

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 KOMPOSIT

Komposit adalah material hasil kombinasi makroskopis dari dua atau lebih komponen yang berbeda, dengan tujuan untuk mendapatkan sifat-sifat fisik dan mekanik tertentu yang lebih baik daripada sifat masing-masing komponen penyusunnya (Franciska, 2008). Menurut Robert M. Jones dalam *Mechanics of Composite Material* (1999), bahan komposit berarti dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur secara makroskopis menjadi suatu bahan yang berguna. Bahan tersebut mempertahankan sifatnya dalam komposit yaitu, saling tidak larut atau menggabungkan sepenuhnya satu sama lain. Biasanya, komponen dapat diidentifikasi secara fisik dan menunjukkan sebuah antarmuka antara satu sama lain.

Komponen penyusun dari komposit, yaitu berupa penguat (*reinforcement*) dan pengikat (*matrix*). Kekuatan dan sifat dari komposit merupakan fungsi dari fasa penyusunnya, komposisinya serta geometri dari fasa penguat. Geometri fasa penguat disini adalah bentuk dan ukuran partikel, distribusi, dan orientasinya. Penguat merupakan material yang umumnya jauh lebih kuat dari matriks dan berfungsi memberikan kekuatan tarik. Matriks berfungsi sebagai media transfer beban ke penguat, menahan penyebaran retak dan melindungi penguat dari efek lingkungan serta kerusakan akibat benturan. Oleh karena itu untuk bahan serat digunakan bahan yang kuat, kaku dan getas, sedangkan bahan matrik dipilih bahan-bahan yang liat, lunak dan tahan terhadap perlakuan kimia.



Gambar 1. Gabungan Makroskopis Fasa-Fasa Pembentuk Komposit

Keterangan Gambar :

1. Matriks berfungsi sebagai penyokong, pengikat fasa, penguat.
2. Penguat/serat merupakan unsur penguat kepada matriks.
3. Komposit merupakan gabungan, campuran dua atau lebih bahan bahan yang terpisah.

Keunggulan komposit dapat dilihat dari sifat-sifat unggul dari sifat pembentuknya serta ciri-ciri komposit itu sendiri, antara lain:

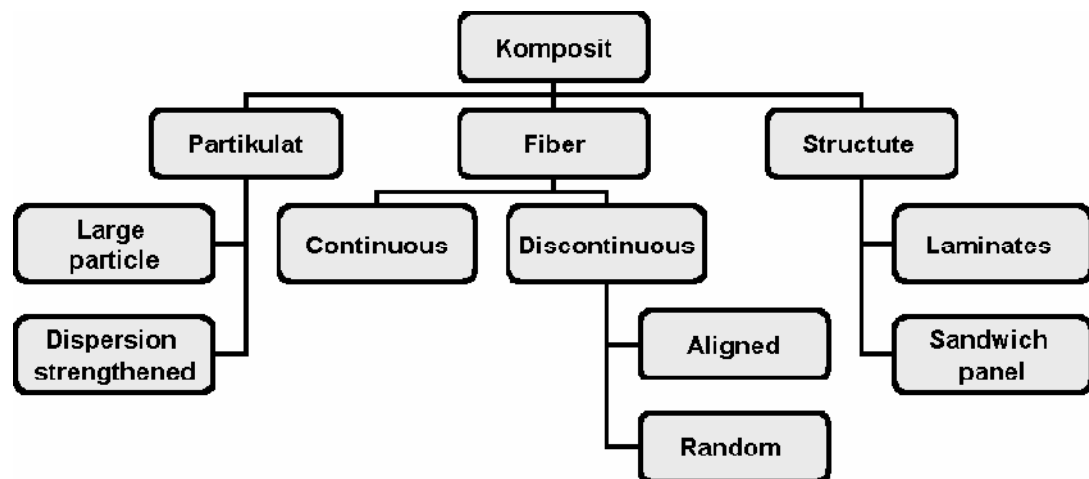
1. Bahan ringan, kuat dan kaku
2. Struktur mampu berubah mengikuti perubahan keadaan sekitarnya
3. Unggul atas sifat-sifat bahan teknik yang diperlukan; kekuatan yang tinggi, keras, liat/kenyal, ringan serta tahan terhadap goresan dan impak.
4. Tidak terpengaruh korosi, dan mampu bersaing dengan logam
5. Tidak kehilangan karakteristik dan kekuatan mekanisnya.

2.1.1 KLASIFIKASI MATERIAL KOMPOSIT

Klasifikasi komposit dapat dibentuk dari sifat dan strukturnya. Bahan komposit dapat diklasifikasikan kedalam beberapa jenis. Secara umum klasifikasi komposit sering digunakan antara lain seperti :

1. Klasifikasi Komposit Berdasarkan Bahan Penguat

Pembagian komposit berdasarkan penguatnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pembagian Komposit Berdasarkan Penguatnya

Sumber: Nayiroh, Tanpa Tahun

a. Komposit serat (*fiber Composite*)

Komposit serat merupakan jenis komposit yang menggunakan serat sebagai penguat. Serat yang digunakan biasanya berupa serat gelas, serat karbon, serat aramid dan sebagainya. Serat ini bisa disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman.

