

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 TINJAUAN PUSTAKA

Kekuatan mekanik dari suatu komposit serat dipengaruhi oleh fraksi volume serat, semakin banyak fraksi volume serat maka semakin tinggi kekuatan komposit serat tersebut (Gibson, 1994). Seperti penelitian yang dilakukan oleh Hariyanto (2009) yang melakukan penelitian fraksi volume komposit serat kenaf dan serat rayon bermatriks poliester terhadap kekuatan tarik dan impak dengan variasi fraksi volume serat sebesar 10%, 15%, dan 20%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik tertinggi pada variasi fraksi volume serat $V_f = 15\%$ untuk komposit serat rayon sebesar 51,23 MPa lebih tinggi dibandingkan kekuatan tarik komposit serat kenaf 28,35 MPa. Sedangkan kekuatan impak tertinggi pada fraksi volume $V_f = 20\%$ untuk serat rayon sebesar 0,31 J/mm² lebih tinggi dibandingkan dengan komposit serat kenaf sebesar 0,14 J/mm².

Penelitian yang membahas mengenai komposit hibrid menggunakan dua serat yang berbeda dalam satu matriks telah diteliti sebelumnya, misalnya Boimau, et al., (2012) meneliti pengaruh fraksi volume serat terhadap kekuatan tarik komposit hibrid serat lontar dan serta glass bermatriks *poliester*. Fraksi volume serat adalah 20%, 30%, dan 40%. Spesimen uji dibuat dari tiga jenis komposit yakni komposit berpenguat serat lontar, serat glass, dan hybrid. Hasil pengujian menunjukkan nilai kekuatan tarik tertinggi pada fraksi volume serat $V_f = 30\%$ untuk komposit serat lontar sebesar 14,23 MPa, serat glass sebesar 89,62 Mpa, dan komposit hibrid (serat lontar-glass) sebesar 60,8 MPa. Hasil ini menunjukkan bahwa komposit hibrid dapat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai kekuatan tarik komposit.

Joseph, *et.,al* (1993) meneliti pengaruh panjang serat sisal terhadap sifat tarik komposit serat sisal bermatriks *polyethylene*. Fraksi volume serat dan matriks 30% / 70% dengan variasi panjang serat 2,1 mm, 5,8 mm dan 9,2 mm. Oreantasi serat yang digunakan adalah serat acak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panjang serat 5,8 mm memiliki kekuatan tarik tertinggi yaitu sebesar 31,12 MPa.

Ghozali (2017) meneliti karakterisasi kuat tarik komposit laminat hibrid serat kenaf dan *e-glass* bermatriks PP. Perbandingan fraksi volume serat dan matriks adalah 20/80 dan fraksi volume serat hibrid (kenaf dan *E-glass*) adalah 50/50, 40/60, dan 30/70. Hasil pengujian menunjukkan nilai kekuatan tarik tertinggi pada fraksi serat 50/50 yaitu sebesar 11,72 MPa, kemudian kekuatan tarik fraksi volume serat 40/60 dan 30/70 masing-masing sebesar 11,48 MPa dan 11,06 MPa. Hasil pengujian tarik ini menunjukkan bahwa semakin bertambahnya fraksi serat *e-glass* dapat menurunkan kekuatan mekanik komposit hibrid.

Putra (2017) meneliti karakterisasi sifat tarik komposit laminat hibrid serat kenaf dan *e-glass* bermatriks PP. Perbandingan fraksi volume serat dan matriks yaitu 30/70, dengan variasi perbandingan fraksi volume serat kenaf dan *E-glass* adalah (10:20), (15:15), dan (20:10). Hasil penelitian menunjukkan nilai kekuatan tarik komposit hibrid tertinggi pada perbandingan serat (20:10) yaitu sebesar 48,36 MPa. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa kekuatan tarik komposit hibrid cenderung meningkat dengan bertambahnya volume serat kenaf.

Hui, et al., (2013) meneliti komposit hibrid menggunakan *double* matriks dengan satu serat. Perbandingan rasio PLA dan PP adalah PLA : PP = 9:1, 4:1, 3:1, dan 1:1 dengan fraksi volume serat sisal 10%, 15%, dan 20% ditambahkan dengan 5% MAPP sebagai *compatibilizer*. Spesimen dicetak dengan menggunakan injection molding. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa ketangguhan impak dengan nilai terbaik pada rasio 1:1 dibandingkan dengan sampel yang lainnya. Pada kekuatan tarik serat sisal bermatrik PLA/PP sebesar 38 MPa, dan ketangguhan impak dengan nilai tertinggi sebesar 27 J/mm².

Dairi, et al., (2015) juga telah meneliti komposit hibrid yang menggunakan *double* matriks. Komposit hibrid terbuat dari serbuk kayu diperkuat *polypropilene* dan daur ulang *polyethylene terephthalate* (r-PET). Perbandingan PP/r-PET/serbuk kayu masing-masing sebesar, (70% / 20% / 10%), (60% / 20% / 20%), dan (50% / 20% / 30%) . Pengujian mekanik yang dilakukan adalah uji tarik dan uji bending. Dari hasil pengujian didapatkan nilai tertinggi untuk pengujian tarik dan pengujian

bending terdapat pada perbandingan PP/r-PET/serbuk kayu (70%/20%/10%) yaitu masing-masing sebesar 25,2 Mpa untuk uji tarik dan 35,5 Mpa untuk uji bending.

