

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Aren

Aren termasuk suku Aracaceae (pinang-pinangan), batangnya tidak berduri, tidak bercabang, tinggi dapat mencapai 25 meter dan diameter pohon dapat mencapai 65 meter. Tangkai daun aren panjangnya dapat mencapai 1,5 meter, helai daun panjangnya dapat mencapai 1,45 meter, lebar 7 cm dan bagian bawah daun ada lilin.

Masyarakat pada umumnya sudah sejak lama mengenal pohon aren sebagai pohon yang dapat menghasilkan bahan-bahan untuk industri kerajinan. Hampir sebagian produk tanaman ini dapat dimanfaatkan dan memiliki nilai ekonomis.

Bagian-bagian fisik pohon aren yang dimanfaatkan, misalnya akar (untuk obat tradisional), batang (untuk berbagai peralatan dan tepung), ijuk (untuk keperluan bangunan bagian atap), daun (khususnya daun muda untuk pembungkus dan merokok), demikian pula dengan hasil produksinya seperti buah dan nira dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan dan minuman.

Saat ini tercatat ada empat jenis pohon yang termasuk kelompok aren yaitu : *Arenga Pinata (wurmb)*, *Arenga Undulatifolia Bree*, *Arenga Westerhoutii Griff* dan *Arenga Ambcang Becc*. Diantaranya jenis tersebut yang sudah dikenal manfaatnya adalah *Arenga Pinata*, yang dikenal sehari-hari dengan nama aren atau enau.

Tanaman aren hampir mirip pohon kelapa. Perbedaannya, jika pohon kelapa batang pohonnya bersih (pelepah daun yang tua mudah lepas), maka batang pohon aren ini sangat kotor karena batangnya terbalut oleh ijuk sehingga pelepah daun yang sudah tua sulit diambil atau lepas dari batangnya. Oleh karena itulah, batang pohon aren sering ditumbuhi oleh banyak tanaman jenis paku-pakuan.

Ijuk dihasilkan dari pohon aren yang telah berumur lebih dari 5 tahun sampai dengan tongkol-tongkol bunganya keluar. Pohon yang masih muda produksi ijuknya kecil. Demikian pula pohon yang berbunga kualitas dan ijuknya tidak baik. Pemungutan ijuk dapat dilakukan dengan memotong pangkal pangkal pelepah-pelepah daun, kemudian ijuk yang bentuknya berupa lempengan

anyaman ijuk itu lepas dengan menggunakan parang dari tempat ijuk itu menempel.

Lempengan-lempengan anyaman ijuk yang baru dilepas dari pohon aren, masih mengandung lidi-lidi ijuk. Lidi-lidi ijuk dapat dipisahkan dari serat-serat ijuk dengan menggunakan tangan. Untuk membersihkan serat ijuk dari berbagai kotoran dan ukuran serat ijuk yang besar, digunakan sisir kuat. Ijuk yang sudah dibersihkan dapat dipergunakan untuk membuat tambang ijuk, sapu ijuk, atap ijuk dan lain-lain.



Gambar 1. Daun, batang, dan serat ijuk (*Arenga pinnata*)
Sumber: (Dokumentasi Peneliti)

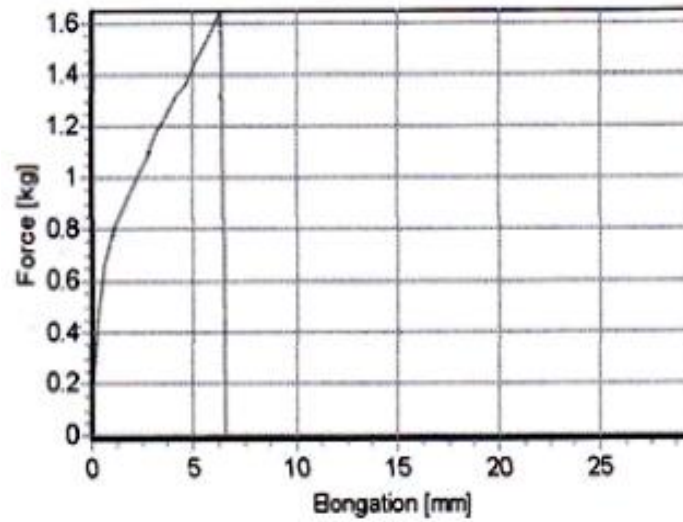
Widodo (2008) dalam penelitiannya menyatakan material komposit yang dibuat menggunakan matrik epoksi dengan penguat serat aren (ijuk) diperoleh kekuatan tarik komposit tertinggi pada fraksi berat serat 40 % dari variasi fraksi volume serat 20%, 30%, 40%, 50%, dan 60%. Pada komposisi berat serat 20% dan 30%, dari ketiga spesimen yang telah diuji didapatkan kekuatan tarik rata – rata sebesar 2,58 Mpa dan 2,25 MPa lebih menurun dibandingkan dengan komposisi 100% dengan kekuatan tarik sebesar 3,69 Mpa. Pada komposisi berat serat 40%, 50%, dan 60% spesimen yang telah diuji kekuatan tarik rata-rata yang didapat cenderung meningkat dibanding 100% epoxy yaitu 5,13 Mpa, 3,92 Mpa, 3,76 Mpa. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 2, dimana spesimen dengan komposisi serat 40% mempunyai kekuatan tarik rata-rata yang tertinggi, namun hanya setengah dari kekuatan asal serat ijuk.



Gambar 2. Kekuatan tarik rata-rata dari berbagai macam komposisi serat ijuk epoxy (Widodo, 2008).

Sugiyanto dkk (2013) dalam penelitiannya yang berjudul Kekuatan Tarik Serat Ijuk (*Arenga Pinnata Merr*), menyimpulkan bahwa diameter mempengaruhi terhadap kekuatan tarik pada serat ijuk. Semakin kecil diameter serat ijuk maka kekuatan tariknya semakin besar karena rongga pada serat kecil dan ikatan antar molekulnya banyak sehingga kekuatannya kuat. Hal ini ditunjukkan dalam penelitiannya kelompok diameter 0,25-0,35 mm dengan rata-rata kekuatan tariknya adalah 208,22 Mpa dengan standar deviasinya 70,33 Mpa. Selanjutnya, semakin besar diameternya maka kekuatan tariknya semakin kecil karena rongga pada serat besar dan ikatan molekulnya sedikit sehingga kekuatan tariknya rendah. Rata-rata kekuatan tarik kelompok diameter 0,46-0,55 mm adalah sebesar 173,24 Mpa dengan standar deviasinya 26,88 Mpa.

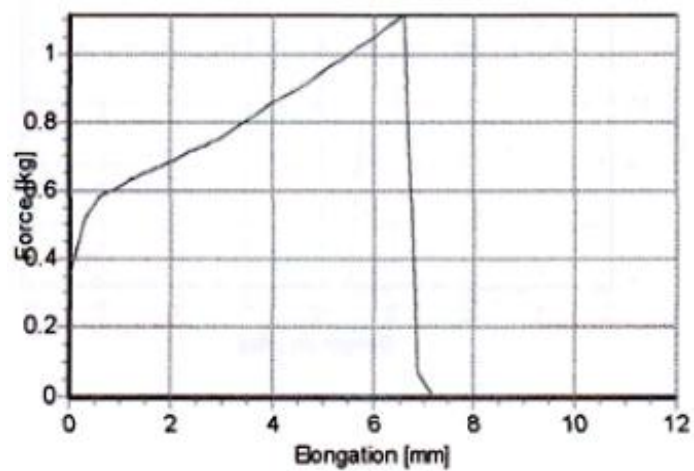
Untuk mengetahui pengaruh diameter terhadap kekuatan tarik serat, dilakukan pengujian tarik pada ukuran serat yang berbeda. Gambar 3, 4, dan 5 menunjukkan grafik force dan pertambahan panjang pada pengujian tarik serat ijuk berdiameter 0,3 – 0,5 mm.



