang digunakan yaitu epoksi resin.

Serat karbon merupakan serat sintesis yang ringan namun mempunyai kekuatan tarik dan modulus elastisitas yang tinggi. Serat karbon berperan sebagai pengikat guna meneruskan tegangan yang diterima oleh matriks. Kadar serat yang meningkat memberikan efek pendek penguatan dan ketangguhan dari serat karbon, serta terjadi tegangan geser tinggi antara serat dan matriks. Struktur jaringan serat karbon pendek dan mekanisme ketangguhan meningkatkan properti serat karbon, hal tersebut berpengaruh dalam menghasilkan komposit yang kuat (Tiesong et al. , 2009). Untuk itu serat karbon saat ini sudah mulai digunakan sebagai bahan komposit.

Proses alkalisasi adalah proses menghilangkan komponen penyusun yang ada di dalam serat alam seperti lignin, hemiselulosa, atau pectin. Dengan begitu kemampuan tahan air dari suatu serat bisa bertambah sehingga kekuatan serat juga akan bertambah 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 sintesis. 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).

Ray dkk, (2001) melakukan uji bending dengan cara *three point bending test* terhadap komposit serat jute dengan *vinylester* sebagai resin. Pada penelitian tersebut serat jute dialkalisasi dengan NaOH dengan konsentrasi 5% selama 2, 4, 6, dan 8 jam. Spesimen dibentuk silinder dengan diameter 6mm. Mesin yang digunakan dalam *three point bending test* adalah Instron 4303 dimana mesin sudah disetel agar sesuai dengan ASTM D790-81. Panjang spesimen 120 mm dengan jarak span yaitu 100 mm dan kecepatan 2 mm/menit.

2.2. Dasar Teori

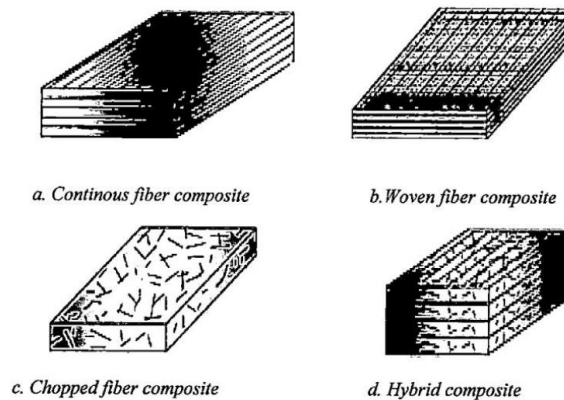
2.2.1. Komposit

Komposit adalah gabungan dua material atau lebih yang berbeda, dimana salah satu dari material tersebut digunakan sebagai material induk (matrik) dan yang lain digunakan sebagai material pengisi dan pengisi tersebut tidak larut antara satu dengan yang lain.

Secara garis besar komposit diklasifikasikan menjadi 3 macam, yaitu :

1. Komposit Serat (*fibre composite*)

Adalah jenis komposit yang paling banyak digunakan. Kandungan bahan kimia dan struktur serat akan mempengaruhi sifat komposit. Kekuatan komposit serat ditentukan oleh aktivitas ikatan kimia maupun ikatan mekanisnya. Ikatan yang kurang sesuai antara serat dan matriks dapat menyebabkan kegagalan (Schwartz, 1984).

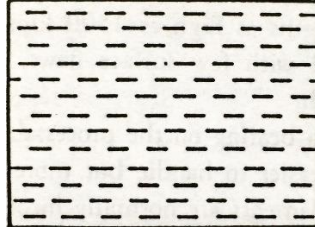


Gambar 2. 1 jenis komposit serat (Gibson, 1994)

Performa kekuatan komposit serat ditentukan oleh orientasi, panjang, bentuk, dan komposisi dari seratnya. Orientasi dibagi dalam tiga tipe, yaitu *one-dimensional reinforcement*, *planar reinforcement*, dan *three-dimensional reinforcement*.

a. *One-dimensional reinforcement*

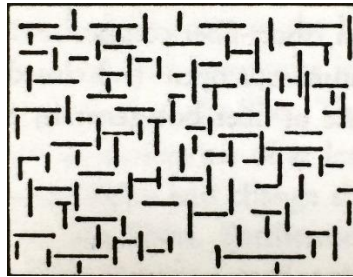
Tipe ini memiliki kekuatan maksimum komposit dan modulus dalam arah serat.