Selain faktor fraksi volume, faktor perlakuan kimia pada serat alam juga mempengaruhi dari sifat mekanik pada komposit serat alam tersebut. Sifat serat alam yang hidrofilic tidak sesuai dengan sifat dari PP dan LDPE yang hidropobic. Jika serat alam tidak dilakukan treatment terlebih dahulu maka akan terjadi ikatan yang lemah antara serat alam dan matriksnya karena perbedaan sifat tersebut. Alkalisasi menggunakan NaOH adalah treatment untuk mengatasi hal tersebut. Penelitian mengenai treatment tersebut telah dilakukan sebelumnya oleh Ray et al., (2001) yang melakukan penelitian perlakuan permukaan serat jute dengan larutan alkali 5% selama 0, 2, 4, 6, dan 8 jam, dilanjutkan dengan pencucian serat untuk menetralkan larutan alkali dengan asam asetat, dan serat dikeringkan pada temperatur kamar selama 48 jam kemudian dioven pada 100 °C selama 6 jam. Hasil menunjukkan serat jute meningkatkan modulus elastisitasnya sebesar 12%, 68% dan 79% setelah perlakuan berturut-turut selama 4, 6, dan 8 jam. *Tenacity* serat juga meningkat 46% setelah 6 dan 8 jam perlakuan. Namun perlakuan permukaan 8 jam menurunkan presentasi renggangan patah serat 23%. Hasil pengujian kekuatan lentur komposit menunjukkan bahwa perlakuan selama 4 jam menghasilkan nilai kekuatan tertinggi dengan kurva *tenacity* dan % renggangan patah bertemu pada satu titik.

Purwanto, et al., (2014) melakukan penelitian karakteristik morfologi dan strukturmikro serat kenaf akibat perlakuan kimia. Proses *scouring* serat kenaf dilakukan dengan larutan 6% NaOH dan setelah itu dilakukan proses *blanching*. Dengan larutan 10 g/L NaOH dan 100 mL/L H₂O₂. Hasilnya proses *scouring* dengan NaOH mengakibatkan tingkat kekerasan permukaan yang lebih tinggi akibat terurainya komponen non-selulosa, penambahan H₂O₂ pada proses *blanching* mampu meningkatkan kecerahan serat dan memperkecil ukuran diameter serat. Secara umum, perlakuan kimia yang diberikan serat kenaf tidak merusak struktur serat dan mampu menghilangkan komponen non-selulosa yang ada pada serat.

Sosiati, et al., (2015) meneliti pengaruh perlakuan alkali terhadap kekuatan tarik dan permukaan morfologi serat. Serat kenaf digunakan sebagai bahan uji dan di rendam kedalam NaOH dengan konsentrasi larutan sebesar 6% dan 9% . Ada 4 variasi perendaman serat yang digunakan yaitu larutan 6% selama 1 jam menggunakan suhu ruangan, larutan 6% selama 1 jam menggunakan suhu 100°C, larutan 6% selama 3 jam menggunakan suhu 100°C, dan konsentrasi larutan 9% selama 1 jam menggunakan suhu 100°C. Hasil penelitian menjelaskan bahwa alkalisasi serat kenaf dengan konsentrasi larutan 6 % NaOH menggunakan suhu ruangan memiliki kekuatan mekanik serat paling tinggi.

Dari beberapa penelitian di atas menunjukkan bahwa komposit hibrid memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai kekuatan tarik komposit jika dibandingkan dengan komposit yang hanya menggunakan satu serat saja dan kekuatan mekanik dari suatu komposit dipengaruhi oleh fraksi volume serat, semakin banyak fraksi volume serat maka semakin tinggi nilai kekuatan mekanik komposit tersebut, selain faktor fraksi volume serat, perlakuan pada serat alam juga mempengaruhi sifat mekanik pada komposit serat alam tersebut. Namun, perlakuan alkalisasi yang salah dapat menurunkan kekuatan mekanik dari serat alam tersebut.

2.2 LANDASAN TEORI

2.2.1 Pengertian Komposit

Sebenarnya kita telah lama berinteraksi dan mengenal komposit. Misalnya, seorang petani memperkuat tanah liat dengan jerami, pengrajin besi membuat pedang secara berlapis, dan beton bertulang merupakan beberapa jenis komposit yang sudah lama kita kenal (Diharjo,2003).

Menurut definisi, komposit adalah struktur yang dibuat dari bahan yang berbeda-beda, ciri-cirinya pun tetap terbawa setelah komponen tersebut terbentuk. Kata komposit berasal dari kata "*to compose*" yang berarti menyusun atau menggabung. Secara sederhana bahan komposit adalah suatu bahan yang merupakan gabungan atau campuran dari dua material atau lebih pada skala makroskopis untuk

membentuk material baru yang lebih bermanfaat. *Makroskopis* yang dimaksud adalah bahwa material pembentuk dalam matrik masih terlihat seperti aslinya (Jones, 1975). Sama halnya dengan *alloy* yang digabungkan untuk membentuk material ketiga yang lebih bermanfaat, namun *alloy* digabungkan secara *mikroskopis* sehingga unsur pendukungnya tidak kelihatan karena bercampur merata. Pada dasarnya penyusun komposit terdiri dari dua material, yaitu:

1. Matriks

Matriks adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan).