Fiber yang digunakan harus memiliki syarat sebagai berikut :

- a) Mempunyai diameter yang lebih kecil dari diameter bulknya (matriksnya) namun harus lebih kuat dari bulknya.
- b) Harus mempunyai *tensile strength* yang tinggi.

Komposit yang diperkuat dengan serat dapat digolongkan menjadi dua bagian yaitu:

1. Komposit serat pendek (*short fiber composite*)

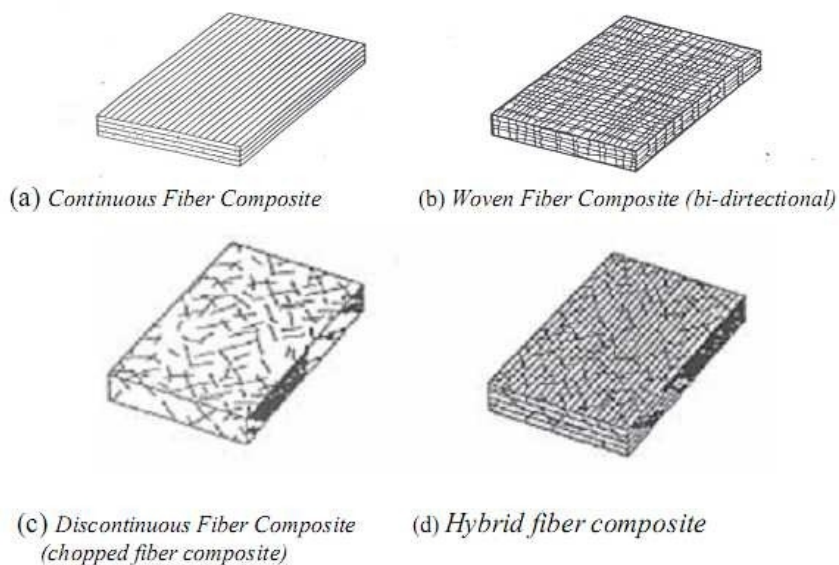
Berdasarkan arah orientasi material komposit yang diperkuat dengan serat pendek dapat dibagi lagi menjadi dua bagian yaitu serat acak (*inplane random orientasi*) dan serat satu arah. Tipe serat acak sering digunakan pada produksi dengan volume besar karena faktor biaya manufakturnya yang lebih murah. Kekurangan dari jenis serat acak adalah sifat mekanik yang masih dibawah dari penguatan dengan serat lurus pada jenis serat yang sama.

2. Komposit serat panjang (*long fiber composite*)

Keistimewaan komposit serat panjang adalah lebih mudah diorientasikan, jika dibandingkan dengan serat pendek. Secara teoritis serat panjang dapat menyalurkan pembebanan atau tegangan dari suatu titik pemakaiannya.

Perbedaan serat panjang dan serat pendek yaitu serat pendek dibebani secara tidak langsung atau kelemahan matriks akan menentukan sifat dari produk komposit tersebut yakni jauh lebih kecil dibandingkan dengan besaran yang terdapat pada serat panjang.

Berdasarkan penempatannya terdapat beberapa tipe serat pada komposit, yaitu :



Gambar 3. Tipe Serat pada Komposit
Sumber: Siregar, 2011

a) *Continuous Fiber Composite*

Continuous atau *uni-directional*, mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk lamina diantara matriksnya. Jenis komposit ini paling banyak digunakan. Kekurangan tipe ini adalah lemahnya kekuatan antar antar lapisan. Hal ini dikarenakan kekuatan antar lapisan dipengaruhi oleh matriksnya.

b) *Woven Fiber Composite (bi-directional)*

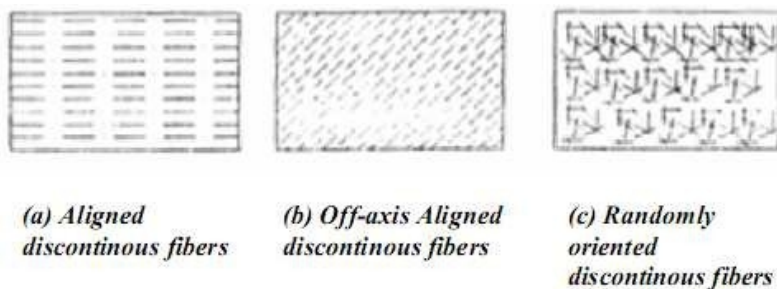
Komposit ini tidak mudah terpengaruh pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya juga mengikat antar lapisan. Akan tetapi susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan tidak sebaik tipe *continuous fiber*.

c) *Discontinuous Fiber Composite (chopped fiber composite)*

Komposit dengan tipe serat pendek masih dibedakan lagi menjadi :

- 1) *Aligned discontinuous fiber*
- 2) *Off-axis aligned discontinuous fiber*
- 3) *Randomly oriented discontinuous fiber*

Beberapa tipe *Discontinuous Fiber Composite* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tipe *Discontinuous Fiber*