Gambar 2. 2 *One-dimensional reinforcement* (Schwartz, 1984)

b. *Planar reinforcement*

Tipe ini memiliki kekuatan yang berbeda pada setiap orientasi arah serat.



Gambar 2. 3 *Planar reinforcement* (Schwartz, 1984)

c. *Three- dimensional reinforcement*

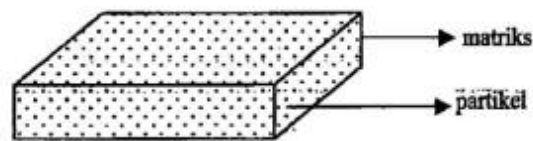
Tipe ini memiliki tatanan isotropic tetapi menurunkan nilai kekuatan.



Gambar 2. 4 *Three- dimensional reinforcement* (Schwartz, 1984)

2. Komposit Partikel (*particulate composite*)

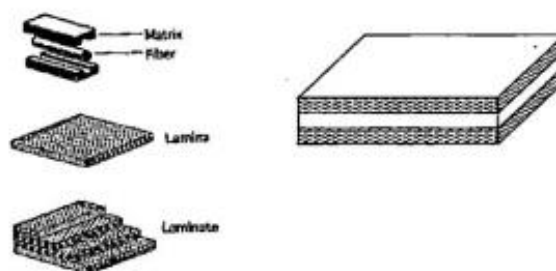
Merupakan komposit yang menggunakan partikel serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriknya (Schwartz, 1984). Komposit ini biasanya mempunyai bahan penguat yang dimensinya kurang lebih sama yang kerap disebut partikel. Partikel yang digunakan bisa logam maupun non logam, seperti halnya matrik. Contoh komposit partikel dapat dilihat pada gambar 2.5



Gambar 2. 5 komposit partikel (Gibson, 1994)

3. Komposit Lapis (*laminar composite*)

Merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabungkan menjadi satu lapis dan setiap lapis memiliki sifat yang berbeda dengan lapis lainnya (Gibson, 1999). Dapat dilihat pada gambar 2.6



Gambar 2. 6 komposit lapis (Gibson, 1994)

Jenis polimer yang sering digunakan (Surdia & Saito, 1999) antara lain:

1. *Thermoplastic*

Thermoplastic adalah jenis plastik yang dapat dilunakkan berulang kali dengan menggunakan panas. *Thermoplastic* merupakan polimer yang

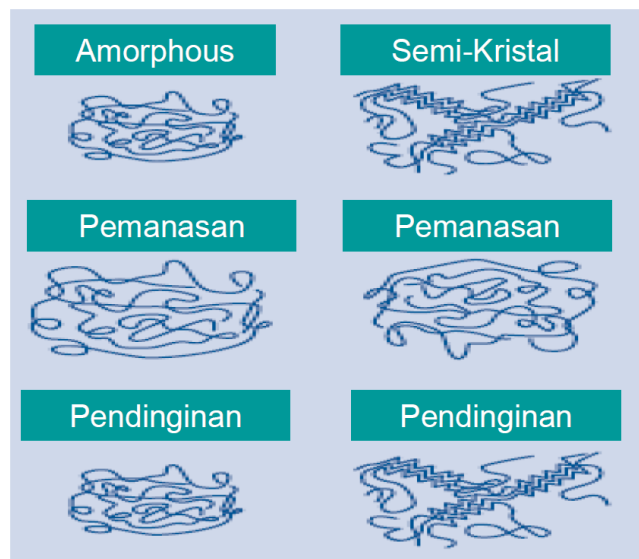
akan meleleh pada temperatur tertentu, melekat mengikuti perubahan suhu dan mempunyai sifat dapat balik kepada sifat aslinya, yaitu kembali mengeras bila didinginkan. Contoh bahan thermoplastic yaitu poliester, Nylon 66, PET, PP,PVC, PTFE, PES dan poliester eterketon (PEEK).