2. Penguat (*reinforcement*)/pengisi (*Filler*)/serat (*fiber*)

Salah satu bagian utama dari komposit adalah *reinforcement* (penguat) yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit.

2.2.2 Faktor Yang Mempengaruhi Komposit

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi performa komposit, diantaranya :

1. Faktor Serat

Serat memiliki pengaruh yang sangat besar pada material komposit, dikarenakan serat menjadi bahan penguat pada komposit yang berfungsi menahan gaya yang terjadi. Menurut (Nahyudin,2016) faktor yang mempengaruhi pada bahan penguat serat, diantaranya :

- a. Panjang serat

Ada dua jenis panjang serat yang digunakan dalam campuran komposit yaitu serat panjang dan serat pendek. Serat panjang memiliki keuntungan, seperti menghasilkan penguatan yang lebih tinggi, penyusutan serat rendah, dan lebih stabil dalam dimensi. Sedangkan keuntungan serat pendek adalah mudah dalam proses pembuatan dan tidak memerlukan waktu yang lama dalam pembuatannya.

- b. Oreantasi serat

Oreantasi serat akan menentukan kekuatan mekanik dari komposit, oreantasi serat satu arah menghasilkan kekuatan dan kekakuan yang sangat tinggi.

c. Bentuk serat

Pada dasarnya bentuk serat adalah lingkaran, akan tetapi bentuk lingkaran ini kekuatannya lebih kecil dibandingkan serat yang berbentuk persegi ataupun berbentuk heksagonal.

d. Material serat

Material serat merupakan faktor yang secara langsung menentukan kekuatan mekanik komposit. Serat gelas, aramid, dan grafit adalah salah satu contoh material serat yang kuat dari pada serat alam.

2. Faktor Matriks

Matriks berfungsi mengikat serat menjadi sebuah unit yang terstruktur, mendistribusikan tekanan pada serat, dan melindungi serat dari perusakan eksternal. Sifat-sifat matrik harus diperhatikan dalam membuat komposit, seperti tahan terhadap panas, dan tahan terhadap guncangan.

3. Faktor Ikatan

Faktor yang mempengaruhi ikatan adalah *void*. *Void* timbul karena adanya udara yang terjebak didalam komposit saat pembuatan material komposit. Adanya celah pada komposit menyebabkan ikatan antara serat dan matriks kurang baik, sehingga apabila komposit menerima beban maka tegangan akan berpindah ke daerah *void* dan menyebabkan kekuatan komposit tersebut menurun (Schwartz, 1984).

2.2.3 Klasifikasi Material Komposit

2.2.3.1 Bahan Matriks

Menurut Mathews, et al.,(1993) berdasarkan bahan matriksnya material komposit dibagi menjadi 3, yaitu :

a. Komposit matriks keramik/ *Ceramic Matrix Composite* (CMC).

Pada komposit CMC ini, keramik adalah bahan yang digunakan sebagai matriks.

b. Komposit matriks logam/ *Metal Matrix Composite* (MMC).

MMC adalah komposit yang menggunakan logam sebagai bahan matriksnya.

c. Komposit matriks polimer/ *Polymer Matrix Composite* (PMC).

PMC merupakan bahan komposit yang sering digunakan dan lebih dikenal sebagai polimer berpenguat serat.

2.2.3.2 Bahan Pengisi

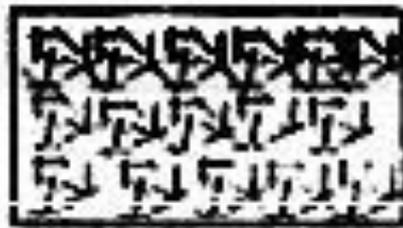
Berdasarkan bentuk material dan penyusunnya, komposit diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Komposit Serat (*Fibrous Composite*)

Komposit serat, bahan penguat yang digunakan berupa serat. Serat yang digunakan pada umumnya jauh lebih kuat di banding matriksnya.

Komposit serat dibedakan berdasarkan orientasi seratnya, yaitu :

- a. Serat pendek acak (*Discontinuous Fiber*), serat yang digunakan di potong pendek dan dicampur dengan matriksnya kemudian tersusun secara acak, dapat dilihat pada Gambar 2.1.



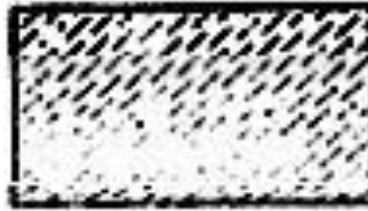
Gambar 2.1 *Discontinuous Fiber* (Gibson,1994)

- b. Serat panjang kontinyu (*Continuous Fiber*), serat yang digunakan relatif panjang bercampur dengan matriks dan tersusun secara teratur, dapat dilihat pada Gambar 2.2.