Gambar 3. Grafik force vs elongation 0,3 mm



Gambar 4. Grafik force vs elongation 0,4 mm



Gambar 5. Grafik force vs elongation 0,5 mm

2.1.1 Serat Kenaf, Serat Okra, dan Serat Yute

a. Serat Kenaf

Kandungan serat terbanyak (75%) terdapat pada batang bawah. Serat kenaf tergolong serabut sklerenkim yaitu sel berdinding tebal yang sering kali berlignin. Serat ini berfungsi mekanis sehingga tahan terhadap tegangan yang disebabkan penarikan dan pembengkokan, tekanan dan pemampatan tanpa menyebabkan kerusakan sel-sel berdinding tebal pada bagian tanaman ini. Kenaf akan memiliki kualitas serat yang baik apabila ia tumbuh pada lingkungan yang memiliki air dan tanah dengan keasaman yang cukup (biasanya pH 5.5).

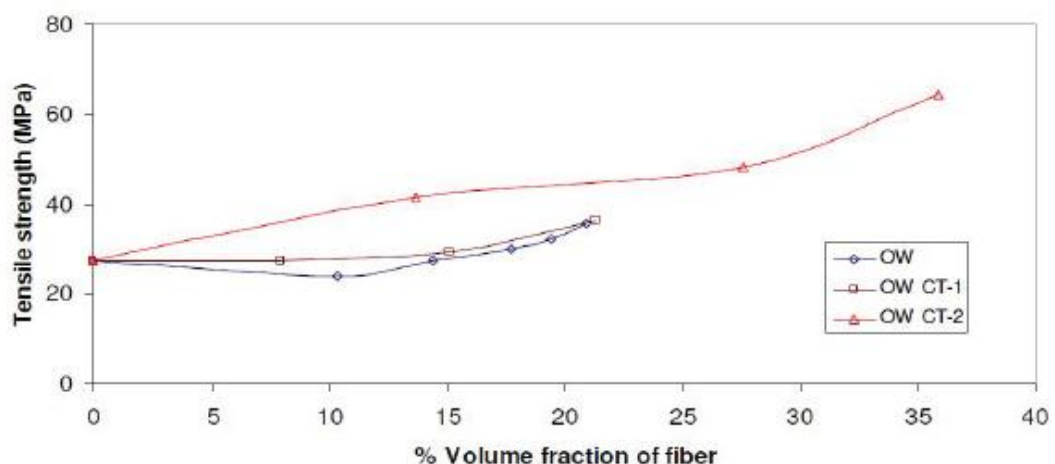
Diharjo dkk (2007) dalam penelitiannya menyatakan kekuatan dan modulus tarik serat kenaf adalah sekitar 200 – 300 Mpa dan 20 – 30 Gpa, sedangkan hasil uji tarik matrik poliester (UPRs) memiliki kekuatan tarik 50,70 MPa dan modulus tarik 4,23 Gpa. Kekuatan serat kenaf menurun seiring dengan peningkatan waktu perendaman serat di dalam larutan alkali. Hal ini disebabkan oleh sifat larutan alkali yang mengikis lignin dan permukaan selulosa serat. Komposit kenaf acak-UPRs pada $v_f = 23\%$ memiliki kekuatan tarik tertinggi pada kandungan hardener 1% (v/v), yaitu 40,14 Mpa. Peningkatan kekuatan tarik yang sangat besar terjadi pada komposit yang diperkuat serat kenaf kontinyu dengan hardener 1%. Pada $v_f = 54,63\%$, kekuatan dan modulus tarik bahan komposit ini adalah 216,8 Mpa dan 26,79 Gpa. Harga ini meningkat 123% dan 163,7% dibanding komposit pada $v_f = 20,13\%$. Studi perlakuan alkali (5% NaOH) komposit kenaf acak-UPRs menunjukkan bahwa pada perlakuan alkali selama 2 jam menghasilkan kekuatan tarik dan modulus tertinggi untuk sembarang v_f , dan selanjutnya diikuti oleh komposit yang diperkuat serat tanpa perlakuan. Pada $v_f = 40\%$, kekuatan komposit tertinggi tersebut adalah sekitar 80 Mpa dan modulus tariknya 10 Gpa.

b. Serat Okra

Tanaman Okra (*Abelmoschus esculentus*) aslinya berasal dari Afrika Barat dan sudah dikenal di berbagai negara di dunia. Di Indonesia, tanaman Okra masih sangat asing di telinga kita. Tanaman okra dapat tumbuh subur di negara tropikal, sub tropikal dan negara dengan suhu udara yang panas.

Tanaman Okra dapat tumbuh hingga ketinggian 2 meter. Daunnya mempunyai ukuran 10-20 cm memanjang dan melebar. Bunganya berdiameter sekitar 4-8 cm. Sedangkan buah bisa tumbuh memanjang hingga 18 cm dengan warna hijau atau merah keunguan dan berbiji didalamnya. Buah Okra berbentuk seperti belimbing bersegi 5-8 dan mengandung banyak lendir (*musilane*).

K. Murali Mohan Rao, Dkk (2009) telah meneliti tentang serat okra anyam dalam jurnalnya yang berjudul *Tensile properties characterization of okra woven fiber reinforced polyester composites*. Dalam penelitiannya serat okra anyam divariasikan menjadi tiga yaitu serat okra anyam tanpa perlakuan kimia (OW), perlakuan 0,125% NaOH selama 6 jam (CT-1), dan perlakuan 0,125% NaOH selama 45 menit (CT-2). Hasilnya diperoleh serat okra anyam dengan perlakuan kimia (CT-2) memiliki kekuatan paling tinggi dari yang lain (Gambar 6).



Gambar 6. *Effect of percentage volume fraction of fiber on tensile strength of untreated and treated okra woven fiber reinforced polyester composites*

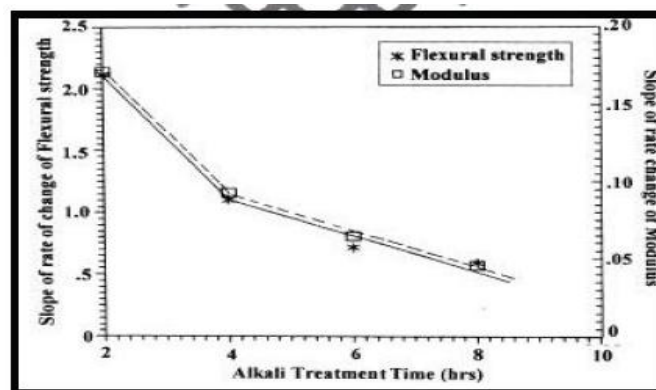
c. Serat Yute

Yute adalah tanaman tadah hujan yang tidak memerlukan banyak pupuk dan pestisida. Produksi utama terkonsentrasi di India dan di sebagian Bangladesh, terutama Bengal. Serat yute berasal dari batang dan jaringan halus (kulit luar) pada tumbuhan yute. Serat tersebut pertama-tama diekstrak dengan cara dipilin menjadi serat-serat yang terpisah. Cara pemrosesan tersebut dilakukan dengan membundel batang yute dan merendamnya dalam air yang mengalir. Ada dua jenis bentuk pilinan: batangan dan pita. Setelah proses pemilinan selesai,

kemudian disiangi. Wanita dan anak-anak biasa yang mengerjakan ini. Pada proses penyiangan, bagian yang tak berserat kemudian dikupas, kemudian bagian yang berserat dicungkil dan diambil dari dalam batang. India, Pakistan, China adalah penghasil yute terbesar, sedangkan Britania Raya, Spanyol, Côte d'Ivoire, Jerman dan Brazil juga mengimpor tali yute dari Bangladesh. India adalah penghasil yute terbesar di dunia.

X.Y. Liu dan G.C. Dai (2007) dalam risetnya yang berjudul *Surface Modification And Micromechanical Properties Of Jute Fiber Mat Reinforced Polypropylene Composites*, menyimpulkan bahwa modifikasi permukaan serat jute dengan perlakuan alkali adalah sangat efektif untuk meningkatkan ikatan adhesi antara serat dan matrik dalam komposit *polypropylene* berpenguat serat jute. Perlakuan alkali dapat menghilangkan lapisan lilin dan lemak pada serat yang dapat menyulitkan serat dibasahi resin. Dari pengamatan dengan *SEM-micrograph*, terlihat permukaan serat jute tanpa perlakuan alkali lebih halus dibanding serat jute perlakuan alkali yang terlihat lebih kasar. Perlakuan alkali juga dapat meningkatkan kekuatan geser *interfacial*, kekuatan tarik dan kekuatan mulur dari komposit.