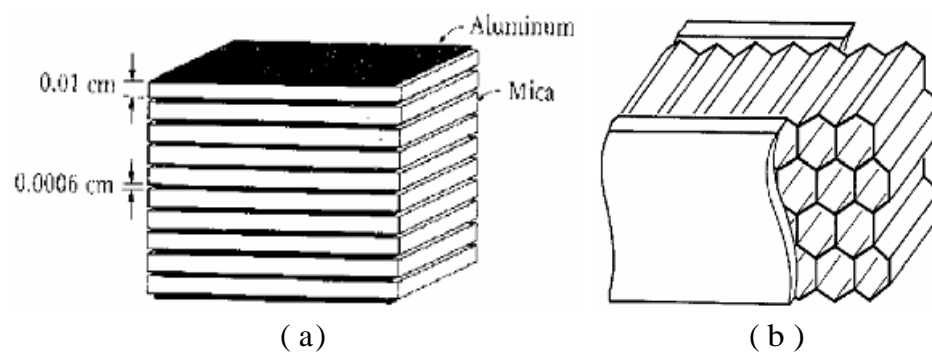
Sumber: Siregar, 2011

d) *Hybrid fiber composite*

Hybrid fiber composite merupakan komposit gabungan antara tipe serat lurus dengan serat acak. Pertimbangannya supaya dapat mengeliminir kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihan keduanya.

b. Komposit Sebagai Struktural (*Structure Composites*)

Komposit struktural dibentuk oleh *reinforce-reinforce* yang memiliki bentuk lembaran-lembaran. Berdasarkan struktur, komposit dapat dibagi menjadi dua yaitu struktur laminate dan struktur *sandwich*, ilustrasi dari kedua struktur komposit tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Ilustrasi Komposit Berdasarkan Strukturnya : a. Struktur *laminat* b. *Sandwich panel*
 Sumber: Nayiroh, Tanpa Tahun

1) *Laminat*

Laminat adalah gabungan dari dua atau lebih lamina (satu lembar komposit dengan arah serat tertentu) yang membentuk elemen struktur secara integral pada komposit dan setiap lapisannya memiliki karakteristik khusus.

2) *Sandwich panels*

Komposit *sandwich* merupakan salah satu jenis komposit struktur yang sangat potensial untuk dikembangkan. Komposit *sandwich* merupakan komposit yang tersusun dari 3 lapisan yang terdiri dari *flat composite (metal sheet)* sebagai kulit permukaan (*skin*) serta material inti (*core*) di bagian tengahnya (berada di antaranya). *Core* yang biasa dipakai adalah *core import*, seperti *polyuretan (PU)*, *polyvinyl Chlorida (PVC)*, dan *honeycomb*.

c. Komposit Partikel (*Particulated Composite*)

Komposit Partikel merupakan komposit yang menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriks. Komposit yang terdiri dari partikel dan matriks yaitu butiran (batu, pasir) yang diperkuat semen yang kita jumpai sebagai beton, senyawa kompleks ke dalam senyawa kompleks. Komposit partikel merupakan produk yang dihasilkan dengan menempatkan partikel-partikel dan sekaligus mengikatnya dengan suatu matriks bersama-sama dengan satu atau lebih unsur-unsur perlakuan seperti panas, tekanan, kelembaban, katalisator dan lain- lain.

Panjang partikel dibedakan menjadi dua, yaitu sebagai berikut :

1) *Large particle*

Komposit yang disusun oleh *reinforcement* berbentuk partikel, dimana interaksi antara partikel dan matriks terjadi tidak dalam skala atomik atau molekular. Partikel seharusnya berukuran kecil dan terdistribusi merata. Contoh dari *large particle composite* adalah *cemet* dengan *sand* atau *gravel*, *cemet* sebagai matriks dan *sand* sebagai partikel atau *gravel*, *Sphereodite steel* (*cementite* sebagai partikulat), *Tire* (karbon sebagai partikulat), *Oxide-Base Cermet* (oksida logam sebagai partikulat).

2) *Dispersion strengthened particle*

- a) Fraksi partikulat sangat kecil, jarang lebih dari 3%
- b) Ukuran yang lebih kecil yaitu sekitar 10-250 nm.

Keuntungan dari komposit yang disusun oleh *reinforcement* berbentuk partikel:

- a) Kekuatan lebih seragam pada berbagai arah
- b) Dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan dan meningkatkan kekerasan material
- c) Cara penguatan dan pengerasan oleh partikulat adalah dengan menghalangi pergerakan dislokasi.

Saat ini jenis komposit yang paling banyak digunakan adalah komposit berpenguat serat. Hal ini karena serat sebagai penguat memiliki keuntungan sebagai berikut:

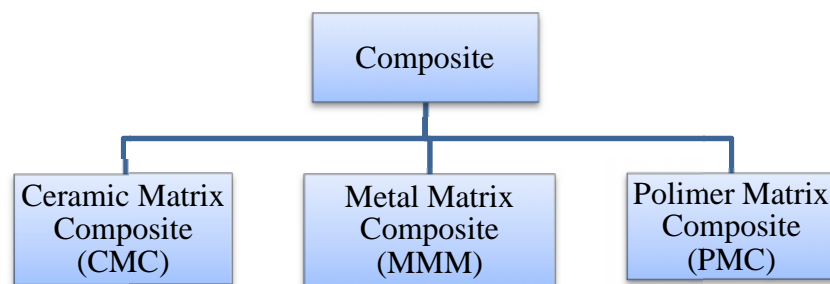
1. Memiliki perbandingan panjang dengan diameter (*aspect ratio*) yang besar. Hal ini menggambarkan bahwa bila digunakan sebagai penguat dalam komposit, serat akan memiliki luas daerah kontak yang luas dengan matriks dibanding bila menggunakan penguat lain. Dengan demikian diharapkan akan terbentuk ikatan yang baik antara serat dengan matriks.
2. "*Size effect*". Serat memiliki ukuran yang kecil sehingga jumlah cacat per satuan volume serat akan lebih kecil dibandingkan material lain. Dengan demikian serat akan memiliki sifat mekanik yang baik dan konsisten.
3. Serat memiliki densitas yang rendah sehingga memiliki sifat mekanik spesifik (sifat mekanik per satuan densitas) yang tinggi.

