BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Sugiyanto (2013), dalam risetnya meniliti tentang pengaruh kekuatan sambungan komposit serat nanas terhadap kekuatan tarik dan kekuatan geser dengan *adhesive* epoksi. Bahan yang digunakan dalam pembuatan resin poliester tak jenuh komposit adalah 157 BQTN dan serat nanas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis sambungan menggunakan sambungan *single lap joint* dan *butt joint*. Sambungan yang sangat cocok untuk digunakan adalah *single lap joint*, karena memiliki kekuatan geser yang lebih besar dari *butt joint*. Perekat dengan ketebalan 0,5 mm baik untuk digunakan.

Carli (2012), dalam penelitiannya, peniliti meneliti tentang analisis kekuatan tarik dan lentur komposit serat gelas jenis *woven* dengan matriks *epoxy* dan *polyester* berlapis simetri dengan metode manufaktur *hand lay up*. Serat gelas dipilih karena memiliki kekuatan, kekakuan, ringan, tahan terhadap korosi dan tahan suhu tinggi sehingga cocok untuk pembuatan elemen mesin seperti pembuatan mobil dan pesawat. Metode pembuatan sampel komposit adalah metode *hand lay up*, metode ini adalah metode paling sederhana dan tidak memerlukan banyak biaya. Hasil uji tarik dan uji lentur menunjukkan bahwa komposit serat gelas dengan matriks resin epoxy diperoleh hasil tegangan maksimum 112,8 MPa, elongasi dan modulus elastisitas 5,1%, 2,2 GPa, Hasil uji lentur untuk tegangan lentur adalah 119,2 MPa, momen lentur adalah 2.324,97 Nmm. Untuk komposit serat gelas dengan resin polyester, memperoleh hasil uji tarik pada tegangan maksimum sebesar 118,8 MPa, elongasi dan modulus elastisitas 9,1%, 1,3 GPa, Hasil uji lentur untuk tegangan lentur adalah 79,92 Mpa dan momen lentur 1.540,17 Nmm.

Kuan (2014), Peneliti meniliti tentang sifat tarik dari *Pandanus Atrocarpus* berbasis komposit . Tanaman ini memiliki potensi dalam pembuatan komposit berpenguat serat alam. Dalam penelitian ini membandingkan sifat tarik antara komposit berlapis dengan lapisan daun pandan dan ekstrak serat daun pandan berpenguat *polyethylene.* Hasil uji tarik menunjukkan bahwa komposit berlapis dengan ekstrak serat daun pandan berpenguat polyethylene lebih unggul daripada menggunakan daun pandan sendiri. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan fraksi volume serat pandan mengakibatkan peningkatan

kekuatan. Hal ini menunjukkan bahwa komposit dengan serat daun pandan bisa menawarkan berbagai sifat mekanik untuk digunakan dalam industri rekayasa.

Al-Kuwaiti (2015), dalam penelitiannya, peniliti mengamati tentang pengaruh kondisi lingkungan yang berbeda pada perilaku mekanik *plain weave woven laminated composite*. Komposit berpenguat serat telah mendapatkan digunakan secara luas dalam berbagai aplikasi seperti militer dan kedirgantaraan. Dalam penelitian ini, pengaruh kondisi lingkungan yang berbeda pada perilaku mekanik *plain weave woven laminated composite* yang akan diamati. Parameter uji meliputi waktu perendaman, dan suhu termasuk suhu perendaman (71^{o}C), suhu kamar dan suhu pengujian (93^{o}C). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi iklim yang berbeda memiliki dampak yg memburuk pada kinerja komposit. Hal ini diamati bahwa suhu tinggi mempercepat mekanisme degradasi dalam komposit. Dampak penurunan paling tinggi berada di bawah efek gabungan dari perendaman air panas dan pengujian pada suhu tinggi.

Hossain (2013), Peneliti mengamati tentang perilaku tarik dari rami ramah lingkungan dengan epoksi *laminate composite*. Serat rami telah memperoleh minat dalam bidang komposit karena sifat spesifik unggul dibandingkan dengan serat sintetis buatan manusia seperti kaca,kevlar, asbes, dll. Dalam penelitian ini susun urutan serat (0°/0°/0°/0°), 0 / + 45 ° / -45 ° / 0° dan 0°/90 ° / 90 ° / 0°. Untuk semua kasus, total 25% fraksi volume serat rami adalah gabung. Dalam kasus 0°/0°/0°/0° dan 0° / + 45 ° / -45 ° / 0° laminasi, kekuatan tarik memanjang telah tinggi dari pada arah melintang. Namun, untuk 0°/90 ° / 90 ° / 0° laminasi, kekuatan tarik di kedua arah menjadi sangat dekat satu sama lain.