2. *Thermoset*

Thermoset merupakan jenis matriks yang bila telah mengalami pengerasan tidak dapat dilunakkan kembali (*irreversible*). Pemanasan yang tinggi tidak akan melunakkan *thermoset* melainkan akan membentuk arang dan terurai karena sifatnya yang demikian sering digunakan sebagai tutup ketel, seperti jenis-jenis melamin. Contoh dari *thermoset* yaitu *Epoxyresin*, *Bismaleimida (BMI)*, dan *Poli-imida (PI)*.

2.2.2. Polyvinyl Chloride (PVC)

Material plastik yang ada saat ini dibuat dengan bahan dasar minyak bumi, namun hanya sekitar 4% yang bisa dibuat untuk bahan plastik. Plastik dibagi ke dalam 3 bagian yaitu : Termoplastik, Termoset, dan Elastomer. Pada penelitian ini, jenis plastik yang akan digunakan adalah jenis termoplastik. Termoplastik adalah polimer dengan berat molekul tinggi yang tidak terikat dalam jaringan. Termoplastik juga dapat dipanaskan kembali jika produk dari bahan termoplastik rusak. Termoplastik dapat diklasifikasikan menjadi 2 kategori, yaitu semi-kristalin dan *amorphous*. Perbedaan semi-kristalin dan *amorphous* (amorf) adalah ikatan pada struktur molekulnya, dimana amorf ikatan antar molekulnya tidak teratur sedangkan semi-kristal adalah kombinasi antara rangkaian teratur yang dihubungkan oleh rangkaian tidak teratur. Salah satu contoh termoplastik amorf adalah PVC. Di dunia, PVC menempati urutan ketiga sebagai polimer yang banyak digunakan setelah *polypropilene* dan *polyethylene*.



Gambar 2. 7 Perbedaan struktur molekul amorf dan semi-kristal (Budiyantoro)

Penggunaan *Poly VinylChloride* (PVC) di industri sangat diminati karena PVC merupakan polimer yang murah, fleksibel, dan tidak mudah terbakar. Namun penggunaan PVC mempunyai permasalahan dalam tingkat stabilitas thermal yang rendah (Kollár & Zsoldos, 2012). Tegangan tarik PVC adalah sekitar 4060 MPa dan modulus elastisitasnya mempunyai 2-7 GPa dengan densitas 1380-1410 kg / m³. PVC bersifat responsive terhadap aditif fungsional yang memungkinkan untuk pembuatan produk kaku dan fleksibel, berguna dalam aplikasi keteknikan. (Wirawan *et al.*, 2009).

2.2.3. Serat Sisal

Di Indonesisa tumbuhan sisal banyak ditemukan di pinggir pantai. Tumbuhan sisal banyak ditemukan di Indonesia karena tumbuhan sisal tumbuh subur pada iklim tropis. Meskipun bukan tumbuhan asli Indonesia, namun kebutuhan sisal (terutama serat sisal) dalam negeri masih bisa terpenuhi oleh sisal yang ditanam di dalam negeri.

Daun tumbuhan sisal dapat diekstrak sehingga menghasilkan serat sisal. Daun sisal dengan berat 600 gram dapat menghasilkan sekitar 3% berat serat sisal atau sekitar 1000 helai serat (Kusumastuti, 2009). Satu helai

serat sisal mempunyai komposisi : 78% selulosa, 8% lignin, 10% hemiselulosa, 2% *waxes*, dan 1% *ash* (Bisanda & Ansell, 1991). Panjang serat sisal sekitar 1-1,5 meter dengan diameter 100mm – 300mm.

Kekuatan tarik serat sisal tunggal tidaklah sama sepanjang serat. Umumnya serat bagian bawah serat memiliki kekuatan tarik yang lebih rendah dari bagian tengah dan atas serat. Bagian tengah serat lah yang mempunyai kekuatan tarik paling tinggi.

