

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Brian (2004) melakukan penelitian tentang aplikasi dan desain *fiber pull out* untuk mengontrol antar muka serat dengan polimer. Pengujian ini digunakan untuk menentukan ketangguhan fraktur *interfacial* serat tunggal/epoksi. Spesimen tersebut digabungkan menjadi satu dengan demikian dapat mengubah kekuatan *interfacial* pada antar muka serat/epoksi.

Qing, et.al (2003) menggunakan metode numerik untuk mensimulasikan pengaruh ukuran spesimen terhadap perilaku antarmuka serat/matrik dalam pengujian *fiber pull out*. Kekuatan *interfacial* dan kekuatan normal dari spesimen dengan ukuran yang berbeda dianalisis. Pada antar muka serat/matrik diasumsikan terdapat ikatan yang sempurna. Untuk menyederhanakan analisis, semua material diasumsikan bersifat elastis dan pengaruh sisa tegangan termal dan gesekan ketika mulai terjadi retak pada *interface* diabaikan. Pengaruh panjang serat yang tertanam dalam matrik dan ketebalan matrik di sekitar serat terhadap perilaku antarmuka dikaji dengan pendekatan metode elemen hingga. Pengujian ini menunjukkan bahwa ukuran spesimen uji dapat mempengaruhi tekanan *interface* dan karakteristik patahan.

Yang dan Thomason (2009) melakukan penelitian tentang kekuatan *interface* pada serat kaca-polipropena dengan menggunakan metode *fiber pull out* dan *microdebond*. Data yang diperoleh dari *microdebond* dikelompokkan menjadi dua kelompok menurut ada atau tidaknya gesekan pada *interface* setelah *debonding*. Setelah dilakukan penelitaian diketahui bahwa variasi dalam matrik mempunyai sifat mekanik dari pengaruh oksidasi termal dan degradasi pada kristalisasi polimer.

Nairn, et.al (2001) melakukan penelitian tentang analisis mekanika perpatahan pada pengujian *fiber pull out* serat tunggal dan pengujian *microbond* termasuk pengaruh gesekan dan tegangan termal. Temuan utamanya adalah analisis yang

akurat dapat dilakukan dengan analisis global yang mencakup pengaruh tegangan sisa dan gesekan pada *interface*.

Irvan (2011) melakukan penelitian tentang pengaruh konsentrasi alkali dan diameter serat terhadap kuat geser rekatan pada antar muka serat sabut kelapa/polyester. Hasilnya adalah untuk serat kecil dan sedang semakin tinggi konsentrasi alkali maka semakin kecil kuat geser rekatan pada *interfacenya* sedangkan semakin besar diameter serat maka kuat geser rekatan pada *interface* semakin rendah.

Munandar, dkk (2013) meneliti tentang kekuatan tarik serat ijuk (*arenga pinnata merr*). Dalam penelitian tersebut digunakan ijuk aren dengan diameter 0,25-0,35 mm, 0,36-0,45 mm, dan 0,46-0,55 mm yang direndam dengan larutan alkali (NaOH) 5% selama 2 jam. Dari penelitian tersebut didapatkan bahwa semakin kecil diameter serat, maka kekuatannya semakin tinggi. Kekuatan tarik terbesar pada kelompok serat ijuk dengan diameter kecil (0,25-0,35 mm) adalah sebesar 208,22 MPa, dibandingkan kelompok ijuk dengan diameter besar (0,46-0,55 mm) sebesar 198,15 MPa. Hal ini dikarenakan rongga pada serat berdiameter 0,46-0,55 mm lebih besar dibandingkan serat berdiameter 0,25-0,35 mm.

Dari beberapa penelitian di atas, dapat disimpulkan bahwa penelitian mengenai serat ijuk aren sudah banyak dilakukan. Namun, penelitian mengenai pengaruh perlakuan alkali dan diameter serat terhadap kuat geser rekatan pada antar muka/*interface* serat ijuk aren bermatrik *poliester* masih sangat sulit diperoleh. Maka dari itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut agar optimalisasi pemanfaatan sabut kelapa dapat diperoleh sehingga akan sangat bermanfaat untuk pengembangan teknologi khususnya teknologi material.