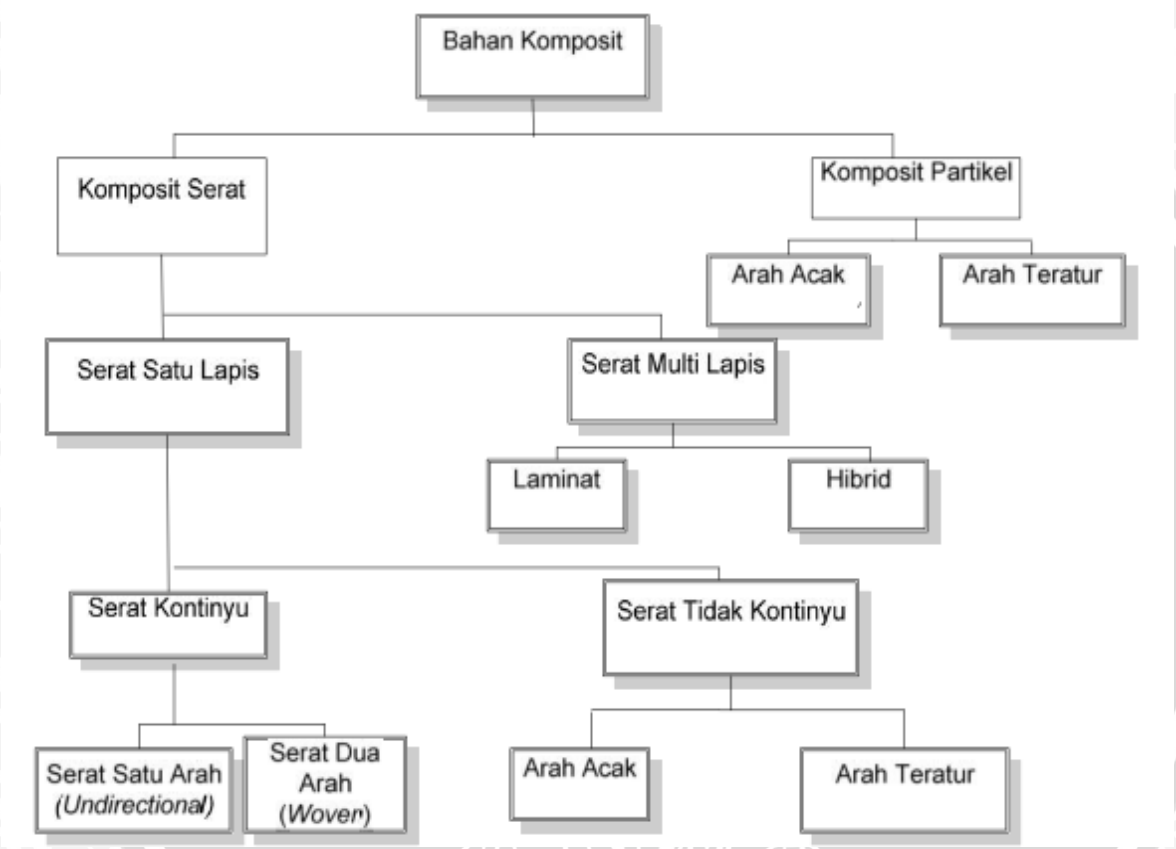
Nopriantina (2013). Peneliti meneliti tentang pengaruh ketebalan serat pelepah Pisang Kepok (*Musa paradisiaca)* terhadap sifat mekanik material komposit polyester – serat alam. Dalam penelitian ini digunakan metode *hand lay-up* untuk pembuatan spesimen komposit dengan mengacu pada ASTM D-4762 sedangkan karakterisasi kuat tekan mengacu pada ASTM D-695 dan kuat tarik mengacu pada ASTM D-638. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai kuat tekan komposit maksimum yaitu 12,92 N/mm^2 pada penambahan serat dengan variasi ketebalan serat 0,70 mm namun kuat tarik komposit maksimum yaitu 2,53 N/mm pada penambahan serat dengan ketebalan 0,82 mm.

2.2 Material Komposit

Kata komposit *(composite)* berasal dari kata *"to compose"* yang berarti menyusun atau menggabung. Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau

lebih material, dimana sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda. Karena bahan komposit merupakan bahan gabungan secara makro, maka bahan komposit dapat didefinisikan sebagai suatu sistem material yang tersusun dari campuran/kombinasi dua atau lebih unsur-unsur utama yang secara makro berbeda di dalam bentuk dan atau komposisi material yang pada dasarnya tidak dapat dipisahkan (Schwartz, 1984).

Berdasarkan jenis penguat yang membentuk komposit dibagi menjadi dua yaitu, komposit serat dan komposit partikel.



Gambar 2.1 Klasifikasi komposit
Sumber : Schwartz (1984)

2.3 Komposit Patrikel

Komposit partikel merupakan jenis komposit yang menggunakan partikel/butiran sebagai filler (pengisi). Partikel berupa logam atau non logam dapat digunakan sebagai filler. 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 komplek ke dalam senyawa komplek. 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. Komposit partikel ini berbeda dengan jenis serat acak sehingga bersifat isotropis. Perbedaan dengan *flake* dan *fiber composites* terletak pada distribusi dari material penambahnya. Dalam particulate composites, material penambah terdistribusi secara acak atau kurang terkontrol dari pada flake composites. Sebagai contoh adalah beton (Schwartz, 1984).

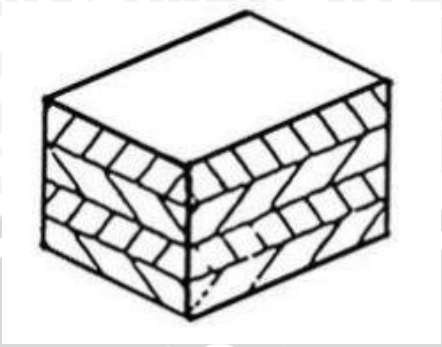
2.4 Komposit Serat

Komposisi serat adalah komposit berpenguat serat yang terdiri dari dua komponen penyusun yaitu matriks dan serat. Serat berperan sebagai penyangga kekuatan dari struktur komposit, beban yang awalnya diterima oleh matrik kemudian diteruskan ke serat oleh karena itu serat harus mempunyai kekuatan tarik dan elastisitas yang lebih tinggi daripada matrik.

Serat secara umum terdiri dari dua jenis yaitu serat alam dan serat sintetis. Serat alam adalah serat yang dapat langsung diperoleh dari alam. Biasanya berupa serat yang dapat langsung diperoleh dari tumbuh tumbuhan dan binatang. Serat sintetis adalah serat yang dibuat dari bahan-bahan anorganik dengan komposisi kimia tertentu. Serat sintetis mempunyai beberapa kelebihan yaitu sifat dan ukurannya yang relatif seragam, kekuatan serat dapat diupayakan sama sepanjang serat. Serat sintetis yang telah banyak digunakan antara lain serat gelas, serat karbon, kevlar, nylon, dan lain-lain (Schwartz, 1984).