Tabel 2.1 Sifat serat sisal (Sreekumar dkk, 2009)

Diameter (μm)	100-300
Densitas (g/cm^3)	1,450
Selulosa (%)	65-78
Hemiselulosa (%)	10-14
<i>Pectin</i> (%)	10
<i>Lignin</i> (%)	9,9
<i>Waxes</i> (%)	2
<i>Elongation t Break</i> (%)	4-9
Kekuatan Tarik (MPa)	365
<i>Young Modulus</i> (MPa)	12250

2.2.4. Serat Karbon

Serat karbon ditemukan pertama kali pada tahun 1958 oleh Roger Bacon. Kemudian pada tahun 1960, Richard Millington menyempurnakan temuan tersebut sehingga sifat mekanis yang dimiliki serat karbon menjadi lebih tinggi. Dibandingkan serat sintetis lainnya, karbon merupakan serat dengan sifat mekanis tertinggi sehingga dinyatakan sebagai serat terkuat. Sifat kuat dan ringanlah yang membuat serat karbon ini memiliki keunggulan lebih dibanding serat sintetis lainnya.

Serat karbon banyak digunakan dibidang olahraga dan otomotif seperti pembuatan mobil, motor, dan peralatan olahraga. Sifat mekanis yang tinggi adalah alasan kenapa serat karbon banyak dipakai pada bidang

otomotif dan olahraga. Pada kedua bidang tersebut serat karbon banyak digunakan sebagai *filler* untuk material komposit dengan menggunakan matrik polimer. (Lin dkk, 2008) meneliti tentang komposit bermatriks geopolimer dengan *filler* serat karbon. Variasi panjang serat karbon yaitu 2 mm, 5 mm, 10 mm didapatkan hasil uji bending tertinggi pada panjang serat 5 mm dengan hasil 91,3 MPa. Meskipun serat karbon memiliki sifat mekanis yang tinggi namun salah satu kelemahan serat karbon adalah kurang mengikatnya serat karbon dengan polimer. Hal ini karena sifat alami serat karbon yang kurang mengikat dengan bahan kimia (Zhang, 2004).

Berikut adalah keuntungan dan kelemahan serat karbon yang membuatnya banyak digunakan sebagai *filler* didalam komposit :

Keuntungan :

- Ringan
- Kekuatan tarik tinggi
- Tahan korosi
- Ekspansi termal rendah
- Dengan penggunaan resin yang tepat, serat karbon dapat tahan terhadap sinar ultra violet.

Kekurangan :

- Biaya pembuatan yang tinggi
- Tidak ramah lingkungan
- Serat karbon akan ikut rusak jika komposit yang menggunakan *filler* serat karbon rusak.

2.2.5. Alkalisasi

Perbedaan sifat antara matriks (polimer) dan serat alam membuat suatu komposit mempunyai kualitas yang jelek. Sifat *hydrophilic* pada serat alam dan sifat *hydrophobic* yang kebanyakan terdapat pada polimer menyebabkan serat alam perlu dilakukan alkalisasi (Akil dkk, 2011). Jika serat alam tidak dialkalisasi maka ikatan antar serat dan matriks akan lemah.

Selain itu, serat yang tidak dialkalisasi akan menyebabkan *void* pada komposit yang akan menurunkan sifat mekanis komposit tersebut.

Alkalisasi pada serat bisa dilakukan dengan berbagai cara diantaranya adalah dengan menggunakan larutan dan *heat treatment*. Larutan yang biasa digunakan untuk alkalisasi ini adalah larutan NaOH (Natrium Hidroksida), KOH (Kalium Hidroksida), dan LiOH (Lithium Hidroksida). Ketiga larutan tersebut banyak digunakan untuk alkalisasi serat alam dengan tujuan untuk membersihkan serat alam dari hemiselulosa dan lignin

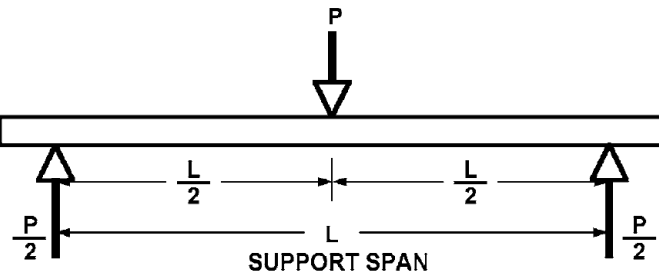
Dalam beberapa kasus alkalisasi dengan menggunakan larutan juga dipakai pada serat sintetis seperti serat karbon yang dialkalisasi dengan menggunakan larutan yaitu larutan H₂ (hidrogen cair) meskipun ada juga serat sintetis yang dialkalisasi dengan menggunakan *heat treatment*. Alkalisasi pada serat karbon bertujuan untuk membersihkan lapisan *amorphous* yang buruk (Zhang dkk, 2004).