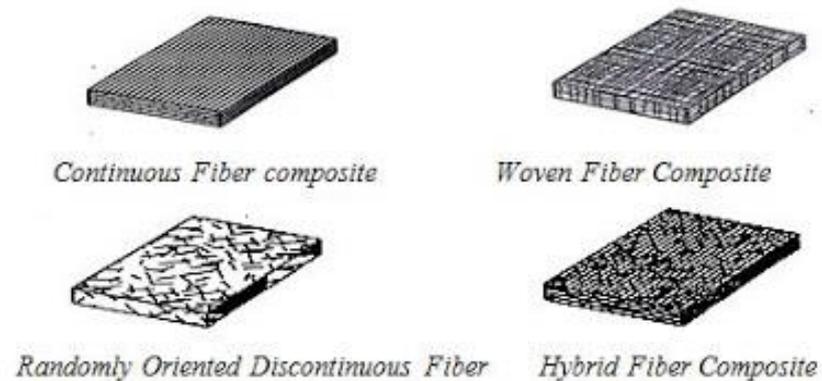
Gambar 2.2 *Continuous Fiber* (Gibson,1994)

- c. Komposit serat Anyam (*Woven Fiber Composite*), merupakan komposit yang menggunakan serat yang diaanyam. Komposit ini tidak terpengaruh pemisahan antar lapisan karena susunan serta seratnya yang mengikat antar lapisan.



Gambar 2.3 *Woven Fiber Composite* (Gibson,1994)

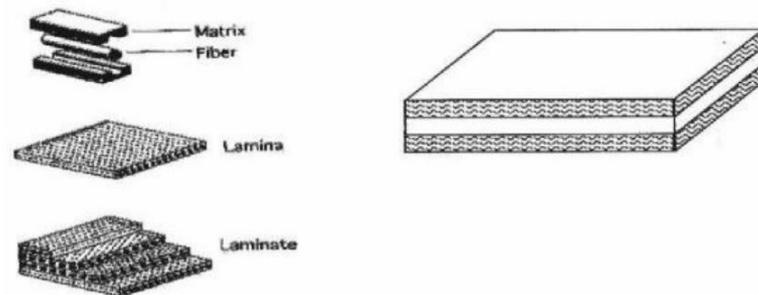
- d. *Hybride Fiber Composite*, merupakan komposit yang menggabungkan antara tipe serat lurus dengan serat acak, atau menggabungkan serat yang berbeda jenis. Hal ini bertujuan agar dapat saling menutupi kekurangan dari sifat kedua jenis serat tersebut.



Gambar 2.4 Orientasi Serat Komposit (Gibson,1994)

2. Komposit Laminat (*Laminate Composite*)

Komposit laminat merupakan komposit yang matrik dan bahan penguatnya tersusun secara berlapis-lapis. Material komposit laminat terdiri dari dua bahan lapisan yang berbeda yang trikat bersama.



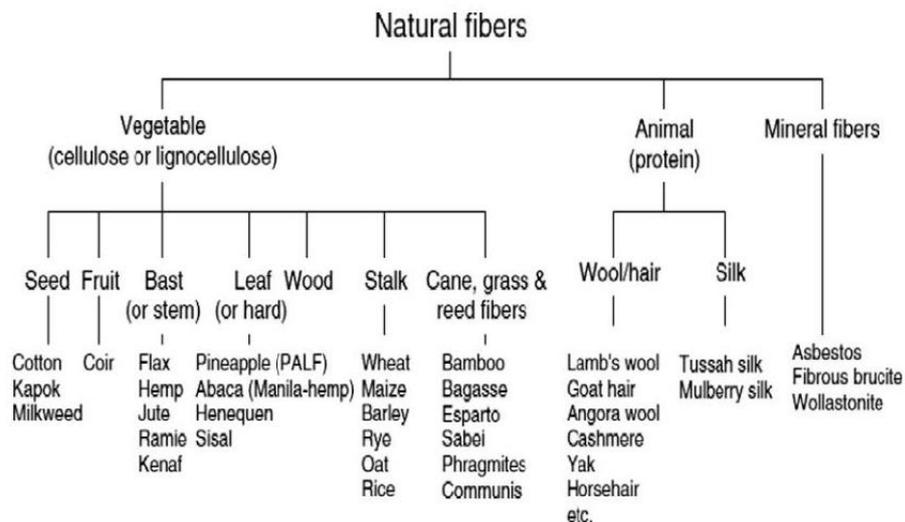
Gambar 2.5 Komposit Laminat (Gibson,1994)

3. Komposit Partikel (*Particulate Composite*)

Komposit partikel merupakan komposit yang bahan penguatnya berupa partikel-partikel kecil yang tersebar secara merata dalam matriksnya. Partikel dapat berupa logam atau bukan logam dalam matriksnya.

2.2.4 Serat Alam

Serat alam adalah kumpulan berbagai macam serat yang secara alami dibentuk oleh tanaman dan hewan . Serat alam terbagi menjadi tiga macam yaitu, serat alam yang berasal dari tumbuhan, mineral, dan hewan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6.