Dalam komposit serat dibagi lagi menjadi dua yaitu, serat satu lapis dan serat multi lapis. Serat satu lapis adalah komposit yang menggunakan serat satu lapisan saja sebagai penguat. *Fiber* yang digunakan bisa berupa *glass fiber, carbon fibers, armid fibers* (*polyaramide*), dan sebagainya. *Fiber* ini bisa disusun secara acak (*chopped strand mat*) maupun dengan orientasi tertentu. Sedangkan serat multi lapis adalah komposit dengan menggunakan penguat serat lebih dari satu lapisan. Dalam serat multi lapis dibagi menjadi dua yaitu laminat dan hybrid. Komposit laminat adalah komposit dengan susunan dua atau lebih *layer*, dimana masing – masing *layer* dapat berbeda – beda dalam hal material, bentuk, dan orientasi penguatannya. Komposit hybrid adalah komposit dengan susunan dua atau lebih *layer*, dimana masing – masing *layer* dapat berbeda – beda dalam hal material, bentuk, dan orientasi penguatannya (Schwartz, 1984)

2.5 Komposit Lapisan (*Laminate Composite*)



Gambar 2.2 Komposit Lapisan
Sumber : Schwartz (1984)

Laminate composites adalah komposit dengan susunan dua atau lebih *layer*, dimana masing – masing *layer* dapat berbeda – beda dalam hal material, bentuk, dan orientasi penguatannya (Schwartz, 1984). Pada umumnya sifat-sifat yang ditekankan pada komposit laminat ialah ketahanan korosi, kekuatan, kekakuan, ketahanan aus, isolasi termal, dan isolasi listrik. Komposit *laminate* dibagi menjadi dua yaitu :

- *Discontinous Fiber Laminate*

  Berbeda dengan jenis sebelumnya maka laminate ini pada masing-masing lamina terdiri dari potongan serat pendek yang terputus dan mempunyai dua jenis yaitu :

  - *Short Alighned Fiber*

    Potongan serat tersusun dalam arah tertentu, sesuai dengan keperluan setiap lamina.

  - *In-Plane Random Fiber*

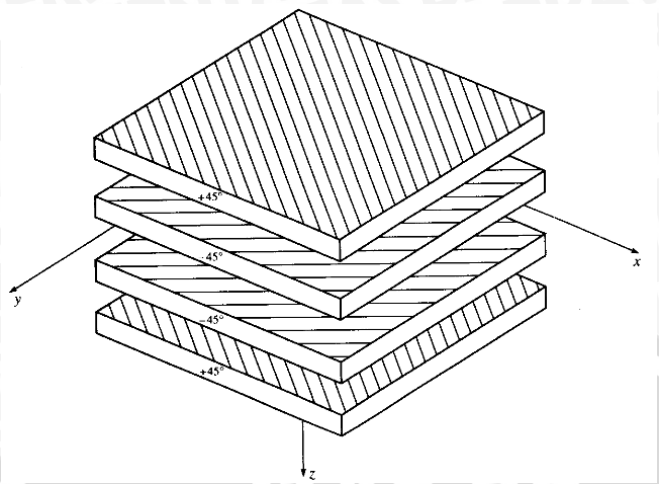
    Potongan serat disebarkan secara acak atau arahnya tidak teratur.

- *Continous Fiber Laminate*

  Lamina jenis ini mempunyai lamina penyusun dengan serat yang tidak terputus hingga mencapai ujung-ujung lamina. Continous fiber laminate terdiri dari :

  - *Unidirectional laminate* (satu arah)

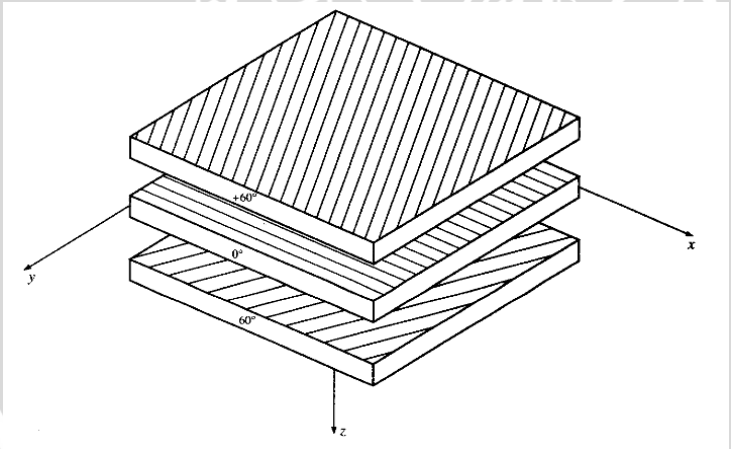
    Bentuk laminate dengan tiap lamina mempunyai arah serat yang sama. Kekuatan terbesar dari komposit lamina ini adalah searah seratnya.



Gambar 2.3 *Unidirectional laminate*
Sumber : Gibson (1994)

- *Crossplied quasi-isotropoic* (silang)

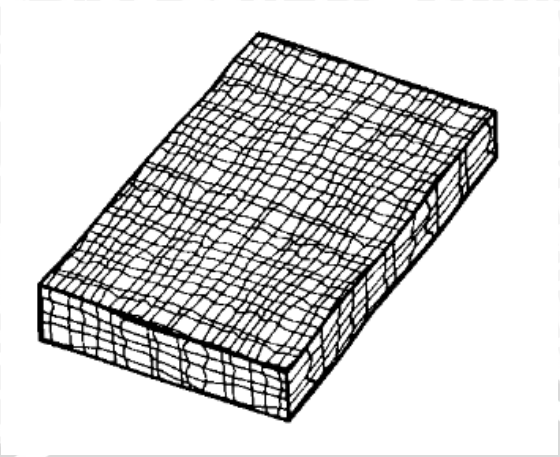
  Lamina ini mempunyai susunan serat yang saling silang tegak lurus satu sama lain antara lamina.