2.2.6. Pengujian Bending

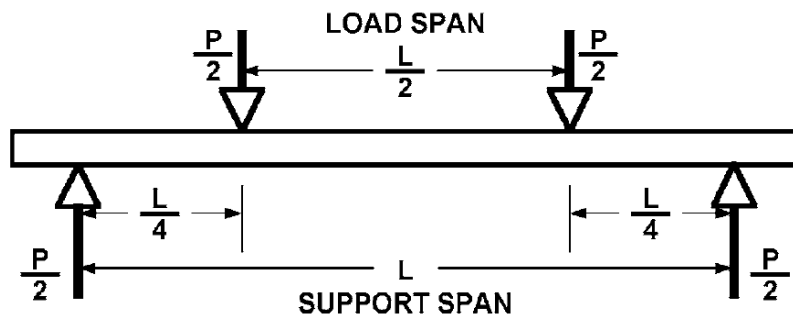
Pengujian bending merupakan salah satu pengujian untuk mengetahui sifat mekanis (tegangan bending, regangan bending, dan modulus elastisitas) suatu material. Pengujian bending dilakukan dengan cara meletakkan spesimen pada sebuah alat kemudian ditekan. Bagian atas spesimen akan mengalami tekanan dan bagian bawah spesimen akan mengalami tegangan tarik yang akan menyebabkan spesimen mengalami patahan (Wona dkk, 2015). Standar pengujian bending untuk tiap material berbeda-beda. Contoh standar pengujian bending material yang terbuat dari bahan polimer (plastik) menggunakan standar ASTM D790, ASTM D6272, ASTM D7264. Standar pengujian bending yang digunakan dalam penelitian ini adalah ASTM D790-02.

Pengujian bending dapat dilakukan dengan cara *three-point bending* dan *four-point bending*. 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. Tidak ada pengaruh yang besar terhadap hasil yang didapatkan dari kedua cara pengujian itu. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.11 dan 2.12



Gambar 2. 8 three-point bending (ASTM D7264)



Gambar 2. 9 four-point bending (ASTM D7264)

Perbedaan *three-point bending* dan *four-point bending* adalah letak tegangan bending maksimum dan momen bending maksimum. Dimana pada *four-point bending* letak momen bending ada ditengah-tengah gaya pembebanan yang diberikan, sedangkan letak tegangan bending maksimum bisa berpindah-pindah disekitar gaya pembebanan yang diberikan. Sedangkan pada *three-point bending* letak tegangan maksimum ada pada sekitar *load span*.

Untuk menentukan tegangan bending yang berdasarkan ASTM D790 dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.1 sebagai berikut :

$$\sigma_f = \frac{3 PL}{2bd^2} \dots\dots\dots [2.1]$$

Keterangan :

σ_f	=	tegangan bending (Mpa)
P	=	beban (N)
L	=	<i>support span</i> (mm)
b	=	lebar (mm)
d	=	tebal (mm)

Akan tetapi jika rasio perbandingan *support span* dan tebal spesimen lebih dai 16 maka menggunakan persamaan 2.2 sebagai berikut :

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

Keterangan :

D	=	defleksi (mm)
---	---	---------------

Sedangkan untuk menentukan modulus elastisitas bending digunakan persamaan 2.3 sebagai berikut :

$$E_B = \frac{L^3 m}{4bd^3} \dots\dots\dots [2.3]$$

Keterangan :

E_B	=	modulus elastisitas (GPa)
m	=	slope (N/mm)

Kemudian regangan bending maksimal terjadi dimana perubahan nilai perpanjang elemen permukaan luar spesimen uji di bagian tengah. Untuk menentukan besarnya nilai regangan bending dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.4 berikut :

$$\epsilon_f = \frac{6Dd}{L^2} \dots\dots\dots [2.4]$$

Keterangan :

ϵ_f	=	regangan bending (mm/mm)
--------------	---	--------------------------

2.2.7. Water Absorption (Penyerapan Air)

Persentase berat air yang mampu diserap sampel dan serat didalam air disebut penyerapan air, sedangkan banyaknya air yang terkandung dalam sampel dan serat disebut kadar air. Pengujian penyerapan air dilakukan terhadap semua variasi sampel yang ada, data hasil penimbangan berat sampel kering dan sampel basah. Serat alam yang mempunyai sifat hidrofilik membuat suatu komposit yang dipadukan dengan serat alam dapat menyerap air sesuai banyak sedikitnya 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.