4. Fleksibilitas serat dan diameternya yang kecil membuat proses manufaktur serat menjadi mudah.

2. Klasifikasi Komposit Berdasarkan Matrik

Berdasarkan matrik, komposit dapat diklasifikasikan kedalam tiga kelompok besar yaitu:

- a. Komposit matrik polimer (KMP), polimer sebagai matrik
- b. Komposit matrik logam (KML), logam sebagai matrik
- c. Komposit matrik keramik (KMK), keramik sebagai matrik



Gambar 6. Klasifikasi Komposit Berdasarkan Bentuk Matriksnya

Sumber: Nayiroh, Tanpa Tahun

- a. Komposit Matrik Polimer (*Polymer Matrix Composites* – PMC)

Kelompok ini paling umum, dikenal juga sebagai *Fiber Reinforced Polymer* (FRP) atau plastik, material ini menggunakan resin berbasis polimer sebagai matriks dan berbagai jenis serat seperti gelas, karbon dan aramid sebagai penguat.

Komposit ini bersifat :

- 1) Biaya pembuatan lebih rendah
- 2) Dapat dibuat dengan produksi massal
- 3) Ketangguhan baik
- 4) Tahan simpan
- 5) Siklus pabrikan dapat dipersingkat
- 6) Kemampuan mengikuti bentuk
- 7) Lebih ringan.

Keuntungan dari PMC :

- 1) Ringan
- 2) *Specific stiffness tinggi*

- 3) *Specific strength tinggi*
- 4) *Anisotropy*

Jenis polimer yang banyak digunakan :

1) *Thermoplastic*

Thermoplastic adalah plastik yang dapat dilunakkan berulang kali (*recycle*) dengan menggunakan panas. *Thermoplastic* merupakan polimer yang akan menjadi keras apabila didinginkan. *Thermoplastic* meleleh pada suhu tertentu, melekat mengikuti perubahan suhu dan mempunyai sifat dapat balik (*reversibel*) kepada sifat aslinya, yaitu kembali mengeras bila didinginkan. Contoh dari *thermoplastic* yaitu Poliester, Nylon 66, PP, PTFE, PET, Polieter sulfon, PES, dan Polieter eterketon (PEEK).

2) *Thermoset*

Thermoset tidak dapat mengikuti perubahan suhu (*irreversibel*). Bila sekali pengerasan telah terjadi maka bahan tidak dapat dilunakkan kembali. Pemanasan yang tinggi tidak akan melunakkan termoset melainkan akan membentuk arang dan terurai karena sifatnya yang demikian sering digunakan sebagai tutup ketel, seperti jenis-jenis melamin. Plastik jenis termoset tidak begitu menarik dalam proses daur ulang karena selain sulit penanganannya juga volumenya jauh lebih sedikit (sekitar 10%) dari volume jenis plastik yang bersifat termoplastik. Contoh dari termoset yaitu Epoksida, Bismaleimida (BMI), dan Poli-imida (PI).

Aplikasi PMC, yaitu sebagai berikut :

- 1) Matrik berbasis poliester dengan serat gelas:
 - a) Alat-alat rumah tangga
 - b) Panel pintu kendaraan
 - c) Lemari perkantoran
 - d) Peralatan elektronika.
- 2) Matrik berbasis termoplastik dengan serat gelas : Kotak air radiator
- 3) Matrik berbasis termoset dengan serat carbon:
 - a) Rotor helikopter
 - b) Komponen ruang angkasa
 - c) Rantai pesawat terbang

b. Komposit Matrik Logam (*Metal Matrix Composites – MMC*)

Metal Matrix composites adalah salah satu jenis komposit yang memiliki matrik logam. Material MMC mulai dikembangkan sejak tahun 1996. Pada mulanya yang diteliti adalah *Continuous Filamen* MMC yang digunakan dalam aplikasi *aerospace*. Penggunaannya meningkat pada industri otomotif, material ini menggunakan logam seperti aluminium sebagai matriks dan memperkuatnya dengan serat seperti silikon karbida.

KelebihanMMCdibandingkandenganPMC :

- 1) Transfer tegangan dan regangan yang baik.
- 2) Ketahanan terhadap temperature tinggi
- 3) Tidak menyerap kelembapan.
- 4) Tidak mudah terbakar.
- 5) Kekuatan tekan dan geser yang baik.
- 6) Ketahanan aus dan muai termal yang lebih baik

KekuranganMMC :

- 1) Biayanya mahal
- 2) Standarisasi material dan proses yang sedikit

MatrikpadaMMC :

- 1) Mempunyai keuletan yang tinggi
- 2) Mempunyai titik lebur yang rendah
- 3) Mempunyai densitas yang rendah

Contoh: Aluminium Titanium beserta paduannya, magnesium beserta paduannya.