Gambar 2.4 *Crossplied quasi-isotropoic*
Sumber : Gibson (1994)

- *Woven Fiber Composite*

  Komposit ini tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya juga mengikat serat antar lapisan. Akan tetapi susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan akan melemah.



Gambar 2.5 *Woven Fiber Composite*
Sumber : Gibson (1994)

2.6 Serat Alam (*Natural Fiber)*

Serat alam adalah serat yang dapat langsung diperoleh dari alam. Serat pada *natural fiber* berbentuk seperti benang dan menempel satu dengan yang lain. Biasanya berupa serat yang dapat langsung diperoleh dari tumbuh tumbuhan dan binatang. Serat ini telah banyak digunakan oleh manusia diantaranya adalah kapas, wol, sutera, pelepah pisang, sabut kelapa, ijuk, bambu, nanas dan kenaf atau goni. Keunggulan serat alam sebagai *filler* komposit dibandingkan dengan serat sintetis sudah dapat diterima dan mendapat perhatian khusus dari para ahli material di dunia. Keunggulan tersebut antara lain densitas rendah, harga lebih murah, ramah lingkungan, dan tidak beracun. Serat alam memiliki kelemahan yaitu ukuran serat yang tidak seragam, kekuatan serat sangat dipengaruhi oleh usia.

Ada enam tipe dasar dari serat alami. Mereka diklasifikasikan berdasarkan asalnya sebagai berikut : kayu (kayu lunak, kayu keras), serat batang/kulit batang (kenaf, flax, rami, jute), serat daun (pandan,sisal, henequen, serat nanas, serat pisang), serat rerumputan (serat bamboo, alang alang), dan serat benih atau buah (*cotton*, serat kelapa). Saat ini serat alam berpenguat polimer telah dipakai dalam industri seperti pembuatan panel pintu, kursi, dan atap. Selain itu juga dipakai dalam industri otomotif karena lebih ekonomis dan efisien untuk proses pembuatan, ramah lingkungan dan sebagai terobosan pengganti material konvensional.

2.6.1 Serat Daun Pandan Laut

Serat daun pandan (*pandan–leaf fibres*) adalah salah satu jenis serat yang berasal dari tumbuhan (*vegetable fibre*) yang diperoleh dari daun-daun tanaman pandan. Tanaman pandan yang juga mempunyai nama latin, yaitu *Pandanus*, (termasuk dalam family

Pandanaceae). Menurut sejarah, tanaman ini persebarannya ada mulai daerah Mediterania, Asia, Afrika, Kepulauan Pasifik, Australia dan Brazil.

Gambar 2.6 *Pandanus tectorius*
Sumber : Hadi (2013)

Nama lain dari daun Pandan Laut adalah *Pandanus tectorius.* Pandan ini mudah ditemukan di daerah pantai berpasir atau berkarang dan mempunyai serat yang sangat banyak. Salah satu bagian yang sering di gunakan dari pandan laut ini adalah daunnya yaitu digunakan untuk anyaman dan tikar. Komposisi kimia yang ada pada tanaman pandan laut adalah selulosa, holoselulosa, lignin dan air. Kandungan komposisi kimia dari pandan ini adalah dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Serat Daun Pandan Laut

Komposisi Kimia	Kandungan (%)
Lignin	18 - 22
Selulosa	83 – 88
Holoselulosa	37 – 76
Air	7,88 – 9,14

Sumber : Ina (2006)

Lignin adalah suatu polimer yang komplek dengan berat molekul yang tinggi. lignin terdapat di antara sel-sel dan di dalam dinding sel. Diantara sel-sel, lignin berfungsi sebagai perekat untuk mengikat sel bersama-sama. Dalam dinding sel, lignin sangat erat hubungannya dengan selulosa dan berfungsi memberikan ketegaran pada sel.

Selulosa adalah bentuk polisakarida sebagai hasil fotosintesis dalam tumbuh-tumbuhan. Struktur selulosa terdiri dari unit-unit anhidro glukosa yang terikat satu sama

lain pada atom C ke satu dan atom C ke empat dengan beta konfigurasi (Browning, 1963). Selulosa mempunyai fungsi untuk memberikan kekuatan tarik pada suatu sel, karena adanya ikatan kovalen yang kuat pada cincin piranosa dan antar unit gula penyusun selulosa, semakin tinggi kadar selulosa maka kelenturan juga semakin tinggi.

Holoselulosa dan air juga terdapat dalam kandungan komposisi kimia pada serat daun pandan. Holoselulosa adalah bagian dari serat yang bebas dari sari lignin, terdiri dari campuran semua selulosa dan hemiselulosa.Sedangkan kandungan air dalam rongga sel pada daun digunakan sebagai bahan untuk fotosintesis.

2.7 Matriks

Matrik dalam struktur komposit dapat berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik. Matriks adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan). Syarat utama yang harus dimiliki oleh bahan matrik adalah bahan matrik tersebut harus dapat meneruskan beban, sehingga serat harus bisa melekat pada matrik dan kompatibel antara serat dan matrik. Umumnya matrik yang dipilih adalah matrik yang memiliki ketahanan panas yang tinggi (Gibson, 1994).