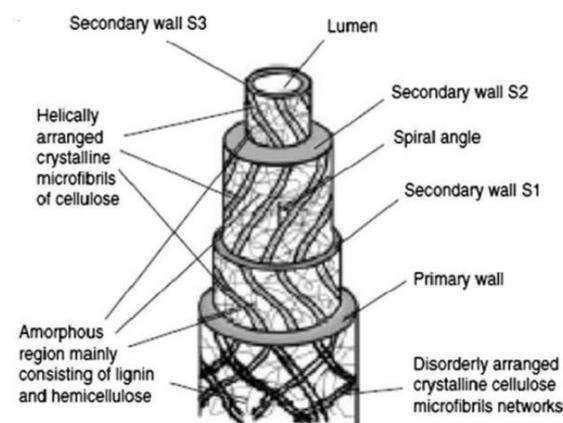


Gambar 2.6 Klasifikasi Serat Alam (Mohanty, *et al.*,2005)

Struktur serat alam yang ditunjukkan pada Gambar 2.7 terdiri dari inti sentral yang disebut lumen yang bertugas membawa air dan nutrisi, dan juga dinding sel yang terdiri dari beberapa lapisan yaitu lamella tengah, dinding primer yang tipis,

dan dinding sekunder dengan kandungan amorf yang terdiri dari komponen lignin dan hemiselulosa dan tersusun dari dinding sekunder (S1), dinding sekunder tengah (S2), dan dinding sekunder internal (S3).

Selulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel pada serat alam dan tidak pernah ditemui dalam keadaan murni, melainkan berkaitan dengan lignin, dan hemiselulosa membentuk lignin selulosa. Kandungan selulosa pada serat alam sangat tinggi mencapai 35-50% dari berat kering tanaman (Lee R. Lynd *et al.*, 2002).



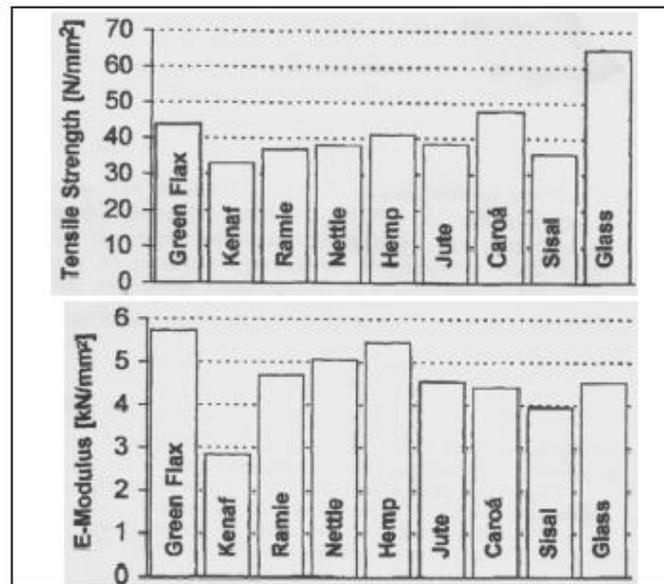
Gambar 2.7 Struktur Serat Alam (Rouison D.*et al.*, 2004)

2.2.5 Serat Kenaf (*Hibiscus Cannabinus L.*)

Tanaman kenaf (*Hibiscus cannabinus L.*), dikembangkan di Indonesia sejak tahun 1979/1980 beresama tanaman rosela (*Hisbiscus sabdariffa L.*), dan tanaman yute (*Corchorus capsularis L.*) yang dikenal dengan program ISKARA (Intesifikasi Serat Karung Rakyat), saat ini hanya tanaman kenaf yang berkembang di Indonesia dan dimanfaatkan untuk bahan baku *fiberboard* untuk interior mobil (Sudjindro, 2011), salah satunya adalah PT. ABA di Jawa Timur yang memproduksi *fiberboard* tersebut (Sudjindro, 2007).

Di Indonesia tanaman kenaf terdapat di Propinsi Jawa Barat, Jawa Timur, Jawa Tengah, Lampung, dan Kalimantan Selatan. Tanaman kenaf dapat dipanen setelah berumur 4 bulan dengan tinggi batang mencapai 2,5- 4,2 meter dan diameter 2,7 cm (Fauziah, 2009).

Serat kenaf berpotensi sebagai penguat komposit karena keunggulannya yang dapat diperbaharui (*rewnable*), ringan, murah, ramah lingkungan, dapat terbiodegradasi, tiak beracun, non-abrasif, sifat mekanik tinggi, dan berlimpah diindonesia (Peijs, 2002). Produksi serta kenaf di dunia sekitar 970.000 ton/tahun, mengalahkan produksi serat rosella 250.00 ton/tahun, rami 100.00 ton/tahun, dan abaca 70.000 ton/tahun (Eichhorn, 2001). Jenis serat alam tersebut hanya digunakan sebagai karung goni sehingga memiliki nilai ekonomis yang rendah, untuk menaikkan harga ekonomis yang tinggi dan meningkatkan nilai teknologi dari serat kenaf maka pemanfaatan serat kenaf sebagai penguat komposit adalah salah satu langkah yang tepat (Hariyanto,2015).