Ray dkk (2001) dalam penelitiannya *Effect of alkali treated jute fibers on composite properties*, memperoleh hasil bahwa perlakuan alkali (5% NaOH) pada serat jute dapat menaikkan kekuatan dari komposit serat jute. Tetapi durasi perlakuan serat yang lama dapat mengikis hemi selulosa pada serat jute, sehingga kekuatan serat jute menurun secara signifikan (Gambar 7).



Gambar 7. Pengaruh waktu perlakuan alkali terhadap nilai perubahan modulus dan kekuatan mulur dari komposit.

2.2 Kajian Teori Komposit

2.2.1 Pengertian Komposit

Kata komposit dalam pengertian bahan komposit berarti terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur secara makroskopis. Menurut Gibson (1994) komposit adalah perpaduan dari bahan yang dipilih berdasarkan kombinasi sifat fisik masing-masing material penyusun untuk menghasilkan material baru dengan sifat yang unik dibandingkan sifat material dasar sebelum dicampur dan terjadi ikatan permukaan antara masing-masing material penyusun. Dari campuran tersebut akan dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya.

Sedangkan menurut Triyono dan Diharjo (1999) mengemukakan bahwa kata komposit (*composite*) merupakan kata sifat yang berarti susunan atau gabungan. *Composite* berasal dari kata kerja “*to compose*” yang berarti menyusun atau menggabung. Jadi secara sederhana bahan komposit berarti bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan.

Pada umumnya komposit dibentuk dari dua jenis material yang berbeda yaitu :

- Matriks, umumnya lebih *ductile* tetapi mempunyai kekuatan yang lebih rendah.
- Penguat (*reinforcement*), umumnya berbentuk serat yang mempunyai sifat kurang *ductile* tetapi lebih kuat.

Komposit juga dapat dibagi menjadi tiga pengertian dasar (Urquhart, 1991), beberapa definisi komposit adalah sebagai berikut :

- Tingkat dasar : pada molekul tunggal dan kisi kristal, bila material yang disusun dari dua atom atau lebih disebut komposit (contoh senyawa, paduan, polimer dan keramik)
- Mikrostruktur : pada kristal, fase dan senyawa, bila material disusun dari dua fase atau senyawa atau lebih disebut komposit (contoh paduan Fe dan C)

- Makrostruktur : material yang disusun dari campuran dua atau lebih penyusun makro yang berbeda dalam bentuk dan / atau komposisi dan tidak larut satu dengan yang lain disebut material komposit.

Dari tiga pengertian di atas definisi secara makrostruktur yang sering dipakai.

2.2.2 Karakteristik Komposit

Komposit merupakan paduan dari dua atau lebih bahan yang mempunyai sifat yang berbeda, maka hasilnya akan diperoleh sifat serta karakteristik yang berbeda pula. Menurut Urquhart (1991) sifat maupun karakteristik dari komposit ditentukan oleh :

- Material yang menjadi penyusun komposit
Karakteristik komposit ditentukan berdasarkan karakteristik material penyusun menurut *rule of mixture* sehingga akan berbanding secara proporsional.
- Bentuk dan penyusunan struktural dari penyusun
Bentuk dan cara penyusunan komposit akan mempengaruhi karakteristik komposit.
- Interaksi antar penyusun
Bila terjadi interaksi antar penyusun akan meningkatkan sifat dari komposit.

2.2.3 Klasifikasi Komposit

Secara umum pengelompokan komposit dapat dibedakan menjadi dua, pengelompokan tersebut yaitu berdasarkan matrik dan penguatnya. Berdasarkan matriknya komposit dapat digolongkan menjadi tiga (Courtney, 1983) yaitu :

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

Yang kedua adalah berdasarkan unsur penguatnya, menurut Courney (1983) dapat dibedakan menjadi tiga :

- a) *Particulate composite*, yaitu penguatnya berbentuk partikel

b) *Fibre composite*, yaitu penguatnya berbentuk serat

c) *Structural composite*, yaitu cara penggabungan material komposit

Tetapi menurut Hadi (2000) dari bahan penguatnya, komposit terdiri dari dua macam, yaitu bahan komposit partikel (*particulate composite*) dan bahan komposit serat (*fiber composite*). Bahan komposit partikel terdiri dari partikel-partikel yang diikat oleh matrik. Bentuk partikel ini dapat bermacam-macam seperti bulat, kubik, tetragonal atau bahkan bentuk-bentuk yang tidak beraturan secara acak. Bahan komposit serat terdiri dari serat-serat yang diikat oleh matrik. Bentuknya ada 2 macam yaitu serat pendek (komposit partikel) dan serat panjang (komposit serat).

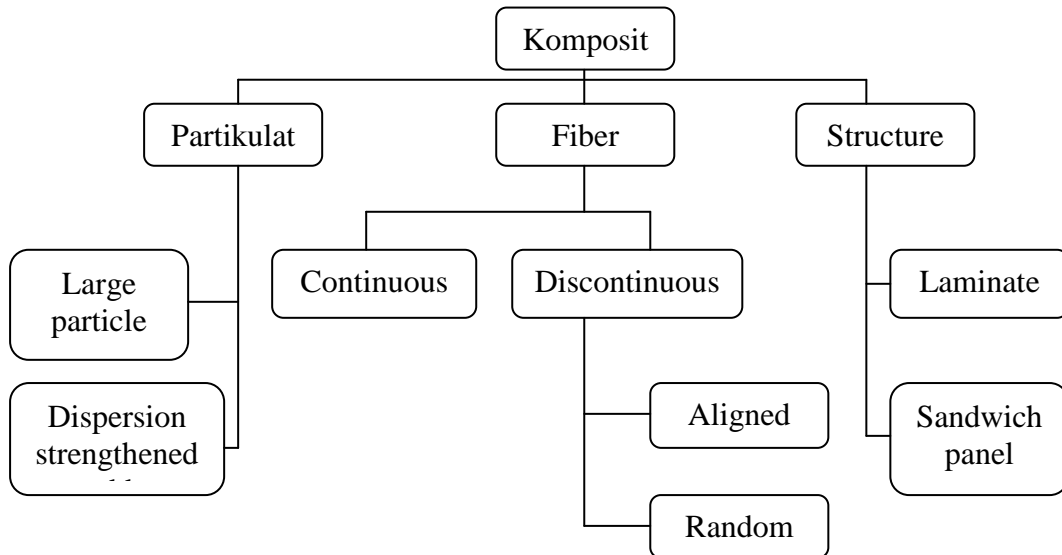
1. Bahan Komposit Partikel

Dalam struktur komposit, bahan komposit partikel tersusun dari partikel-partikel disebut bahan komposit partikel (*particulate composite*). Menurut definisinya partikelnya berbentuk-beberapa macam seperti bulat, kunik, tetragonal atau bahkan bentuk-bentuk yang tidak beraturan secara acak, tetapi secara rata-rata berdimensi sama. Bahan komposit partikel umumnya digunakan sebagai pengisi dan penguat bahan komposit keramik (*ceramic matrik composites*). Bahan komposit partikel pada umumnya lebih lemah dibanding bahan komposit serat. Bahan komposit partikel mempunyai keunggulan, seperti ketahanan terhadap aus, tidak mudah retak dan mempunyai daya pengikat dengan matrik yang baik (Hadi, 2000).