Matrik sebagai pengisi ruang komposit memegang peranan penting dalam mentransfer tegangan, melindungi serat dari lingkungan dan menjaga permukaan serat dari pengikisan. Matrik harus memiliki kompatibilitas yang baik dengan serat. Matrik dalam struktur komposit bisa berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik (Gibson, 1994). Matrik secara umum berfungsi untuk mengikat serat menjadi satu struktur komposit. Matrik memiliki fungsi:

a. Mengikat serat menjadi satu kesatuan struktur.
b. Melindungi serat dari kerusakan akibat kondisi lingkungan.
c. Mentransfer dan mendistribusikan beban ke filler.
d. Menyumbangkan beberapa sifat seperti: kekakuan, ketangguhan, dan tahanan listrik.

Dalam proses pembuatan material komposit, matrik harus memiliki kemampuan meregang yang lebih tinggi dibandingkan dengan serat. Apabila tidak demikian, maka material komposit tersebut akan mengalami patah pada bagian matriknya terlebih dahulu. Akan tetapi apabila hal itu dipenuhi, maka material komposit tersebut akan patah secara alami bersamaan antara serat dan matrik.

Berdasarkan bahan penyusunnya matrik terbagi atas matrik organik dan anorganik. Matrik organik terbentuk dari bahan – bahan organik yang diproses dengan cara sintesis.

Matrik organik banyak digunakan karena proses pembentukan menjadi komposit cepat dan sederhana dengan biaya yang murah. Salah satu matrik organik konvensional yang banyak digunakan adalah resin polyester. Beberapa jenis matrik anorganik proses pembentukan menjadi komposit sangat lama dan komplek dengan biaya yang mahal, diantaranya adalah matrik logam dan matrik keramik. Meskipun demikian, sifat mekaniknya lebih baik dibanding matrik organik. Sebagai alternatif banyak digunakan matrik yang lebih ramah terhadap lingkungan (Gibson,1994).

2.7.1 Jenis Matriks

Berdasarkan sifatnya, terdapat dua jenis matrik polimer yang biasa digunakan sebagai unsur penyusun komposit serat, yaitu matrik termoset dan termoplastik. Matrik termoset bersifat tidak mencair pada suhu tinggi dan bersifat lebih stabil serta tidak mampu balik (*irreversible*). Matrik termoplastik dapat mencair apabila mengalami pemanasan dan akan mengeras kembali setelah didinginkan (Gibson,1994).

a. Termoset

Termoset tidak dapat mengikuti perubahan suhu (*irreversible*). Bila sekali pengerasan terlah 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 thermoset tidak begitu menarik dalam proses daur ulang karena selain sulit penanganannya juga volumenya jauh lebih sedikit (sekitar 10%) dari volume jenis plastic yang bersifat termoplastik. Contoh dari thermoset yaitu *Epoxy, Phenolics, Polyester and Vinylester.*

Keuntungan dari thermoset adalah :

- Pengolahan komposit thermoset jauh lebih mudah karena system resin awal dalam keadaan cair.
- Serat yang mudah basah dengan thermoset, sehingga rongga dan porositas berkurang
- Persyaratan panas dan tekanan tidak banyak dalam pengolahan komposit thermoset daripada komposit termoplastik, sehingga memberikan penghematan energi.
- Sederhana, biaya perkakas rendah.

Kekurangan dari thermoset adalah :

- Pengolahan komposit thermoset membutuhkan waktu pengeringan yang panjang dan dengan demikian menghasilkan tingkat produksi lebih rendah dari pada termoplastik
- Setelah kering dan dipadatkan, komposit thermoset tidak dapat direformasi untuk mendapatkan bentuk lainnya.

b. Termoplastik

Termoplastik adalah plastic yang dapat dilunakkan berulang kali (recycle) dengan menggunakan panas. Termoplastik merupakan polimer yang akan menjadi keras apabila didinginkan. Termoplastik akan meleleh pada suhu tertentu, melekat mengikuti perubahan suhu dan mempunyai sifat dapat balik (reversible) kepada sifat aslinya, yaitu kembali mengeras bila didinginkan. Contoh dari termoplastik adalah Nylons, *Polypropylene* (PP), *Polyetheretherketone* (PEEK), *Polyphemylene Sulfide* (PPS).

Keuntungan dari termoplastik adalah :

- Waktu siklus proses biasanya sangat singkat karena tidak ada reaksi kimia selama proses dan karena itu dapat digunakan untuk metode produksi volume tinggi.
- Komposit termoplastik dapat dibentuk kembali dan direformasi dengan aplikasi panas dan tekanan.
- Komposit termoplastik mudah untuk didaur ulang.

Kekurangan dari termoplastik adalah :

- Komposit termoplastik memerlukan perkakas berat dan kuat untuk pemrosesan, selain itu biaya perkakas sangat tinggi dalam pemrosesan termoplastik.
- Komposit termoplastik tidak mudah untuk diproses dan kadang – kadang memerlukan peralatan yang canggih untuk menerapkan panas dan tekanan

2.8 Mika (Polimetil Metakrilat)

Polimetil metakrilat (Polymethyl methacrylate) atau poli (metil 2-metilpropenoat) adalah polimer sintetis dari metil metakrilat. Bahan yang bersifat thermoplastis (mencair bila dipanasi) dan transparan ini dijual dengan merek dagang Plexiglas, Vitroflex, Perspex,

Limacryl, Acrylite, Acrylplast, Altuglas, dan Lucite serta pada umumnya disebut dengan 'kaca akrilik' atau sekedar 'akrilik'.