AplikasiMMC,yaitusebagaiberikut :

- 1) Komponen automotive (blok-silinder-mesin, *pully*, poros gardan, dll)
- 2) Peralatan militer (sudu turbin, cakram kompresor, dll)
- 3) *Aircraft* (rak listrik pada pesawat terbang)
- 4) Peralatan Elektronik

c. Komposit Matrik Keramik (*Ceramic Matrix Composites – CMC*)

CMC merupakan material 2 fasa dengan 1 fasa berfungsi sebagai *reinforcement* dan 1 fasa sebagai matriks, dimana matriksnya terbuat dari keramik. *Reinforcement* yang umum digunakan pada CMC adalah oksida, *carbide*, dan nitrid. Salah satu proses pembuatan dari CMC yaitu dengan proses

DIMOX, yaitu proses pembentukan komposit dengan reaksi oksidasi leburan logam untuk pertumbuhan matriks keramik disekeliling daerah *filler* (penguat).

MatrikyangseringdigunakanpadaCMCadalah :

- 1) Gelas anorganic.
- 2) Keramik gelas
- 3) Alumina
- 4) Silikon Nitrida

KeuntugandariCMC :

- 1) Dimensinya stabil bahkan lebih stabil daripada logam
- 2) Sangat tangguh , bahkan hampir sama dengan ketangguhan dari cast iron
- 3) Mempunyai karakteristik permukaan yang tahan aus
- 4) Unsur kimianya stabil pada temperature tinggi
- 5) Tahan pada temperatur tinggi (*creep*)
- 6) Kekuatan & ketangguhan tinggi, dan ketahanan korosi tinggi.

KerugiandariCMC:

- 1) Sulit untuk diproduksi dalam jumlah besar
- 2) Relative mahal dan non-cot effective
- 3) Hanya untuk aplikasi tertentu

AplikasiCMC,yaitusebagaiberikut :

- 1) *Chemical processing = Filters, membranes, seals, liners, piping, hangers*
- 2) *Power generation = Combustorrs, Vanrs, Nozzles, Recuperators, heat exchange tubes, liner*
- 3) *Wate inineration = Furnace part, burners, heat pipes, filters, sensors.*
- 4) Kombinasi dalam rekayasa wisker SiC/alumina polikristalin untuk perkakas potong.
- 5) Serat grafit/gelas boron silikat untuk alas cermin laser.
- 6) Grafit/keramik gelas untuk bantalan,perapat dan lem.
- 7) SiC/litium aluminosilikat (LAS) untuk calon material mesin panas.

2.1.2 FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PERFORMA KOMPOSIT

Beberapa faktor yang mempengaruhi performa komposit serat antara lain (Siregar, 2011) :

1. Faktor Serat

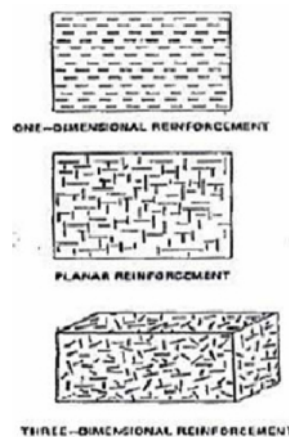
Serat adalah bahan pengisi matrik yang digunakan untuk dapat memperbaiki sifat dan struktur matrik yang tidak dimilikinya, juga diharapkan mampu menjadi bahan penguat matrik pada komposit untuk menahan gaya yang terjadi.

2. Letak Serat

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

- a) *One dimensional reinforcement*, mempunyai kekuatan dan modulus maksimum pada arah axis serat.
- b) *Two dimensional reinforcement* (planar), mempunyai kekuatan pada dua arah atau masing-masing arah orientasi serat.
- c) *Three dimensional reinforcement*, mempunyai sifat *isotropic* kekuatannya lebih tinggi dibanding dengan dua tipe sebelumnya.

Pada pencampuran dan arah serat mempunyai beberapa keunggulan, jika orientasi serat semakin acak (random) maka sifat mekanik pada 1 arahnya akan melemah, bila arah tiap serat menyebar maka kekuatannya juga akan menyebar kesegala arah maka kekuatan akan meningkat.



Gambar 7. Tiga Tipe Orientasi pada *Reinforcement*

Sumber: Siregar, 2011

3. Panjang Serat

Panjang serat dalam pembuatan komposit serat pada matrik sangat berpengaruh terhadap kekuatan. Ada 2 penggunaan serat dalam campuran

komposit yaitu serat pendek dan serat panjang. Serat panjang lebih kuat dibanding serat pendek. Serat alami jika dibandingkan dengan serat sintetis mempunyai panjang dan diameter yang tidak seragam pada setiap jenisnya. Oleh karena itu panjang dan diameter sangat berpengaruh pada kekuatan maupun modulus komposit. Panjang serat berbanding diameter serat sering disebut dengan istilah *aspect ratio*. Bila *aspect ratio* makin besar maka makin besar pula kekuatan tarik serat pada komposit tersebut. Serat panjang (*continuous fiber*) lebih efisien dalam peletakannya daripada serat pendek. Akan tetapi, serat pendek lebih mudah peletakannya dibanding serat panjang. Panjang serat mempengaruhi kemampuan proses dari komposit serat. Pada umumnya, serat panjang lebih mudah penanganannya jika dibandingkan dengan serat pendek. Serat panjang pada keadaan normal dibentuk dengan proses *filament winding*, dimana pelapisan serat dengan matrik akan menghasilkan distribusi yang bagus dan orientasi yang menguntungkan. Ditinjau dari teorinya, serat panjang dapat mengalirkan beban maupun tegangan dari titik tegangan ke arah serat yang lain. Sedangkan komposit serat pendek, dengan orientasi yang benar, akan menghasilkan kekuatan yang lebih besar jika dibandingkan *continuous fiber*. Hal ini terjadi pada *whisker*, yang mempunyai keseragaman kekuatan tarik setinggi 1500 kips/in² (10,3 GPa). Komposit berserat pendek dapat diproduksi dengan cacat permukaan yang rendah sehingga kekuatannya dapat mencapai kekuatan teoritisnya (Schwartz, 1984 : 11).