Pengujian penyerapan air mengacu pada ASTM D570 tentang prosedur pengujian, dimana bertujuan untuk menentukan besarnya prentase air yang masuk atau terserap oleh sampel yang direndam dengan variasi perendaman. Pengujian penyerapan air (*Water absorbtion*) dilakukan pada masing-masing sampel pengeringan. Lama perendaman dalam air dilakukan secara bertahap 6 jam, 12 jam, 18 jam, dan 24 jam dalam suhu kamar. Massa awal sebelum direndam diukur dan juga massa sesudah perendaman.

Berikut adalah persamaan 2.5 untuk menghitung pertambahan berat dalam uji penyerapan air.

$$WA = \frac{B2-B1}{B2} \times 100 \dots\dots\dots[2.5]$$

Keterangan :

WA = penyerapan air (%)

B1 = berat sebelum perendaman (gram)

B2 = berat setelah perendaman (gram)

Kemudian berikut persamaan 2.6 untuk menghitung *thickness swelling*.

$$Ts = \frac{T2-T1}{T2} \times 100 \dots\dots\dots[2.6]$$

Keterangan :

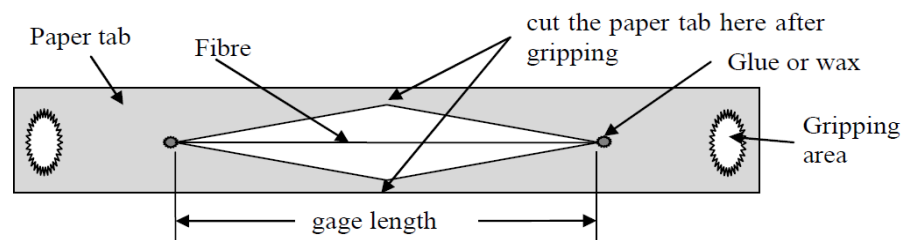
Ts = penyerapan air (%)

T1 = tebal sebelum perendaman (mm)

T2 = tebal setelah perendaman (mm)

2.2.8. Uji Serat Tunggal

Pengujian serat tunggal dilakukan untuk mengetahui sifat mekanis serat tunggal diantaranya tegangan tarik, modulus elastisitas, dan regangan. Serat tunggal yang akan diuji biasanya terdiri dari beberapa sampel. Bentuk spesimen uji serat tunggal dapat dilihat pada gambar 2.13.



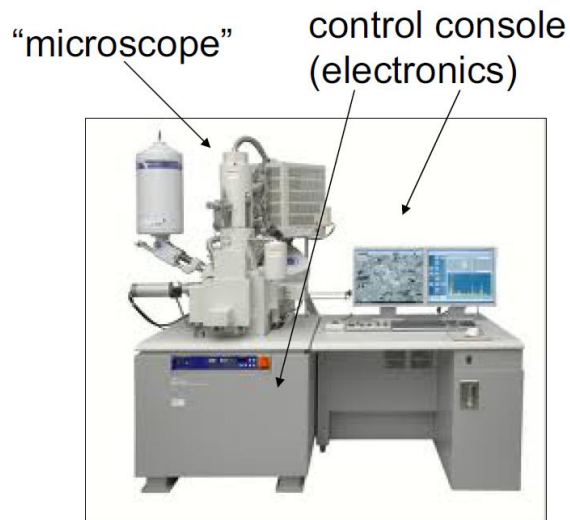
Gambar 2. 10 Bentuk spesimen uji serat tunggal (Ilankeeran, 2012)

Menurut Nugraha (2011) yang menguji serat rami tunggal yang dialkalisasi menggunakan NaOH 5% diperoleh hasil 598 MPa. Posisi serat harus benar-benar lurus dan terbebas dari awal (*initial stress*), kemudian serat direkatkan membentang pada celah yang sudah dibuat pada karton menggunakan lem. Setelah dipasang pada mesin uji dan dibuat celahnya, spesimen diberi pembebanan secara gradual hingga putus dan secara simultan grafik gaya dan perpanjangannya direkam.