Poli(metil metakrilat) (PMMA) adalah material termoplastik transparan yang disintesis dari monomer metil metakrilat. PMMA digunakan sebagai gelas alternatif berkompetisi dengan polikarbonat. PMMA mempunyai beberapa sifat yaitu ketahanan cuaca yang tinggi, cukup kuat, tahan *impact* dan lenturan, isolator yang baik, mudah diberi warna, harganya jauh lebih murah dibandiing polikarbonat, tahan terhadap berbagai bahan kimia, dan secara optik paling transparan dari semua jenis plastik tetapi kelemahannya mudah tergores. PMMA dihasilkan melalui polimerisasi emulsi, polimerisasi larutan dan polimerisasi bulk. Secara umum menggunakan inisiasi radikal, namun dapat juga menggunakan polimerisasi anionik. Temperatur transisi gelas (T_g) PMMA sekitar 85-106˚C (Nese et al, 2006). Seluruh proses *molding* yang umum dapat digunakan seperti *injection molding*, *compression molding* dan ekstrusi. PMMA meruapakan material yang potensil untuk *fiber* optik, *optical disk* dan berbagai macam lensa karena sifat transparannya seperti untuk lensa lampu mobil dan motor (Surdia, 2000).

Tabel 2.2 Spesifikasi PMMA

Mechanical Properties	*Value*
Kekerasan, *Rockwell M*	63 - 97
Kekuatan Tarik, *Ultimate*	47 – 79 MPa
Kekuatan *Impact, Notched*	½ - 20 kJ/m^2
Kekuatan *Impact, Unnotched*	11 kJ/m^2
Tensile Creep Modulus, 1 h	1800 – 2700 MPa
Tensile Creep Modulus, 1000 h	1200 – 1800 MPa

Sumber : Surdia (2000)

2.9 Perekat Epoksi (*Epoxy Adhesive*)

Perekat adalah substansi yang memiliki kemampuan untuk mempersatukan bahan sejenis/tidak sejenis melalui ikatan permukaannya. Melekatnya dua buah benda yang direkat terjadi disebabkan adanya gaya tarik menarik antara perekat dengan bahan yang direkat (gaya adhesi) dan gaya tarik menarik (gaya kohesi) antara perekat dengan perekat/antara bahan yang direkat (Vick, 1999). Perekat epoksi dengan system 2 (dua) komponen, yang terdiri atas Resin dan Hardener termasuk salah satu dari sekian banyak jenis lem epoxy yang ada saat ini. Keunggulan-keunggulan sesuai dengan sifat teknis yang

ditunjukan oleh karakteristik bahan pembentuknya yaitu Epoxy Polyamida, dimana jenis ini dalam proses finishingnya tidak memerlukan panas dari luar, demikian pula sebaliknya tidak juga menimbulkan panas (non Endothernis ataupun non Exothernis). Berikut merupakan keunggulan lain dari perekat epoksi, yaitu :

- Rekatan ke berbagai jenis permukaan bagus,
- Curing tanpa hasil samping yang berbahaya,
- Curing suhu rendah dan sedang,
- Pengerutan kecil,
- Tahan goresan.

Perekat Epoxy ini secara luas dipakai pada industri perkayuan, keramik, industri-industri automotif sampai pada industri yang bergerak pada plastic thermoset dan bisa digunakan untuk merekatkan logam, kayu, beton, kaca, plastic dan berbagai media yang memerlukan daya rekat yang extra kuat, penggunaan pada umumnya pada body kapal laut, pada industri mebel dan pemakaian sehari - hari lainnya. Hal ini dilatarbelakangi sifat lem epoxy yang mempunyai kohesif tinggi dengan keaktifan permukaan tinggi serta daya pembasahan yang cukup baik, sangat luwes dan tidak akan pernah mengalami kemuluran.

Tabel 2.3 Spesifikasi Epoksi

Sifat - sifat	Nilai
Massa Jenis	1,17 gram/cm^3
Penyerapan Air (suhu ruang)	0,2 ˚C
Kekuatan Tarik	5,95 Kgf/mm^2
Kekuatan Tekan	14 Kgf/mm^2
Kekuatan Lentur	12 Kgf/mm^2
Temperatur Pencetakan	90 ˚C

Sumber : Surdia (2000)

2.10 Metode Pembuatan Komposit

Dalam pembuatan komposit diperlukan suatu cetakan dimana cetakan tersebut harus bersih dari kotoran dan permukaannya halus.Cetakan dapat terbuat dari logam, kayu, gips, plastik, dan kaca. Ada 3 metode pembuatan komposit yang sering digunakan, yaitu :

1. Metode *Hand Lay Up*

Proses ini merupakan metode yang paling sederhana untuk memproduksi plastik yang diperkuat serat cara pembuatan dengan sistem *hand lay-up* dilakukan dengan meletakkan serat pada cetakan yang telah dilapisi dengan *release film* yang bertujuan untuk mencegah lengketnya material-material komposit pada cetakan, terutama pada sudut-sudut cetakan, *release film* ini juga membantu membentuk permukaan komposit menjadi lebih baik, setelah serat diletakkan pada cetakan selanjutnya matrik dituang dalam cetakan, rol penekanan digunakan untuk meratakan dan menghilangkan udara yang terperangkap.

Kelebihan :

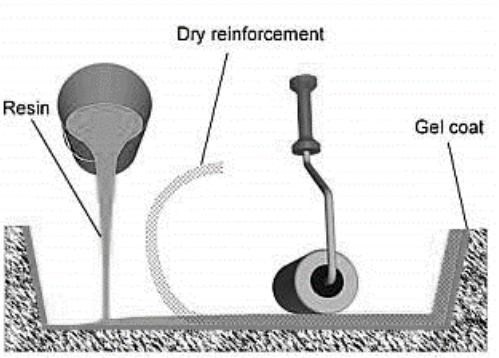
- Biayanya murah
- Dapat digunakan untuk benda besar maupun kecil
- Alat yang digunakan sederhana
- Bisa digunakan untuk serat pendek / panjang
- Mudah mengerjakannya

Kekurangan :

- Kekuatan lapisan tergantung oleh pengerjaan tangan yang melapisi
- Keseragaman produk kurang
- Pengerjaan lama

Tahap proses pembuatan produk material komposit :

a. Pembersihan dan pemberian pelicin.
b. Pemberian pigmen warna (*gel coat*) sebagai permukaan luar panel komposit yang dihasilkan
c. Pemberian resin dan penguat serat
d. Proses pengeringan
e. Proses pelapisan panel komposit dari cetakan.