Gambar 2.8 Kuat Tarik dan Modulus Elastis Dari Jenis – Jenis Serat
(Mokhtar, et al, 2007)

2.2.6 Matriks

Matriks adalah suatu material yang memiliki fraksi volume terbesar (dominan) didalam material komposit dan memberikan peranan yang sangat penting untuk pengikatan material penyusun yang bertugas mendistribusikan beban. Gibson (1994), mengatakan matriks bisa berasal dari polimer, logam, maupun keramik. Pada umumnya matriks yang banyak digunakan pada material komposit untuk

produk komersial, industri dan transportasi adalah *Polymer*. Ada dua macam bahan *Polymer* yang biasa digunakan digunakan, yaitu :

a. Thermoplastik

Thermoplastik adalah bahan yang dapat menjadi lunak apabila dipanaskan dan akan kembali ke bentuk semula bila didinginkan karena molekul-molekulnya tidak mengalami *cross linking* (ikat silang). Contoh dari Thermoplastik adalah PP (*Poly Propylene*), Nylon, PE (*Poly Etylene*), PVC (*Poly Vinyl Chlorida*), PS (*Poly Strrene*), dan lain-lain.

b. Thermosetting

Thermosetting adalah bahan yang tidak dapat didaur ulang karena molekul-molekulnya telah membentuk ikatan silang. Contoh dari Thermosetting adalah *Epoksi, Polyester, Phenolic, Plenol, urea*, dan lain-lain.

2.2.7 PP (*Polypropylene*)

Polypropilen adalah jenis polimer termoplastik yang banyak digunakan untuk produk komersial karena prosesnya yang sangat mudah misalnya proses cetakan, ekstrusi, dan lain-lain. Sifat-sifat *Polypropylene* hampir sama dengan sifat *Polietylene*, diantara bahan polimer *Polypropylene* mempunyai sifat mampu cetak yang baik, termasuk bahan yang paling ringan, massa jenisnya rendah 0,9-0,92 g/cm^3 .

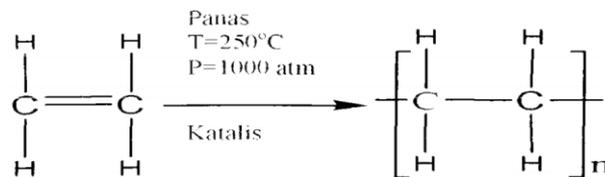
Sifat mekaniknya dapat ditingkatkan sampai batas tertentu dengan mencampurkan *E-glass*. Penggunaan bahan pengisi dan penguat memungkinkan *polypropylene* memiliki mutu kimia yang baik sebagai bahan polimer dan tahan terhadap pemecahan karena tekanan walaupun pada temperatur tinggi. *Polypropilen* mempunyai ketahanan yang baik terhadap bahan kimia anorganik non pengoksida, deterjen, alcohol, dan lain-lain. Tetapi *polypropilen* dapat terdegradasi oleh zat pengoksida seperti asam nitrat dan hidrogen peroksida.

Tabel 2.1 Karakteristik *Polypropylene* (Parlin, 2004)

Deskriptif	<i>Polypropylene</i>
Densitas pada suhu 20°C (gr/cm ³)	0,90
Suhu melunak (°C)	149
Titik lebur (°C)	170
Kristalinitas (%)	60-70
Indeks fluiditas	0,2-2,5
<i>Modulus of elacticity</i> (kg/cm ³)	11000-13000
Tahanan Volumetrik (Ohm cm ²)	1017
Konstanta dielektrik (60-108 cycle)	2,3
Permeabilitas gas-Nitrogen	4,4
Oksigen	23
Gas karbon	92
Uap air	600

2.2.8 PE (*Polyethylene*)

Polyethylene merupakan salah satu jenis plastik yang dibuat melalui proses polimerisasi monomer ethylene. Memiliki sifat ulet, lentur, tahan terhadap bahan kimia, serapan uap air rendah, serta mudah diproses. PE dibuat dengan polimerisasi dari gas etilena (CH₂=CH₂) (Marpaung,2011). Ada 4 jenis *polyethylene* berdasarakan densitasnya, antara lain: LDPE, LLDPE, HDPE, dan MDPE (Marpaung, 2011).



Gambar 2.9 Reaksi Polimerisasi Polietilena

2.2.8.1 LDPE

LDPE (*Low Density Polyethylene*) dibuat dengan cara polimerisasi pada tekanan tinggi. Kekakuan dan kuat tarik LDPE lebih rendah dibandingkan dengan HDPE (*modulus Young* 20.000-30.000 psi dan kuat tarik 1200-200 psi), akan tetapi LDPE memiliki derajat elongasi yang tinggi (400-800%), maka mempunyai ketahan untuk putus yang tinggi. Titik leleh LDPE berkisar 105 °C-115 °C. Dalam perdagangan LDPE sering disebut dengan nama *alathon*, *dylan* dan *fortiflex*.

2.2.8.2 LLDPE

LLDPE (*Linier Low Density Polyethylne*) yaitu kopolimer etilen dengan sejumlah kecil heksana, butan, atau oktan sehingga mempunyai cabang pada rantai utama dengan jarak yang teratur. LLDPE lebih kuat dibandingkan dengan LDPE.