4. Bentuk Serat

Bentuk serat yang digunakan untuk pembuatan komposit tidak begitu mempengaruhi, yang mempengaruhi adalah diameter seratnya. Pada umumnya, semakin kecil diameter serat akan menghasilkan kekuatan komposit yang lebih tinggi. Selain bentuknya kandungan seratnya juga mempengaruhi (Schwartz, 1984 : 1.4).

5. Faktor Matrik

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

sehingga matrik dan serat saling berhubungan. Pembuatan komposit serat membutuhkan ikatan permukaan yang kuat antara *serat* dan *matrik*. Selain itu matrik juga harus mempunyai kecocokan secara kimia agar reaksi yang tidak diinginkan tidak terjadi pada permukaan kontak antara keduanya. Untuk memilih matrik harus diperhatikan sifat-sifatnya, antara lain seperti tahan terhadap panas, tahan cuaca yang buruk dan tahan terhadap guncangan yang biasanya menjadi pertimbangan dalam pemilihan material matrik.

6. Faktor Ikatan *Fiber-Matrik*

Komposit serat yang baik harus mampu menyerap matrik yang memudahkan terjadi antara dua fase (Schwartz, 1984 : 1.12). Selain itu komposit serat juga harus mempunyai kemampuan untuk menahan tegangan yang tinggi, karena serat dan matrik berinteraksi dan pada akhirnya terjadi pendistribusian tegangan. Kemampuan ini harus dimiliki oleh matrik dan serat. Hal yang mempengaruhi ikatan antara serat dan matrik adalah *void*, yaitu adanya celah pada serat atau bentuk serat yang kurang sempurna yang dapat menyebabkan matrik tidak akan mampu mengisi ruang kosong pada cetakan. Bila komposit tersebut menerima beban, maka daerah tegangan akan berpindah ke daerah *void* sehingga akan mengurangi kekuatan komposit tersebut. Pada pengujian tarik komposit akan berakibat lolosnya serat dari matrik. Hal ini disebabkan karena kekuatan atau ikatan interfacial antara matrik dan serat yang kurang besar (Schwartz, 1984 : 1.13).

2.1.3 Standar Mutu Papan Partikel

Standar acuan yang digunakan dalam pembuatan papan serat pelepah lengkuas adalah Japanese Industrial Standard (JIS) A 5905-2003. Standar ini mencakup definisi, istilah, klasifikasi, syarat mutu, cara pengukuran dimensi, cara pengambilan contoh, cara pengujian, cara lulus uji, syarat penandaan dan cara pengemasan. Tabel 1. menunjukkan nilai standar JIS 5905-2003.

2.2 TANAMAN LAOS (LENGKUAS)

Tanaman lengkuas merupakan tanaman rimpang dengan klasifikasi sebagai berikut (wikipedia, 2013) :

Kingdom : *Plantae*
Divisio : *Spermatophyta*
Classis : *Monocotyledonae*
Ordo : *Zingiberae*
Familia : *Zingiberaceae*
Genus : *Alpinia*
Species : *Alpinia galanga*

Tanaman lengkuas merupakan tanaman berumur panjang, tinggi sekitar 1 sampai 2 meter, bahkan dapat mencapai 3,5 meter. Biasanya tumbuh dalam rumpun yang rapat. Batangnya tegak, tersusun oleh pelepah-pelepah daun yang bersatu membentuk batang semu, berwarna hijau agak keputih-putihan. Batang muda keluar sebagai tunas dari pangkal batang tua. Morfologinya dibagi menjadi daun lengkuas, bunga lengkuas, buah lengkuas, dan rimpang lengkuas.

Tabel 1. Standar Mutu JIS 5905-2003 untuk Papan Serat

| Sifat Fisis-Mekanis | Satuan | JIS A 5905-2003 |
|---------------------|---------------------|-----------------|
| Kerapatan | g/cm ³ | 0,35-0,8 |
| Kadar Air | % | 5-13 |
| Pengembangan Tebal | % | 17 |
| Penyerapan Air | % | td |
| Modulus Patah | Kgf/cm ² | Min 306 |
| Modulus Elastisitas | Kgf/cm ² | Min 25500 |
| Internal Bond | Kgf/cm ² | Min 5,1 |
| Kuat Pegang Sekrup | Kgf | Min 50,98 |