Gambar 2.7 Metode *hand lay up*
Sumber : Gibson (1994)

2. Metode *Spray Up*

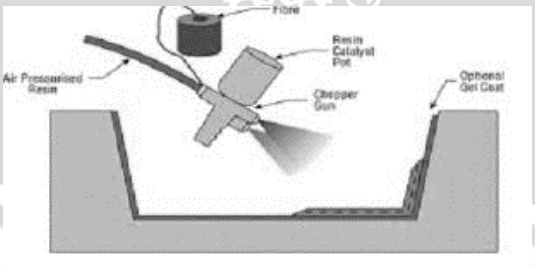
Dalam pembuatan komposit dengan menggunakan metode *spray up* ini menggunakan alat penyemprot. Alat penyemprot tersebut berisi resin, katalis, dan potongan serat yang secara bersamaan disemprotkan ke dalam cetakan.

Kelebihan :

- Hemat dalam penggunaan resin dan *filler*
- Peralatan yang dipakai murah

Kekurangan :

- Karena proses penyemprotan maka mesin yang dipakai harus mempunyai viskositas yang rendah
- Hanya dapat dipakai untuk *filler* berbentuk partikel dan serat pendek acak
- Dapat membahayakan kesehatan kareana adanya kemungkinan partikel-partikel resin yang terhirup selama proses penyemprotan.



Gambar 2.8 Metode *spray up*
Sumber : Callister (2007)

3. *Injection Molding.*

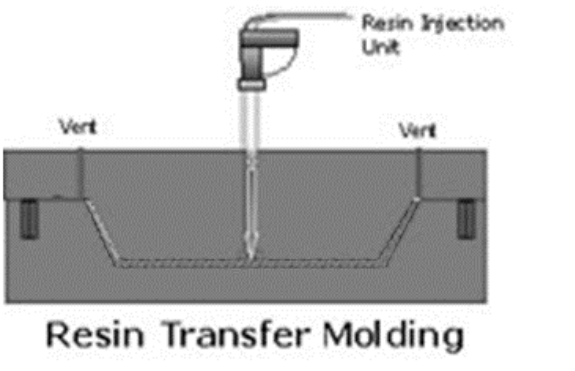
Injection molding merupakan metode yang paling sering digunakan dalam manufaktur komposien resin termoplastik. Metode ini dilakukan dengan cara memberikan tekanan injeksi (*injection pressure*) dengan besar tertentu pada material plastik yang telah dilelehkan oleh sejumlah energi panas untuk dimasukkan ke dalam cetakan sehingga didapatkan bentuk yang diinginkan.

Kelebihan :

- Produk dapat dibuat dengan toleransi ukuran kecil.
- Komponen dapat dihasilkan dengan tingkat produksi tinggi.
- Dapat mencetak produk yang sama dengan bahan baku yang berbeda tanpa merubah mesin dan cetakan.

Kekurangan :

- Digunakan untuk serat pendek acak dan partikel namun sulit apabila digunakan untuk serat *continour.*
- Apabila resin yang digunakan mempunyai titik leleh tinggi maka energi yang dibuthkan untuk permanasan juga lebih tinggi maka energi yang dibutuhkan untuk pemanasan juga lebih besar sehingga biaya pengerjaan bisa lebih tinggi.



Gambar 2.9 *Metode injection molding*
Sumber : Callister (2007)

2.11 Proses Penekanan

Bahan komposit yang dibentuk akan mempengaruhi struktur dari komposit tersebut. Proses manufaktur yang digunakan biasanya merupakan bagian yang kritikal yang berperan menentukan kinerja struktur yang dihasilkan. Salah satunya adalah proses penekanan. Proses penekanan adalah suatu proses pemberian gaya tekan kepada specimen dengan besar tekanan tertentu dan waktu penekanan tertentu.

Gambar 2.10 Gaya tekan
Sumber : Timoshenko (1987)

Gaya tekan adalah gaya yang bekerja pada sebuah permukaan persatuan luasan bidang tekan. Dalam pembuatan komposit gaya tekan memiliki pengaruh sangat besar. Pengaruh bertambahnya tekanan menyebabkan ikatan antarmuka antara matrik dan pengisi menjadi meningkat dan mengurangi jumlah pori yang terbentuk. Sifat daya rekat dan kekakuan dari sistem resin sangat penting. Resin menjaga serat sebagai kolom lurus dan mencegah dari tekukan (buckling). Berikut adalah rumus gaya tekan.

$$P = \frac{F}{A} \qquad (2\text{-}1)$$

Keterangan :

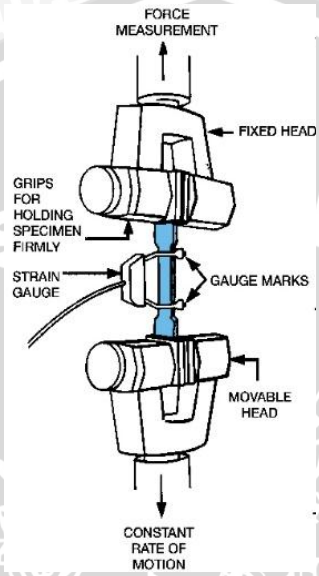
P = Tekanan (N/m^2)
F = Gaya (N)
A = Luas permukaan bidang tekan (m^2)

Waktu penekanan adalah durasi atau lamanya waktu yang diperlukan untuk memberi tekanan pada silinder hidrolik terhadap specimen. Pengaturan waktu penekanan bertujuan untuk meyakinkan bahwa silinder hidrolik telah menekan keseluruh permukaan specimen. Oleh karena itu waktu penekanan sangat tergantung dengan besar kecilnya dimensi specimen. Makin besar ukuran specimen maka makin lama waktu penekanan .