2.2.8.3 HDPE

HDPE (*High Density Polyethylene*) jenis bahan yang memiliki berat jenis sekitar $0,935-0,965 \text{ gr/cm}^3$, dihasilkan dengan cara polimerisasi pada tekanan dan suhu yang rendah ($50-70^\circ\text{C}$). HDPE lebih kaku dibanding dengan LDPE dan MDPE, dan tahan terhadap suhu tinggi sehingga dapat digunakan untuk produk yang akan disterilkan.

2.2.8.4 MDPE

MDPE (*Medium Density Polyethylene*) lebih kaku dari LDPE dan titik lelehnya lebih tinggi dari LDPE. Yaitu berkisar $115^\circ\text{C}-125^\circ\text{C}$.

Polietilene merupakan bahan polimer yang memiliki tingkat kekerasan yang baik, tahan terhadap bahan kimia kecuali oksida kuat dan halida, larut dalam hidrokarbon aromatik dan larutan hidrokarbon yang terklorinasi di atas 70°C . Sifat-sifat dari polietilen sangat dipengaruhi oleh struktur rantai dan kerapatannya. LDPE bersifat lentur, kedap air, ketahanan terhadap listrik yang baik, dan tembus cahaya yang kurang baik dibandingkan dengan HDPE. Kristalinitas LDPE yang rendah disebabkan oleh adanya cabang-cabang dari rantai polimer, menyebabkan LDPE lebih elastis dibandingkan dengan HDPE. Sedangkan HDPE mempunyai sifat kristalinitasnya lebih tinggi dan lebih kaku karena merupakan polimer yang linier. Perbedaan bentuk rantai dan kerapatan ini yang menyebabkan perbedaan sifat dari kedua jenis polietilen ini. Menurut Cowd, (1991) proses pembuatan rantai panjang dari polimer termoplastik polietilen secara umum dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu :

- a. Proses dengan kondisi pada tekanan tinggi yang menghasilkan LDPE.
- b. Proses dengan kondisi pada tekanan rendah yang menghasilkan HDPE.

Tabel 2.2 Sifat Fisik dan Mekanik Polietilen dan Polipropilen(Callister,2007)

Sifat Fisik	LDPE	HDPE	PP
Berat Jenis	0,91-0,93	0,94-0,96	0.90-0.91
Kekuatan Tarik, MPa	8.3-31.4	22.1-31	31-41.4
Modulus Young, GPa	0.17-0.28	1.06-1.09	1.14-1.55
Yield Strength, MPa	9.0-14.5	26.2-31	31.0-37.2
Titik Lebur °C	115	137	175

2.2.9 Alkalisasi

Semua tumbuhan yang belignoselulosa (selulosa, hemiselulosa, dan lignin) seperti kenaf, rotan, sawit, bambu, dan rumput-rumputan memiliki permukaanya yang polar (hidrofilik). Kepolaran ini diakibatkan keberadaan lignin pada permukaan serat. Lignin adalah polimer alami yang terdiri dari molekul-molekul polifenol dan berfungsi mengikat sel-sel kayu satu sama lain sehingga kayu menjadi keras dan kaku (Nuryanto, 2000).

Bila serat digabungkan kedalam polimer seperti *Polypropylene* dan *Polyethylene* yang mempunyai sifat non polar (hidrofobik), suatu ikatan lemah antara polar dan non polar akan terbentuk. Kedua sifat ini akan menyulitkan penggabungan antara serat dan polimer, sehingga menghasilkan komposit dengan kinerja yang lemah, maka dari itu serat alam harus dirubah sifatnya terlebih dahulu menjadi hidrofobik agar serat dan polimer tercampur merata.

Proses alkalisasi pada serat merupakan metode perendaman serat ke dalam basa alkali yang bertujuan untuk melarutkan kandungan lignin yang terdapat pada serat alam, sehingga memperoleh ikatan yang baik antara permukaan matriks dan serat (Maryanti,2011). Sosiati, et al., (2013) menjelaskan bahwa alkalisasi dengan suhu tinggi dapat merusak kandungan lignin dan hemi selulosa pada serat dan dapat menurunkan kekuatan mekanik dari serat tersebut.

2.2.10 Pengujian *Tensile* Komposit

Sama halnya dengan pengujian *tensile* serat, pengujian *tensile* komposit untuk mengetahui sifat-sifat dari suatu material komposit. Uji *tensile* komposit ini

dilakukan dengan cara menarik material komposit secara vertikal hingga komposit putus. Dari uji tarik ini akan didapatkan kurva. Kurva tersebut menunjukkan hubungan antara gaya tarikan dan perubahan panjang. Pada puncak kurva ini menunjukkan titik kritis regangan ketika material putus. Dari puncak kurva yang didapat, kemudian dikalikan dengan beban maksimal yang digunakan. Dari hasil perkalian tersebut dibagi dengan luas penampang uji *tensile*, sehingga didapat hasil uji *tensil* dengan satuan Pa/cm^2 .



Gambar 2.10 Kurva hubungan gaya tarik terhadap pertambahan panjang

Kekuatan tarik dari komposit dapat dirumuskan sebagai berikut :

a. Tegangan tarik / *Engineering Stress* (σ)

Tegangan tarik didefinisikan sebagai perbandingan antar gaya yang bekerja pada benda dengan luas penampang benda. Secara matematis dituliskan sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A_0} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

σ = *Engineering Stress* (N/mm^2)

F_{maks} = Beban yang diberikan terhadap penampang spesimen (N).