2. Bahan Komposit Serat

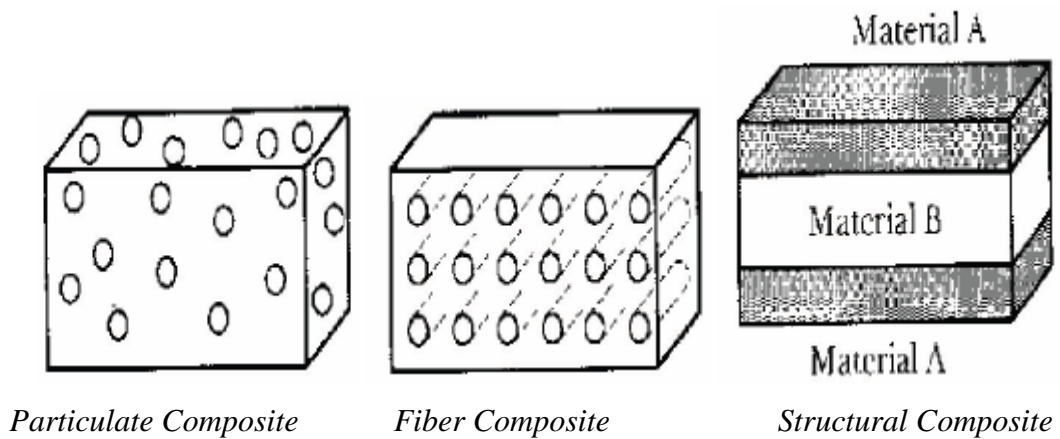
Unsur utama komposit adalah serat yang mempunyai banyak keunggulan, oleh karena itu bahan komposit serat yang paling banyak dipakai. Bahan komposit serat terdiri dari serat-serat yang diikat oleh matrik yang saling berhubungan. Bahan komposit serat ini terdiri dari dua macam, yaitu serat panjang (*continuos fiber*) dan serat pendek (*short fiber* atau *whisker*). Dalam penelitian ini diambil bahan komposit serat (*fiber composite*). Penggunaan bahan komposit serat sangat efisien dalam menerima beban dan gaya. Karena itu bahan komposit serat sangat kuat dan kaku bila dibebani searah serat, sebaliknya sangat lemah bila dibebani dalam arah tegak lurus serat (Hadi, 2000).

Dari pengelompokan di atas dapat digambarkan seperti dalam diagram di bawah ini :



Gambar 8. Pembagian komposit berdasarkan penguatnya (Courtney, 1983).

Adapun ilustrasi gambar pengelompokan komposit berdasarkan penguatnya dapat dilihat dalam gambar di bawah ini :



Gambar 9. Ilustrasi komposit berdasarkan penguat (Ashby dkk, 1980)

2.2.4 Unsur Penyusun Komposit

a. Serat

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 ini telah banyak digunakan oleh manusia diantaranya adalah kapas, wol, sutera, pelepah pisang, sabut kelapa, ijuk, bambu, nanas dan knaf atau goni. Serat alam memiliki kelemahan yaitu ukuran serat yang tidak seragam, kekuatan serat sangat dipengaruhi oleh usia. 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).

Tabel 1. Beberapa serat alam dan sifat mekaniknya

Serat	Diameter (μm)	<i>Ultimate tensile stress, $\hat{\sigma}$</i> (Mpa)	Modulus E (GPa)	Berat Jenis
<i>Wood</i>	15-20	160	23	1,5
<i>Bamboo</i>	15-30	550	36	0,8
<i>Jute</i>	10-50	580	22	1,5
<i>Cotton</i>	15-40	540	28	1,5
<i>Wool</i>	75	170	5,9	1,32
<i>Coir</i>	10-20	250	5,5	1,5
<i>Bagasse</i>	25	180	9	1,25
<i>Rice</i>	5-15	100	6	1,24
<i>Natural silk</i>	15	400	13	1,35
<i>Spider silk</i>	4	1750	12,7	–
<i>Linen</i>	–	270	–	–
<i>Sisal</i>	–	560	–	–
<i>Asbestos</i>	0.2	1700	160	2,5

Sumber : Vasiliev & Morozov (2001)

Stark dan Rowlands (2002) mengungkapkan bahwa komposit yang diperkuat serat tanaman, sifat-sifat mekanisnya akan meningkat secara linear seiring dengan penambahan persen berat serat, karakteristik mekanik yang meningkat adalah kekuatan mekanik yang meningkat adalah kekuatan tarik, kekuatan bending, serta kekuatan dampak.

Menurut Biswas, *et al.* (2001), beberapa karakteristik yang juga merupakan kelebihan dari komposit yang diperkuat serat alam yaitu, 1) dapat dicat, dipoles, maupun dilaminasi, 2) tahan terhadap penyerapan air, 3) murah karena bahan baku seratnya banyak tersedia di alam dan proses pembuatannya relatif mudah dan sederhana, 4) kuat dan kaku, 5) ramah lingkungan, karena materialnya merupakan bahan organik dan bisa didaur ulang secara alami oleh lingkungan, 6) memiliki kemampuan dan diproses dengan baik.

Disamping kelebihan-kelebihan di atas, komposit serat alam juga memiliki beberapa kelemahan, Rowell (1997) menyebutkan beberapa kelemahan komposit serat alam yaitu, 1) penurunan karena faktor biologi, yaitu adanya organisme yang mungkin tumbuh dan memakan karbohidrat yang terkandung dalam serat, sehingga menimbulkan enzim khusus yang akan merusak struktur serat, dan melepaskan ikatan antara serat dan matrik, 2) penurunan kualitas karena panas atau *thermal*, 3) penurunan panas karena radiasi ultraviolet, hal ini terjadi karena penyinaran ultraviolet akan menyebabkan meningkatnya karbohidrat dan berkurangnya lignin. Serat yang banyak mengandung karbohidrat akan memiliki kemampuan ikatan dengan matrik yang rendah, sehingga kekuatan matrik akan turun, 4) kekuatannya masih lebih rendah jika dibanding serat buatan.

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. Schwartz (1984) menjelaskan bahwa serat sebagai penguat dalam struktur komposit harus memenuhi persyaratan 1) modulus elastisitas yang tinggi, 2) kekuatan patah yang tinggi, 3) kekuatan yang seragam di antara serat, 4) stabil selama penanganan proses produksi, 5) diameter serat yang seragam.

Secara teoritis komposit serat yang menggunakan serat panjang akan memberikan nilai penguatan yang lebih efisien dan seragam dibanding serat pendek karena beban yang terjadi disalurkan secara merata sepanjang serat. Namun dalam prakteknya hal tersebut sulit dicapai karena sulit didapatkan nilai kekuatan optimum sepanjang serat serta tegangan yang terjadi tidak terbagi merata ke semua serat (Schwartz, 1984).

Serat tanaman, seperti kenaf, *flax* dan *hemp*, sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai penguat komposit untuk menggantikan serat gelas karena serat tanaman memiliki beberapa kelebihan, seperti dapat diperbaharui, jumlahnya berlimpah, murah, ringan, dapat didegradasi, tidak kasar untuk pembuatan peralatan, ketika dibakar menetralkan CO₂ dapat dibakar dengan menghasilkan energi, tidak menyebabkan iritasi kulit, sifat mekanis yang baik, sifat akustik dan isolasi panas yang baik. Massa jenis serat tanaman adalah 40% dibawah massa jenis serat gelas (Peijs, 2002).

Menurut *Building Material and Technology Promotion Council*, komposisi unsur kimia serat alam yang ditunjukkan pada tabel berikut dan sifat mekanis dan dimensi dari beberapa serat alam ditunjukkan oleh tabel di bawah ini

Tabel 2. Komposisi unsur kimia serat alam

Serat	Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)	Lignin (%)	Kadar air(%)
Pisang	60-65	6-8	5-10	10-15
Sabut	43	<1	45	10-12
<i>Flax</i>	70-72	14	4-5	7
<i>Jute</i>	61-63	13	5-13	12,5
<i>Rami</i>	80-85	3-4	0,5	5-6
<i>Sisal</i>	60-67	10-15	8-12	10-12
<i>Sun hemp</i>	70-78	18-19	4-5	10-11
<i>Cotton</i>	90	6	–	7

Sumber: *Building Material and Technology Promotion Council*

Tabel 3. Sifat Mekanis Beberapa Serat Alam

Serat	Panjang (mm)	Diameter (mm)	Massa jenis (Kg/m ³)	Modulus Young (GPa)	Kekuatan Tarik (MPa)	Regangan (%)
Bambu	–	0,1-0,4	1500	27	575	3
Pisang	–	0,8-2,5	1350	1,4	95	5,9
Sabut	50-350	0,1-0,4	1440	0,9	200	29
Flax	500	NA	1540	100	1000	2
Jute	1800-3000	0,1-0,2	1500	32	350	1,7
Kenaf	30-750	0,04-0,09	–	22	295	–
Sisal	–	0,5-2	1450	100	1100	–