2.12 Pengujian Kekuatan Tarik (*Tensile Strength)*

Pengujian tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan/material dengan cara memberikan beban gaya yang sesumbu. Uji tarik juga dapat diartikan sebagai suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan/material dengan cara memberikan beban gaya yang sesumbu. Percobaan ini untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara lambat. Hasil yang didapatkan dari pengujian tarik sangat penting untuk rekayasa teknik dan desain produk karena menghasilkan data kekuatan material..Salah satu cara untuk mengetahui

besaran sifat mekanik dari logam adalah dengan uji tarik. Sifat mekanik yang dapat diketahui adalah kekuatan dan elastisitas dari logam tersebut. Uji tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Nilai kekuatan dan elastisitas dari material uji dapat dilihat dari kurva uji tarik.



Gambar 2.11 Pengujian kekuatan tarik
Sumber : TestingIndonesia (2015)

Kekuatan tarik dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu temperature, kelembapan dan laju regangan. Temperature dapat berpengaruh karena apabila temperature naik, maka kekuatan tariknya akan menurun. Pengaruh kelembapan adalah mengakibatkan absorbs air yang membuat regangan patah akan meningkatkan sedangkan tegangan patah dan modulus elastisitasnya menurun. Sedangkan laju regangan juga memiliki pengaruh, apabila laju regangan kecil, maka perpanjangan bertambah dan mengakibatkan kurva tegangan-regangan menajdi landau, modulus elastisitasnya rendah. Sedangkan jika laju regangan tinggi, maka beban patah dan modulus elastisitasnya meningkat tetapi regangannya mengecil.

$$\sigma_u = \frac{P_{max}}{A_u} \qquad (2\text{-}2)$$

Keterangan :

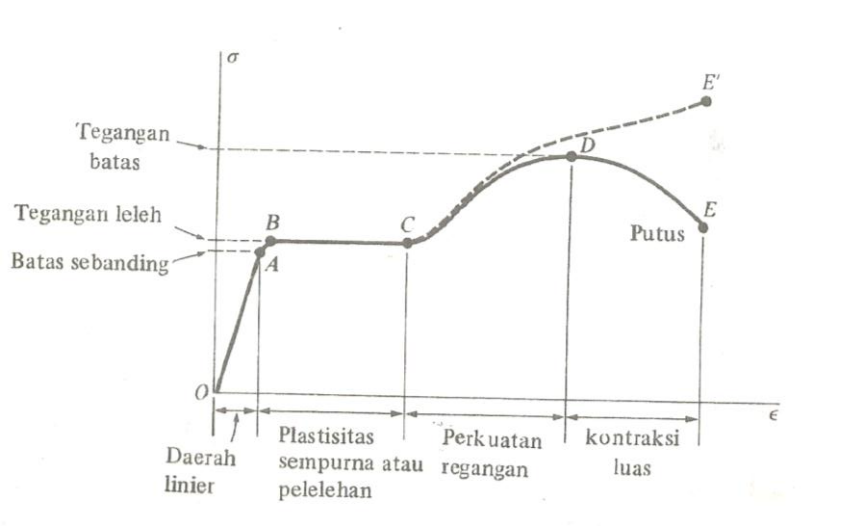
P_{max} = Beban tarik maksimum (N)
A = Luas penampang saat patah (mm^2
σ_u = Kekuatan tarik ultimate (MPa)

Besarnya regangan adalah jumlah pertambahan panjang karena pembebanan dibandingkan dengan panjang awal.

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o} \qquad (2\text{-}3)$$

Keterangan :
ε = Regangan (mm/mm)
ΔL = Pertambahan panjang (mm)
L_0 = Panjang awal (mm)

Hubungan tegangan regangan dapat diketahui pada diagram tegangan regangan berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian tarik. Pada pengujian tarik material atau spesimen diberikan pertambahan beban tarik secara aksial dan kontinyu dan dilakukan pengamatan pertambahan panjang.



Gambar 2.12 Diagram tegangan regangan secara umum
Sumber : Timoshenko (1987)

Dari diagram diatas dapat diperoleh titik leleh (*yield*) , titik ultimate dan titik putus. Titik leleh (*yield*) merupakan titik tempat tegangan dan regangan bertambah tanpa disertai dengan penambahan beban. Titik ultimate merupakan tegangan tertinggi yang dapat dicapai oleh benda tersebut. Sedangkan titik putus merupakan tempat dimana benda atau material tersebut tidak mampu lagi diberikan penambahan beban.

2.13 Hipotesis

Dari teori - teori di atas maka dapat diambil sebuah hipotesis bahwa tebal mika pada *natural fiber laminate composite* akan berpengaruh pada kekuatan tarik. Hal ini dikarenakan apabila tebal specimen semakin besar, maka luas penampang akan semakin besar, sehingga akan mempengaruhi besar kekuatan tarik. Sedangkan proses penekanan memiliki pengaruh terhadap distribusi pengeleman, sehingga kekuatan rekat antara matrik dan serat semakin mengikat, sehingga kekuatan tarik *laminate composite* juga bertambah kuat.