A_0 = Luas penampang awal spesimen sebelum diberikan pembebanan (mm^2)

b. Regangan Tarik / *Engineering Strain* (ϵ)

Regangan didefinisikan sebagai perbandingan antara pertambahan panjang material dengan panjang mula-mula. Secara matematis dituliskan sebagai berikut :

$$\epsilon = \frac{l_t - l_0}{l_0} = \frac{\Delta L}{l_0} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

ϵ = *Engineering Strain*

l_0 = Panjang mula-mula specimen sebelum pengujian (mm)

l_t = Panjang specimen setelah pembebanan (mm)

ΔL = Pertambahan panjang (mm)

Semakin besar tegangan pada sebuah benda, maka semakin besar juga regangannya. Artinya, pertambahan panjang juga semakin besar.

c. Hubungan antara *stress* dan *strain* dirumuskan :

Hubungan antara tegangan dan regangan disebut juga dengan modulus elastisitas, yaitu perbandingan antara tegangan dengan regangan yang dialami oleh suatu benda. Secara matematis ditulis sebagai berikut :

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

E = Modulus Elastisitas atau *Modulus Young* (N/mm^2)

σ = *Engineering Stress* (N/mm^2)

ϵ = *Engineering Strain*

Menurut Surdia, (1999) hal-hal yang mempengaruhi kekuatan tarik komposit antara lain :

a. Temperatur

Apabila temperatur naik, maka kekuatannya akan turun.

b. Kelembapan

Kelembapan ini akan berpengaruh kepada bertambahnya absorbs air, akibatnya akan menaikkan regangan patah, sedangkan tegangan patah dan modulus elastisnya akan menurun.

c. Laju Tegangan

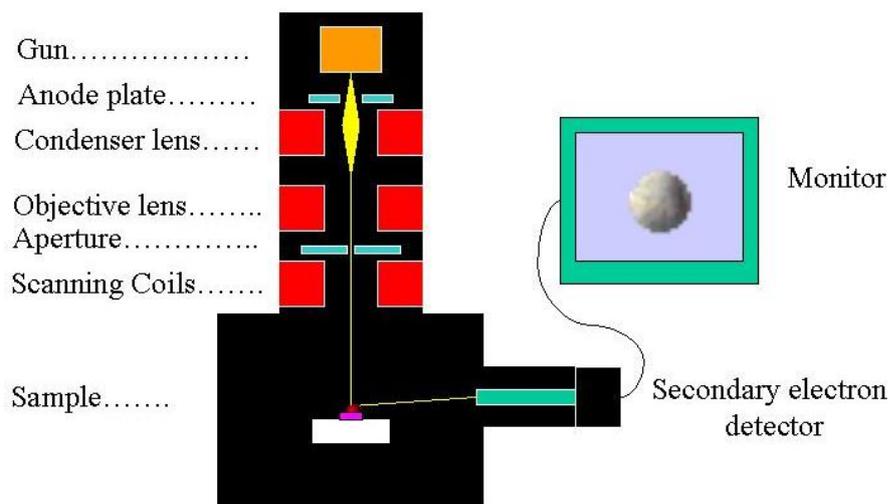
Apabila laju tegangan tinggi, maka beban patah dan modulus elastisnya meningkat tetapi regangannya mengecil (Maryadi, 2013).

2.2.11 Scanning Electron Microscopy (SEM)

Scanning electron microscopy adalah sebuah alat mikroskop elektron yang berfungsi untuk melihat permukaan dari objek solid secara langsung, diantaranya untuk menyelidiki topografi, morfologi, informasi kristalografi, dan komposisi senyawa yang terkandung didalam objek. Pada umumnya, resolusi SEM berada dibawah resolusi TEM. SEM mempunyai dua keuntungan dari pada mikroskop konvensional, yakni perbesaran yang lebih tinggi dan kedalaman pencitraan yang lebih baik.

Terdapat beberapa peralatan utama *Scanning electron microscopy* antara lain :

1. Pistol elektron, berupa flamen yang mudah melepas elektron misal tungsten.
2. Lensa untuk elektron, berupa lensa magnetis untuk membelokkan elektron yang bermuatan negatif yang disebabkan oleh medan magnet.
3. Sistem vakum, untuk menghilangkan molekul udara yang terdapat pada elektron sebelum mengenai benda uji.



Gambar 2.11 Skema cara kerja SEM (iastate.edu)

Prinsip kerja dari SEM (Gb 2.11) ditunjukkan dalam langkah-langkah sebagai berikut :

1. *Electron Gun* menghasilkan electron beam dari filamen. Tegangan yang diberikan kepada lilitan mengakibatkan terjadinya pemanasan. Anoda kemudian akan membentuk gaya yang dapat menarik elektron melaju menuju ke anoda.
2. Kemudian elektron difokuskan menuju ke benda uji oleh lensa magnetik.
3. Setelah itu koil pemindai mengarahkan sinar elektron untuk memindai keseluruhan dari benda uji.
4. Ketika elektron mengenai benda uji maka sampel akan mengeluarkan elektron baru yang akan diterima oleh dektektor dan dikirim ke monitor (CRT).