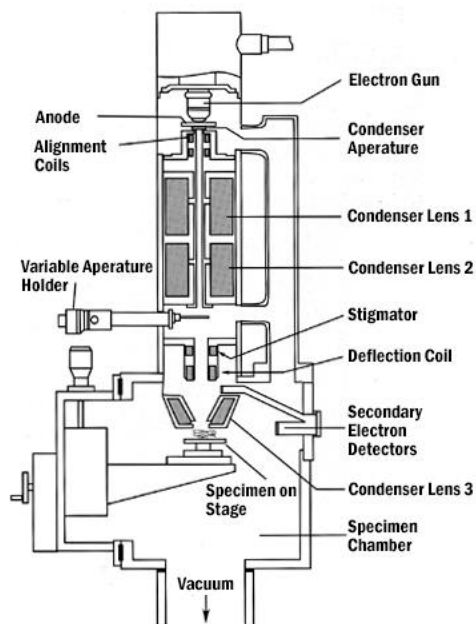
2.2.9. SEM (Scanning Electron Microscope)

SEM (*Scanning Electron Microscope*) adalah sebuah alat (mikroskop elektron) yang dapat mengamati permukaan suatu objek dengan perbesaran 10-3.000.000 kali sesuai dengan kebutuhan. Sesuai namanya alat SEM menggunakan sinyal elektron yang ditembakkan pada spesimen yang akan diuji sehingga dapat mengamati struktur permukaan objek. Sekarang teknologi SEM banyak digunakan berbagai bidang seperti morfologi, komposisi kimia, struktur kristal, dan masih banyak lagi. SEM

yang dilengkapi dengan EDS (*Electron Dispersive X-ray Spectroscopy*) dapat melihat lebih detail pada skala yang lebih kecil daripada SEM.



Gambar 2. 11 Alat SEM (Redetic, 2011)



Gambar 2. 12 Bagian-bagian SEM (Redetic, 2011)

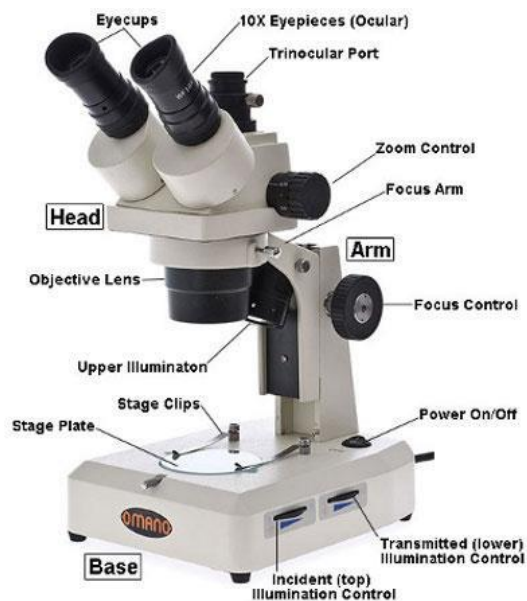
2.2.10. Pengujian Foto Makro

Proses karakterisasi serat dan komposit menggunakan alat bantu tambahan dikarenakan objek yang diamati berukuran mikro (μm) yang tidak bias dilihat dengan mata telanjang. Mikroskop merupakan salah satu alat bantu yang biasa digunakan untuk mengamati objek berukuran sangat kecil

dengan cara memperbesar bayangan objek hingga berkali – kali lipat, bayangan objek yang diamati dapat diperbesar 40 kali, 100 kali, 400 kali, bahkan 1000 kali. Perbesaran yang mampu dijangkau semakin meningkat seiring dengan perkembangan teknologi.



Gambar 2. 13 Mikroskop optik di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Gambar 2. 14 Bagian-bagian mikroskop optik

Bagian yang paling penting dalam sebuah mikroskop terdapat pada lensa okuler (*eyepiece*) dan lensa objektif serta terdapat tiga bagian utama bagian *head*, *arm*, dan *base* seperti yang terlihat pada di atas.