Sumber: *Building Material and Technology Promotion Council*

Tabel 4 . Sifat Mekanis Serat Ijuk Berdasarkan Kelompok Diameternya

Kelompok Diameter Serat Ijuk (mm)	Sifat Mekanik Serat Ijuk		
	Stress (MPa)	Strain (%)	Modulus Elastisitas (GPa)
0,25 – 0,35	208,22	0,192	4,72
0,36 – 0,45	198,15	0,277	3,564
0,46 – 0,55	173,43	0,37	2,84

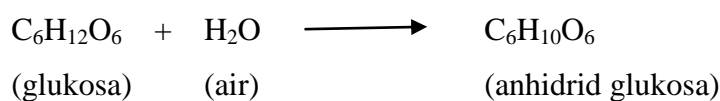
(Sumber : Sugiyanto dkk, 2013)

b. Kandungan Kimia Serat Alam

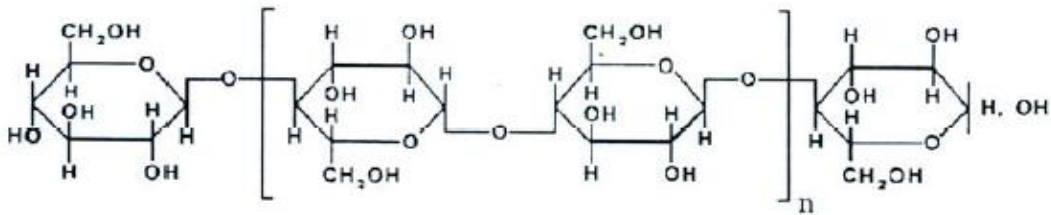
Sama seperti serat organik lainnya misalnya serat rami, kelapa, sisal, dan lain-lain, tentunya memiliki kandungan kimia penyusun serat tersebut. Secara umum, tanaman terbentuk dari kandungan selulosa, hemiselulosa, lignin dan abu. Komposisi bahan penyusun ini berbeda-beda bergantung pada jenis dan tempat tumbuh tanaman

- Selulosa

Selulosa merupakan suatu senyawa karbohidrat yang dapat ditemukan secara melimpah di alam ini. Selulosa terdapat didalam dinding sel tumbuhan. Selulosa tersusun atas unit-unit glukosa yang berasal dari proses fotosintesis tumbuhan. Kemudian dalam suatu proses yang kompleks, glukosa mengalami modifikasi secara kimia dengan dipindahkannya satu molekul air dari setiap unit sehingga terbentuklah anhidrid glukosa.



Selulosa adalah suatu polimer yang terdiri dari unit-unit anhidrid glukosa yang saling bersambungan ujung-ujungnya secara bersama-sama. Dengan eliminasi bersama air membentuk rantai panjang yang dikenal dengan selulosa $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ dengan n (derajat polimerisasi) sekitar 500- 10000. Tinjauan bidang glukosa pada selulosa seperti ditunjukkan pada gambar 10.



Gambar 10. Rumus kimia selulosa

Molekul-molekul selulosa seluruhnya berbentuk linier dan mempunyai kecenderungan membentuk ikatan-ikatan hidrogen intra- dan intermolekul. Sehingga berkas-berkas selulosa membentuk agregat bersama-sama dalam bentuk mikrofibril, daerah yang teratur (kristalin) diselingi dengan daerah yang tidak teratur (amorf). Mikrofibril ini membentuk fibril-fibril dan akhirnya terbentuklah serat-serat selulosa. Karena strukturnya yang berserat dan ikatan-ikatan hidrogen yang kuat menyebabkan selulosa mempunyai kekuatan tarik yang tinggi dan tidak larut dalam kebanyakan pelarut. Meskipun selulosa merupakan karbohidrat tetapi selulosa bukanlah sumber makanan bagi manusia atau hewan.

- Hemiselulosa

Disamping selulosa dalam jaringan tanaman terdapat sejumlah polisakarida yang disebut poliosa atau hemiselulosa. Hemiselulosa semula diduga merupakan senyawa - antara dalam biosintesis selulosa. Namun saat ini telah diketahui bahwa hemiselulosa termasuk dalam kelompok polisakarida heterogen yang dibentuk melalui jalan biosintesis yang berbeda dari selulosa. Hemiselulosa berbeda dari selulosa karena komposisinya terdiri dari berbagai unit gula, rantai molekul yang lebih pendek, dan percabangan rantai molekul.

Seperti halnya selulosa, hemiselulosa berfungsi sebagai bahan pendukung dalam dinding-dinding sel. Hemiselulosa mudah dihidrolisis oleh asam menjadi komponen - komponen monomernya seperti D-glukosa, D-monosa, D-xilosa, L-arabinosa dan lainnya. Kebanyakan hemiselulosa mempunyai derajat polimerisasi hanya 200, yang artinya derajat polimerisasinya, umumnya kurang dari 200.

- Lignin

Lignin adalah salah satu komponen penyusun tanaman. Pada batang tanaman, lignin berfungsi sebagai bahan pengikat komponen penyusun lainnya, sehingga suatu pohon bisa berdiri tegak.

Lignin adalah suatu polimer yang kompleks dengan berat molekul tinggi, tersusun atas unit-unit fenilpropan. Meskipun tersusun atas karbon, hydrogen dan oksigen, lignin bukanlah suatu karbohidrat dan bahkan tidak ada hubungannya dengan golongan senyawa tersebut. Sebaliknya, lignin pada dasarnya adalah suatu fenol. Lignin sangat stabil dan sukar dipisahkan dan mempunyai bentuk yang bermacam-macam karenanya susunan lignin didalam tumbuhan tidak menentu.

Lignin terdapat di antara sel-sel dan di dalam dinding sel. Di antara sel-sel, lignin berfungsi sebagai perekat untuk mengikat sel-sel bersama-sama. Dalam dinding sel, lignin sangat erat hubungannya dengan selulosa dan berfungsi untuk memberi ketegaran pada sel. Lignin juga berpengaruh dalam memperkecil perubahan dimensi sehubungan dengan perubahan kandungan air kayu dan juga dikatakan bahwa lignin mempertinggi sifat racun kayu tahan terhadap serangan cendawan dan serangga. Keterangan yang diberikan oleh lignin merupakan faktor penentu sifat-sifat kayu.

Lignin merupakan bahan yang tidak berwarna. Apabila lignin terkena udara, terutama dengan sinar matahari, maka (bersama dengan karbohidrat-karbohidrat tertentu) lama kelamaan lignin cenderung menjadi kuning. Massa yang besar dan kekuatannya rendah karena serat-serat lignin kaku memiliki ikatan antar serat yang lemah.

Lignin bersifat termoplastik-artinya lignin akan menjadi lunak dan dapat dibentuk pada suhu yang lebih tinggi dan keras kembali apabila menjadi dingin. Sifat termoplastik lignin inilah yang menjadi pedoman pembuatan papan keras (hardboard) dan lain-lain pada produk kayu yang dimampatkan.

- Kadar Abu

Senyawa anorganik dalam tumbuh-tumbuhan dianalisis sebagai abu dengan cara bahan yang akan diuji dibakar pada suhu tertentu.

Komponen utama abu tumbuhan adalah kalium, kalsium dan magnesium. Kesalahan dalam menentukan kandungan abu kemungkinan disebabkan hilangnya sejumlah garam amonia dan logam klorida dan juga disebabkan kurang effisiennya oksida terhadap karbonat-karbonat dari logam-logam alkali tanah (Fengel D dan Wegner G, 1995).