Keterangan : td = tidak dipersyaratkan

Sumber: Luthfi, 2011



Gambar 8. Rimpang dan Tanaman Lengkuas

Sumber: Franciska, 2015

Daun lengkuas merupakan daun yang tunggal, berwarna hijau, bertangkai pendek, tersusun berseling. Daun di sebelah bawah dan atas biasanya lebih kecil dari pada yang di tengah. Bentuk daun lanset memanjang, ujung runcing, pangkal tumpul, dengan tepi daun rata. Pertulangan daun menyirip. Panjang daun sekitar 20 - 60 cm, dan lebarnya 4 - 15 cm. Pelepah daun lebih kurang 15 - 30 cm, beralur, warnanya hijau. Pelepah daun ini saling menutup membentuk batang semu berwarna hijau. Bunga lengkuas merupakan bunga majemuk berbentuk lonceng, berbau harum, berwarna putih kehijauan atau putih kekuningan, terdapat dalam tandan bergagang panjang dan ramping, yang terletak tegak di ujung batang. Ukuran perbungaan lebih kurang 10-30 cm x 5-7 cm. Jumlah bunga di bagian bawah tandan lebih banyak dari pada di bagian atas, sehingga tandan tampak berbentuk piramida memanjang. Panjang bibir bunga 2,5 cm, berwarna putih dengan garis miring warna merah muda pada tiap sisi. Mahkota bunga yang masih kuncup, pada bagian ujungnya berwarna putih, sedangkan pangkalnya berwarna hijau.

Buah lengkuas adalah buah buni, berbentuk bulat, keras. Sewaktu masih muda berwarna hijau-kuning, setelah tua berubah menjadi hitam kecoklatan, berdiameter lebih kurang 1 cm. Ada juga yang buahnya berwarna merah. Bijinya kecil-kecil, berbentuk lonjong, berwarna hitam.

Rimpang lengkuas merupakan rimpang yang besar dan tebal, berdaging, berbentuk silindris, diameter sekitar 2-4 cm, dan bercabang-cabang. Bagian luar berwarna coklat agak kemerahan atau kuning kehijauan pucat, mempunyai sisik-sisik berwarna putih atau kemerahan, keras mengkilap, sedangkan bagian dalamnya berwarna putih. Daging rimpang yang sudah tua berserat kasar. Apabila dikeringkan, rimpang berubah menjadi agak kehijauan, dan seratnya menjadi keras dan liat. Rasanya tajam pedas, menggigit, dan berbau harum karena kandungan minyak atsirinya.

Lengkuas tumbuh di tempat terbuka, yang mendapat sinar matahari penuh atau yang sedikit terlindung. Lengkuas menyukai tanah yang lembab dan gembur, tetapi tidak suka tanah yang becek. Tumbuh subur di daerah dataran rendah sampai ketinggian 1200 meter di atas permukaan laut. Di Indonesia banyak ditemukan tumbuh liar di hutan jati atau di dalam semak belukar. Tumbuhan ini berasal dari Asia tropika, tetapi tidak begitu jelas dari daerah mana. Ada yang

menduga berasal dari Cina, ada juga yang berpendapat berasal dari Bengali. Tetapi sudah sejak lama digunakan secara luas di Cina dan Indonesia terutama di pulau Jawa. Sekarang tersebar luas di berbagai daerah di Asia tropis, antara lain Indonesia, Malaysia, Filipina, Cina bagian selatan, Hongkong, India, Bangladesh, dan Suriname. Di Indonesia, mula-mula banyak ditemukan tumbuh di daerah Jawa Tengah, tetapi sekarang sudah di budidayakan di berbagai daerah. Di Malaya, selain yang tumbuh liar juga banyak yang ditanam oleh penduduk di kebun atau pekarangan rumah.

2.2.1 KANDUNGAN KIMIA

Rimpang lengkuas mengandung lebih kurang 1 % minyak atsiri berwarna kuning kehijauan yang terutama terdiri dari metil-sinamat 48 %, sineol 20 % - 30 %, *eugenol*, *kaemfer* 1 %, *seskuitepen*, *-pinen*, galangin, dan lain-lain. Selain itu rimpang juga mengandung resin yang disebut galangol, kristal berwarna kuning yang disebut kaemferida dan galangin, kadinen, heksabidrokadalen hidrat, kuersetin, amilum, beberapa senyawa flavonoid, dan lain-lain.

Buah lengkuas mengandung asetoksichavikol asetat dan asetoksieugenolasetat yang bersifat anti radang dan antitumor (Yu dan kawan-kawan, 1988). Juga mengandung kariofilen oksida, kario- filenol, kuersetin-3-metil eter, isoramnetin, kaemferida, galangin, galangin-3-metil eter, ramnositrin, dan 7-hidroksi-3,5-dimetoksiflavon. Biji lengkuas mengandung senyawa-senyawa diterpen yang bersifat sitotoksik dan antifungal, yaitu galanal A, galanal B, galanolakton, 12-labdiena-15,16-dial, dan 17- epoksilabd-12-ena-15,16-dial (Morita dan Itokawa, 1988).

2.2.2 PENGGUNAAN TANAMAN LENGKUAS

Bagian dari lengkuas yang memiliki manfaat dan sering digunakan adalah rimpang, buah, biji, daun, batang muda, dan tunas bunga. Rimpang lengkuas sering digunakan untuk mengatasi gangguan lambung, misalnya kolik dan untuk mengeluarkan angin dari perut (*stomachikum*), menambah nafsu makan, menetralkan keracunan makanan, menghi- langkan rasa sakit (*analgetikum*), melancarkan buang air kecil (*diuretikum*), mengatasi gangguan ginjal, dan mengobati penyakit herpes. Juga digunakan untuk mengobati diare, disentri,

demam, kejang karena demam, sakit tenggorokan, sariawan, batuk berdahak, radang paru-paru, pembesaran limpa, dan untuk menghilangkan bau mulut. Rimpang lengkuas yang dikunyah kemudian diborehkan ke dahi dan seluruh tubuh diyakini dapat mengobati kejang-kejang pada bayi dan anak-anak. Di samping itu rimpang lengkuas juga dianggap memiliki khasiat sebagai anti tumor atau anti kanker terutama tumor di bagian mulut dan lambung, dan kadang-kadang digunakan juga sebagai *afrodisiaka* (peningkat libido). Khasiatnya yang sudah dibuktikan secara ilmiah melalui berbagai penelitian adalah sebagai anti jamur. Eugenol yang terdapat pada rimpang lengkuas memiliki efek antijamur. Secara tradisional dari sejak zaman dahulu kala, parutan rimpang lengkuas kerap digunakan sebagai obat penyakit kulit, terutama yang disebabkan oleh jamur, seperti panu, kurap, eksim, jerawat, koreng, bisul, dan sebagainya. Di India dan Malaysia, rebusan rimpang lengkuas atau rimpang yang dimasak bersama nasi diberikan kepada para ibu sehabis melahirkan. Di banyak negara di Asia, rimpang lengkuas digunakan sebagai bumbu masak.

Demikian pula buahnya sering digunakan sebagai bumbu masak atau rempah pengganti kapulaga. Minyak lengkuas (*Oleum galanga*) sering ditambahkan sebagai aroma dalam pembuatan minuman keras dan bir. *Oleum galanga* juga bersifat insektisida. Buah lengkuas dapat digunakan untuk menghilangkan rasa dingin, kembung, dan sakit pada ulu hati, muntah, mual, diare, kecegukan (singuitus), dan untuk menambah nafsu makan. Juga dapat digunakan untuk menyembuhkan bisul.

Bijinya digunakan untuk mengatasi kolik, diare, dan muntah-muntah. Daunnya digunakan sebagai pembersih untuk ibu sehabis melahirkan, untuk air mandi bagi penderita rematik, dan sebagai stimulansia. Tunas muda lengkuas dapat digunakan untuk mengobati infeksi ringan pada telinga. Batang yang sangat muda dan tunas atau kuncup bunga dapat dimakan sebagai lalap atau sayur setelah direbus atau dikukus terlebih dahulu. (Franciska, 2008)

2.3 POLYPROPYLENE

Polipropilen termasuk jenis plastik *olefin* dan merupakan polimer dari propilen. Dikembangkan sejak tahun 1950 dengan berbagai nama dagang seperti : *Bexfane, Dynafilm, Lufaren, Escon, Olefane, Profax*. Polipropilen lebih kuat dan

ringan dengan daya tembus uap yang rendah, ketahanan yang baik terhadap lemak, stabil terhadap suhu tinggi dan cukup mengkilap (Winarno dan Jenie, 1983). Monomer polipropilen diperoleh dengan pemecahan secara thermal naphtha (distilasi minyak kasar) etilen, propilen dan homologues yang lebih tinggi dipisahkan dengan distalasi pada temperatur rendah. Dengan menggunakan katalis Natta-Ziegler polypropilen dapat diperoleh dari propilen (Birley, *et al.*, 1988).

Bost (1980) dalam Siregar (2011) menyatakan bahwa sifat-sifat utama dari polipropilena yaitu :

1. Ringan (kerapatan 0,9 g/cm³), mudah dibentuk, tembus pandang dan jernih dalam pembuatan film.
2. Mempunyai kekuatan tarik lebih besar dari polyethylene (PE). Pada suhu rendah akan rapuh, dalam bentuk murni pada suhu -300 °C mudah pecah sehingga perlu ditambahkan Polyethylene atau bahan lain untuk memperbaiki ketahanan terhadap benturan.
3. Lebih kaku dari PE dan tidak gampang sobek sehingga lebih mudah dalam penanganannya.
4. Permeabilitas uap air rendah, permeabilitas gas sedang.
5. Tahan terhadap suhu tinggi sampai dengan 150°C
6. Titik lelehnya cukup tinggi pada suhu 170°C
7. Tahan terhadap asam kuat, basa dan minyak. Tidak terpengaruh oleh pelarut pada suhu kamar kecuali HCl.
8. Pada suhu tinggi polipropilena akan bereaksi dengan benzena, siklana, toluena, terpentin dan asam nitrat kuat.

Karakteristik polipropilena menurut Bost (1980) dalam Parlin (2008) dapat dilihat pada Tabel 2.

Bahan pembuat plastik dari minyak dan gas sebagai sumber alami, dalam perkembangannya digantikan oleh bahan-bahan sintesis sehingga dapat diperoleh sifat-sifat plastik yang diinginkan dengan cara kopolimerisasi, laminasi, dan ekstruksi (syarief, *et al.*, 1989).

Tabel 2. Karakteristik Polipropilena

| Deskriptif | Polipropilena |
|--|----------------------|
| 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 elasticity</i> (kg/cm ²) | 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 |

Sumber : Parlin, 2008