Tabel 5. Komposisi Kimia Serat Ijuk (*Arenga Pinnata* Merr)

No.	Komponen	Komposisi (%berat kering)
1.	Holo selulosa	74
	a. Selulosa Alpa	46
	b. Pentosa	22,08
2.	Lignin	17
3.	Kadar Air	5,00
4.	Kadar Abu	12
5.	Kelarutan dalam Air Dingin	11,46
6.	Kelarutan dalam Air Panas	12,79

Sumber : Jumlah, 2006. *Modifikasi serat dengan sinar μ*

c. *Recycled Polypropylene (RPP)*

Penggunaan plastik yang semakin meningkat akhir-akhir ini juga meningkatkan jumlah limbahnya. Menurut Hartono (1998) komposisi sampah atau limbah plastik yang dibuang oleh setiap rumah tangga adalah 9,3% dari total sampah rumah tangga. Plastik sebagai limbah sangat sulit terdekomposisi di alam sekitar, sehingga kemungkinan terbaiknya adalah dengan mendaur ulang pemanfaatannya menjadi produk lain. Kishi, et al (1988) menyatakan bahwa salah satu cara memanfaatkan limbah plastik adalah dengan mendaur ulang menjadi produk baru antara lain sebagai matriks komposit.

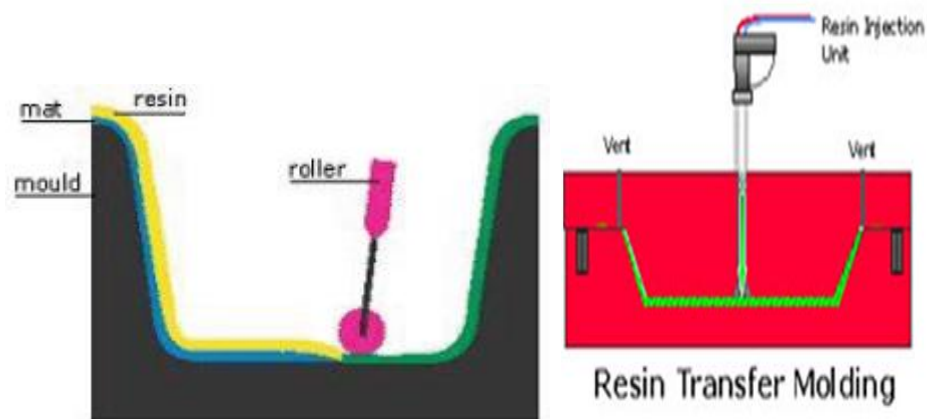
Perekat yang digunakan dalam penelitian ini adalah polipropilena. Polipropilena (PP) adalah sebuah polimer termo-plastik yang dibuat oleh industri kimia dan digunakan dalam berbagai aplikasi, diantaranya pengemasan, tekstil (contohnya tali, pakaian dalam termal, dan karpet), botol aqua, alat tulis, berbagai tipe wadah terpakaikan ulang serta bagian plastik, perlengkapan laboratorium, pengeras suara, komponen otomotif, dan uang kertas polimer. Polimer adisi yang terbuat dari propilena monomer, permukaannya tidak rata serta memiliki sifat resistan yang tidak biasa terhadap kebanyakan pelarut kimia, basa dan asam. Polipropena biasanya didaur ulang, dan simbol daur ulangnya adalah nomor “5” (Wikipedia, 2012). Dimana dengan pemanasan akan mencair pada suhu 170°C.

Plastik mempunyai sifat hidrofobik, sehingga komposit yang dihasilkan lebih tahan terhadap air dan kelembaban. Selain itu bahan plastik tidak disukai rayap, sehingga tanpa perlakuan pengawetan, papan komposit berbahan plastik tidak akan dimakan rayap, bebas emisi formaldehida dan ramah lingkungan. Saat ini jenis termoplastik yang dapat digunakan untuk tujuan pembuatan papan plastik adalah jenis polipropilena dan polietilena. Polipropilena merupakan bahan yang bersifat termoplastik, memiliki sifat padat, keras, kuat dan kedap air, yang sukar terdegradasi secara alamiah, sehingga menjadi penyebab pencemaran lingkungan yang potensial. Dalam penelitian ini serat ijuk dicampur dengan polipropilena daur ulang.

2.3 Proses Pembuatan Komposit

Proses pembuatan komposit sangat beraneka ragam dari yang paling sederhana sampai dengan yang kompleks dengan sistem komputerisasi. Tiap proses memiliki kelebihan masing-masing. Ada berbagai macam proses yang dapat digunakan untuk membuat komposit antara lain metode *hand lay-up*, metode *spray-up*, metode *vacuum bagging* (Gibson, 1994).

Proses *hand lay-up* merupakan proses laminasi serat secara manual, dimana merupakan metode pertama yang digunakan pada pembuatan komposit. Metode *hand lay-up* lebih ditekankan untuk pembuatan produk yang sederhana dan hanya menuntut satu sisi saja yang memiliki permukaan halus. Fraksi serat yang tinggi dapat diperoleh dengan cara mengkombinasikan metode *hand lay-up* dengan cetak tekan (*press molding*). Pada metode cetak tekan pengontrolan fraksi volume dapat dilakukan dengan menggunakan *stopper* (Rusmiyatno, 2007). Keuntungan metode *hand lay-up* adalah peralatan sedikit dan harga murah, kemudahan dalam bentuk dan desain produk serta variasi ketebalan dan komposisi serat dapat diatur dengan mudah.



Gambar 11. Proses *Hand Lay-Up* dan Proses *Press Molding* (Gibson, 1994)

2.4 Pengeringan Serat

Proses pengeringan adalah proses terjadinya penguapan air ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang dikeringkan. Dalam proses ini kandungan uap air udara lebih sedikit atau dengan kata lain udara mempunyai kelembaban relatif yang rendah, sehingga terjadi penguapan. Kemampuan udara membawa uap air bertambah besar jika perbedaan antara kelembaban udara pengering dengan udara di sekitar bahan semakin besar. Faktor yang dapat mempercepat proses pengeringan adalah kecepatan angin atau udara yang mengalir dan penambahan temperatur. Akan tetapi pengeringan yang terlalu cepat dapat merusak bahan, yakni permukaan bahan terlalu cepat kering, sehingga tidak sebanding dengan kecepatan pergerakan air bahan ke permukaan. Hal ini menyebabkan pengerasan pada permukaan bahan (*case hardening*). Selanjutnya air bahan tidak dapat lagi menguap karena terhalang (Taib, dkk. 1988).

Kandungan air yang terkandung pada material terdiri dari (Reeb, 1955) :

- a. Air bebas (*free water*) adalah air yang terdapat di antara rongga sel selulosa. Air bebas paling mudah dan terlebih dahulu keluar apabila mengalami pengeringan. Air bebas ini tidak mempengaruhi sifat dan bentuk kecuali berat. Bila air bebas telah keluar dan kondisi dinding sel jenuh air, maka dapat dikatakan suatu bahan telah mencapai kadar air titik jenuh serat (*fiber saturation point*).

- b. Air terikat (*bound water*) adalah air yang berada di dalam sel selulosa. Air terikat ini sangat sulit untuk dilepas apabila mengalami pengeringan. Air terikat inilah yang dapat mempengaruhi sifat misalnya penyusutan.

Kadar air bebas sel selulosa pasa serat harus dihilangkan, namun kadar air terikat di dalam sel harus dipertahankan agar tidak terjadi degradasi kekuatan serat selulosa (Diharjo, dkk. 2006). Penentuan kadar air pada serat dilakukan dengan membagi massa serat basah (massa awal) dengan massa serat setelah kondisi kering (massa tetap). Kadar air pada kayu dan serat dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 2.1 (Simpson, 1997).

$$Kd_{\text{air}} = \frac{W_a - W_o}{W_o} \times 100 \%$$

dengan catatan Kd_{air} = kadar air (%), W_a = massa serat basah (gr); W_o = massa kering serat (gr).

2.5 Fraksi Volume Serat (v_f)

Jumlah perbandingan yang biasanya digunakan dalam pembuatan komposit adalah rasio berat (fraksi berat) dan rasio volume (fraksi volume), hal ini dikarenakan satuan dari matrik dan serat biasa dihitung dengan satuan massa dan satuan volume (Prayetno, 2007).

Fraksi Volume (v_f) :

$$V_{\text{serat}} = \frac{\text{Volume serat}}{\text{Volume komposit}} \times 100 \%$$

$$V_{\text{serat}} = \frac{m_f / \rho_f}{m_f / \rho_f + m_m / \rho_m} \times 100 \%$$

$$V_{\text{matrik}} = \frac{\text{Volume matrik}}{\text{Volume komposit}} \times 100 \%$$

$$V_{\text{matrik}} = \frac{m_m / \rho_m}{m_f / \rho_f + m_m / \rho_m} \times 100 \%$$

dengan catatan : m_f = massa serat (gr); m_m = massa matrik (gr); ρ_f = massa jenis serat (gr/mm^3); ρ_m = massa jenis matrik (gr/mm^3).

2.6 Ekstraksi

Ekstraksi adalah kegiatan penarikan kandungan kimia yang dapat larut sehingga terpisah dari bahan yang tidak dapat larut dengan menggunakan pelarut cair. Senyawa aktif yang terdapat dalam berbagai simplisa dapat digolongkan ke dalam golongan minyak atsiri, alkaloida, flavonoida dan lain-lain. Dengan diketahuinya senyawa aktif yang dikandung simplisa akan mempermudah pemilihan pelarut dan cara ekstraksi yang tepat (Ditjen POM, 2000).

Metode ekstraksi :

Metode ekstraksi dapat dilakukan dengan beberapa cara :

1. Maserasi
2. Perkolasi
3. Refluks
4. Sokletasi
5. Digesti
6. Infus
7. Dekok
8. Destilasi Uap

Macam-macam proses pemisahan secara ekstraksi dibagi menjadi dua yaitu:

- Ekstraksi padat – cair
- Ekstraksi cair – cair

Ekstraksi Padat-Cair

Ekstraksi padat - cair yaitu suatu metode pemisahan campuran terlarut yang terdapat dalam sampel padat misal: bahan alam, daun, rimpang , kayu dan sebagainya, dengan menggunakan pelarut organik. Contoh pemisahan minyak dari biji kemiri, kedelai, kelapa dan sebagainya.

Ekstraksi Cair-Cair

Ekstraksi cair – cair adalah suatu peristiwa pemindahan suatu zat terlarut diantara dua pelarut yang saling bercampur. Ekstraksi ini sangat berguna untuk pemisahan secara cepat dengan menggunakan alat corong pisah atau berupa alat ”counter current craig”.

Ekstraksi sedikitnya terdiri dari dua tahap, yaitu :

1. Pencampuran secara intensif bahan ekstraksi dengan pelarut,yait Setelah dikocok kemudian dидiamkan maka Zat Terlarut akan terdistribusi dengan sendirinya kedalam dua pelarut tersebut.
2. Pemisahan kedua fasa cair itu sesempurna mungkin yaitu Pada saat pencampuran terjadi perpindahan massa, yaitu ekstrak meninggalkan pelarut yang pertama (media pembawa) dan masuk ke dalam pelarut kedua (media ekstraksi).

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses ekstraksi yaitu :

1. Ukuran Bahan

Pengecilan ukuran bertujuan untuk memperluas permukaan bahansehingga mempercepat penetrasi pelarut ke dalam bahan yang akan diekstrak danmempercepat waktu ekstraksi. Sebenarnya semakin kecil ukuran bahan semakin luas pula permukaan bahan sehingga semakin banyak oleoresinyang dapat diekstrak. Tetapi ukuran bahan yang terlalu kecil juga menyebabkan banyak minyak volatile yang menguap selama penghancuran.

2. Suhu Ekstraksi

Ekstraksi akan lebih cepat dilakukan pada suhu tinggi, tetapi padaekstraksi oleoresin hal ini dapat meningkatkan beberapa komponen yang terdapatdalam rempah akan mengalami kerusakan

3. Pelarut

Jenis pelarut yang digunakan merupakan faktor penting dalam ekstraksioleoresin. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah : daya melarutkan oleoresin, titik didih, toksisitas (daya atau sifat racun), mudah tidaknya terbakar dan sifatkorosif.

Dalam pemilihan pelarut harus memperhatikan beberapa faktor diantaranya adalah pemilihan pelarut pada umumnya dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut ini :

1. Selektifitas Pelarut hanya boleh melarutkan ekstrak yang diinginkan, bukan komponen-komponen lain dari bahan ekstraksi.
2. Kelarutan Pelarut sedapat mungkin memiliki kemampuan melarutkan ekstrak yang besar (kebutuhan pelarut lebih sedikit).
3. Kemampuan untuk tidak saling bercampur Pada ekstraksi cair-cair, pelarut tidak boleh atau hanya secara terbatas larut dalam bahan ekstraksi.
4. Kerapatan Terutama pada ekstraksi cair-cair, sedapat mungkin terdapat perbedaan kerapatan yang besar antara pelarut dan bahan ekstraksi.
5. Reaktifitas Pada umumnya pelarut tidak boleh menyebabkan perubahan secara kimia pada komponen-komponen bahan ekstraksi.
6. Titik didih Karena ekstrak dan pelarut biasanya harus dipisahkan dengan cara penguapan, destilasi atau rektifikasi, maka titik didih kedua bahan itu tidak boleh terlalu dekat.

2.7 Kerapatan atau Densitas

Kerapatan adalah turunan besaran yang menyangkut suatu massa dan volume. Batasannya adalah massa persatuan volume pada temperatur dan tekanan tertentu yang dinyatakan dalam sistem cgs dalam gram per cm^3 (g / cm^3).

$$\rho = \text{volume} (\text{cm}^3) = \text{gram} \cdot \text{cm}^3 = \text{M} \cdot \text{L}^{-3}$$

Bobot jenis merupakan karakteristik bahan yang penting yang digunakan dalam pengujian identitas kemurnian obat dan bahan pembantu khususnya sifat cairan dan zat berjenis malam. Bobot jenis dapat digunakan dalam berbagai hal untuk menentukan sesuatu, antara lain menentukan kemurnian suatu zat, mengenal keadaan zat, menunjukkan kepekaan larutan dan rumus yang digunakan (Mochtar, 1990).

Penentuan bobot jenis dilakukan dengan menggunakan piknometer, arcometer, timbangan hidrostatis dan cara monometrik. Untuk bobot padat tidak homogen dan serbuk yang memiliki pori dan ruang rongga, bobot jenis tidak lagi teridentifikasi secara jelas.

Pengujian kerapatan dilakukan untuk menentukan 3 macam kerapatan jenis, yaitu

:

1. Kerapatan sejati

Massa partikel dibagi volume partikel tidak termasuk rongga yang terbuka dan tertutup.

2. Kerapatan nyata

Massa partikel dibagi volume partikel tidak termasuk pori/lubang yang terbuka tetapi termasuk pori yang tertutup.

3. Metode neraca hidrostatik

Massa partikel dibagi volume partikel termasuk pori yang terbuka dan tertutup.

2.8 Daya Serap Air

Pada standar JIS A 5908 (2003) daya serap air tidak dipersyaratkan. Penggunaan bahan aditif pada daya serap air mengakibatkan terjadinya penurunan daya serap air. Hal ini sesuai dengan Han (1990) bahwa dengan adanya kehadiran DCP maka akan membentuk reaksi dengan gugus OH. Adanya dua reaksi ini menyebabkan ikatan yang kuat antara partikel kelapa sawit dengan plastik PE sehingga air atau uap air tidak mudah masuk kedalam papan partikel.

Pada umumnya semakin tinggi sifat pengembangan tebal maka semakin tinggi pula sifat daya serap air, dan begitu juga sebaliknya semakin rendah sifat pengembangan tebal papan maka semakin rendah pula sifat daya serap airnya (Subiyanto, 2003).

2.9 Pengembangan Tebal Benda Padat

Iswanto (2005) menjelaskan sifat pengembangan tebal papan partikel merupakan salah satu sifat fisis yang akan menentukan suatu papan komposit yang digunakan untuk keperluan *interior* dan *eksterior*. Apabila pengembangan tebal suatu papan komposit tinggi berarti stabilitas dimensi produk tersebut rendah, sehingga produk tersebut tidak dapat digunakan untuk keperluan *eksterior* dan sifat mekanisnya akan menurun dalam jangka waktu yang tidak lama.

Menurut Standar Indonesia Tahun 1983, untuk papan partikel eksterior, pengembangan tebal ditetapkan setelah direbus 3 jam, dan setelah direbus 3 jam kemudian dikeringkan dalam oven 100 °C sampai berat contoh uji tetap. Ada papan partikel interior yang tidak diuji pengembangan tebalnya, misalnya tipe 100 menurut Standar Indonesia Tahun 1996, sedangkan untuk tipe 150 dan tipe 200 diuji pengembangan tebalnya. Menurut standar FAO, pada saat mengukur pengembangan tebal ditetapkan pula penyerapan airnya (absorpsi).

Hubungan kerapatan dan pengembangan tebal papan partikel adalah berbanding lurus. Semakin tinggi kerapatan maka sifat pengembangan tebal papan partikel cenderung semakin meningkat. Penyebab hal ini adalah pemulihan kembali dari serbuk-serbuk ke dimensi semula karena adanya pemampatan selama proses pengempaan panas. Pada bahan yang berlignoselulosa akan terjadi perubahan dimensi yaitu pengembangan dimensi bila terjadi penyerapan air oleh bahan tersebut. Semakin tinggi kerapatan berarti tinggi pula pemampatan dimensinya, sehingga sifat pengembangan tebalnya semakin tinggi (Subiyanto, 2003).

Pengembangan tebal disebabkan karena perubahan dimensi serat akibat pengembangan dinding sel serat atau perubahan ukuran rongga serat akibat menyerap air. Penyerapan uap air akan menyebabkan mengembangnya dinding sel serat. Sedangkan rongga serat yang mengecil pada saat pengempaan, mudah kembali ke ukuran semula karena perekat tidak dapat memasuki rongga serat dan mengikatnya dengan baik. Pengembangan tebal dari produk yang terbuat dari bahan berlignoselulosa dapat diatasi dengan perlakuan uap. Sekino *et al.* (1997) menjelaskan bahwa perlakuan uap terhadap bahan berlignoselulosa dikelompokkan menjadi perlakuan uap terhadap biomassa sebelum pembentukan mat, pengempaan dengan *steam injection* (uap mengenai biomass dan perekat), dan perlakuan uap terhadap panel setelah pengempaan panas. Perekat yang digunakan pada perlakuan uap sebelum pembentukan mat adalah *urea formaldehyde* (UF) atau *melamine urea formaldehyde* (MUF). Sedangkan perekat yang digunakan pada perlakuan *steam injection pressing* dan perlakuan uap setelah pengempaan panas adalah isocyanate dan *phenol formaldehyde* (PF).

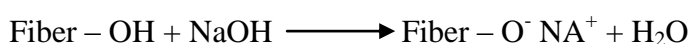
Menurut Sekino *et al.* (1999), alasan dari ketidakstabilan dimensi suatu panel adalah perubahan bentuk partikel karena penekanan, yang terjadi secara temporer selama pengempaan, dan akan kembali ke bentuk awal ketika partikel menyerap air atau uap air. Namun mekanisme pengembangan tebal panel lebih kompleks, karena dalam panel, sebetulnya partikel berikatan dengan adanya perekat, yang dapat mencegah terjadinya pengembangan tebal. Terjadinya pengembangan tebal panel merupakan kombinasi dari potensi *thickness recovery* dari partikel yang didensifikasi, dan kerusakan dari jaringan ikatan perekat (kekuatan ikatan antara partikel atau tekanan pada ikatan perekat) (Syamani *dkk.*, 2008).

2.10 Perlakuan Alkali

NaOH merupakan larutan basa yang tergolong mudah larut dalam air dan termasuk basa kuat yang dapat terionisasi dengan sempurna. Menurut teori *Arrhenius*, basa adalah zat yang dalam air menghasilkan ion OH negatif dan ion positif. Larutan basa memiliki rasa pahit dan jika mengenai tangan terasa licin (seperti sabun). Sifat licin terhadap kulit ini disebut sifat kaustik basa. Salah satu indikator yang digunakan untuk menunjukkan kebasaaan adalah lakmus merah. Bila lakmus merah dimasukkan ke dalam larutan basa maka berubah menjadi biru.

Untuk mendapatkan komposit dengan karakteristik yang baik dari bahan penguat serat alam, hal yang perlu diperhatikan adalah memperbaiki ikatan antarmuka serat alam dengan resin. Sifat alami serat adalah *Hidrophylic*, yaitu suka terhadap air berbeda dari polimer yang *hidrophobic* yaitu menolak air. Adanya perbedaan sifat tersebut dapat menurunkan kemampuan resin untuk mengikat serat. Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat permukaan serat alam selulosa telah diteliti dimana kandungan optimum air mampu direduksi sehingga sifat alami *hidrophylic* serat dapat memberikan ikatan *interfacial* dengan matrik secara optimal (Bismarck, *dkk.* 2002).

Reaksi dari perlakuan alkali terhadap serat adalah :



Selama perlakuan alkali serat alam, sebagian unsur penyusun serat dapat larut dalam larutan alkali tersebut. Lignin dan hemiselulosa serta zat-zat lain

seperti lilin, abu, dan kotoran lain dapat terbang karena perlakuan alkali serat (Ray, dkk. 2001). Adanya pelarutan unsur tersebut dimana lignin merupakan unsur lemah pada serat dan lilin yang bersifat mengurangi resin mengikat serat, diharapkan dapat meningkatkan kekuatan komposit.

2.11 Kajian Teori Kekuatan Tarik

Sifat mekanik bahan adalah hubungan antara respons atau deformasi bahan terhadap beban yang bekerja. Sifat mekanik berkaitan dengan kekuatan, kekerasan, keuletan, dan ketangguhan. Bahan dapat dibebani dengan tiga cara yaitu dengan pengujian tarik, pengujian tekan, dan pengujian geser. Dalam penelitian ini, bahan akan diuji dengan pengujian tarik. Uji tarik rekayasa banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan (Dieter, 1986).

Uji tarik adalah salah satu uji *stress-strain* mekanik yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya tarik. Dalam pengujiannya, bahan uji ditarik sampai putus. Pengujian tarik dilakukan untuk mencari tegangan dan regangan (*stress strain test*). Dari pengujian ini dapat kita ketahui beberapa sifat mekanik material yang sangat dibutuhkan dalam desain rekayasa. Hasil dari pengujian ini adalah grafik beban versus perpanjangan atau *elongasi* (Pramono, 2008).

Hal-hal yang mempengaruhi kekuatan tarik komposit antara lain (Surdia, 1995) :

a. Temperatur

Apabila temperatur naik, maka kekuatan tariknya akan turun.

b. Kelembaban

Pengaruh kelembaban ini akan mengakibatkan bertambahnya absorpsi air, akibatnya akan menaikkan regangan patah, sedangkan tegangan patah dan modulus elastisitasnya menurun.

c. Laju Tegangan

Apabila laju tegangan kecil, maka perpanjangan bertambah dan mengakibatkan kurva tegangan-tegangan menjadi landai, modulus elastisitasnya

rendah. Sedangkan kalau laju tegangan tinggi, maka beban patah dan modulus elastisitasnya meningkat tetapi regangannya mengecil.

2.12 Pengujian Kuat Tekan (*Compression Strength*)

Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menggunakan mesin *compressor* uji kuat tekan untuk mengetahui kuat tekan hancur dari sampel uji, yakni dengan memberikan pembebanan di atas sampel uji tersebut. Skala yang tertera pada mesin uji saat benda uji mengalami keretakan dicatat sebagai nilai beban maksimum. Nilai kuat tekan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini (Dieter, 1981).

$$f_c = \frac{P}{A}$$

dengan f_c adalah kuat tekan benda uji (N/m^2), P adalah beban maksimum (N) dan A adalah luas penampang benda uji (m^2).

Sebelum melakukan pengujian, sampel diratakan permukaannya agar plat tekan mesin uji betul-betul menempel dengan rata pada seluruh permukaan benda uji, kemudian sampel diukur kembali dimensi panjang dan lebar sehingga diketahui luas penampang yang tertekan oleh mesin uji. Nilai kuat tekan ditentukan dari rata-rata hasil pengujian dengan total sampel uji sebanyak 5 buah sampel.