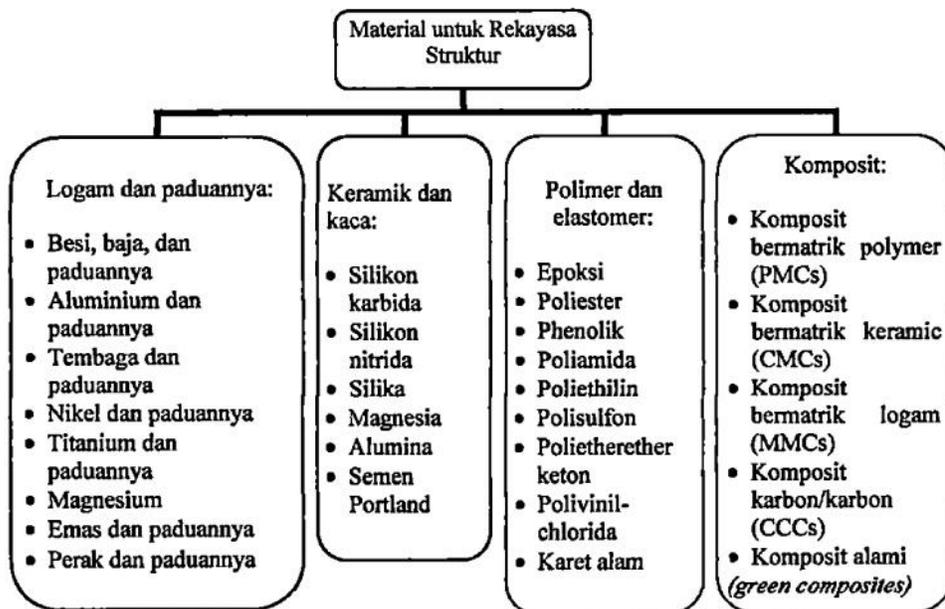
## **2.2. Komposit**

### **2.2.1 Definisi Komposit**

Kata komposit (*Composite*) merupakan kata sifat yang berarti susunan atau gabungan. *Composite* ini berasal dari kata "*to compose*" berarti menyusun atau

menggabung. Jadi, pengertian komposit adalah suatu sistem material yang merupakan campuran atau kombinasi dari dua atau lebih bahan pada skala makroskopis untuk membentuk material ketiga yang lebih bermanfaat (Jones, 1975).

Material suatu struktur dapat dikelompokkan menjadi 4 kategori dasar yaitu: logam, polimer, keramik dan komposit. Komposit adalah kombinasi antara dua atau lebih dari tiga bahan yang berbeda yang tidak larut satu dengan yang lain dan memiliki sejumlah sifat yang tidak mungkin dimiliki oleh masing-masing komponennya (Schwartz, 1984).



**Gambar 2.1** Ringkasan pengelompokan material untuk rekayasa struktur(Sudarisman, 2013).

Tujuan dari penggabungan material ini adalah untuk menemukan material baru yang mempunyai sifat antara (*inter mediate*) material penyusunnya yang tidak akan diperoleh jika material penyusunnya berdiri sendiri. Komposit merupakan bahan multi fasa yang terbentuk secara alami. Matrik berfungsi sebagai pengikat serat. Serat inilah yang menentukan karakteristik komposit seperti kekuatan, keuletan, kekakuan

dan sifat mekanik yang lainnya (Jones, 1975 ; Schwartz, 1984). 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.

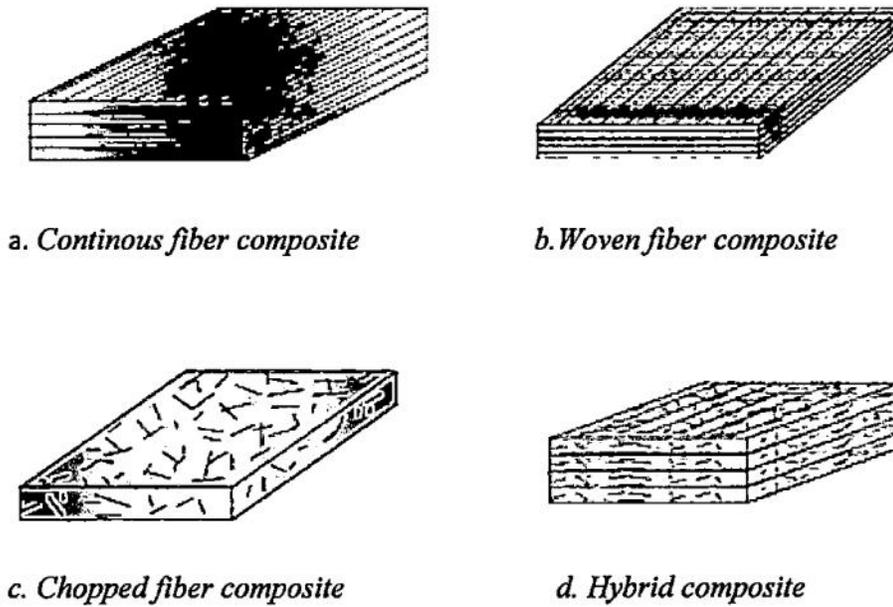
### 2.2.2 Klasifikasi Komposit

Menurut Jones (1975) secara garis besar komposit diklasifikasikan menjadi tiga macam yaitu: komposit serat (*Fibrous Composite*), Komposit partikel (*Particulate Composite*), Komposit lapis (*Laminates Composite*).

#### 1. Komposit serat (*Fibrous Composites*).

Komposit serat merupakan jenis komposit yang paling banyak digunakan untuk struktur. Hal ini disebabkan karena serat lebih kuat daripada penguat partikel. Komposit serat terdiri dari serat sebagai bahan penguat dan matrik sebagai bahan pengikat, pengisi volume dan pelindung serat-serat untuk mendistribusikan gaya atau beban antara serat-serat. Kekuatan komposit serat ditentukan oleh aktifitas ikatan kimia atau ikatan mekaniknya. Ikatan yang kurang baik antara serat dan matrik dapat menyebabkan kegagalan (Schwartz, 1984).

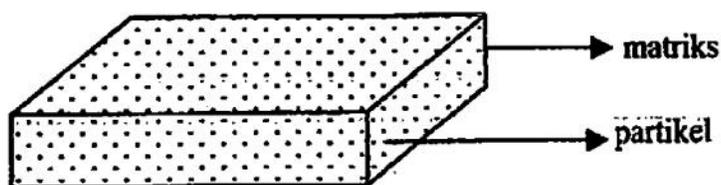
Lamina adalah kumpulan beberapa serat satu arah *unidirectional* atau *woven* berbentuk pelat yang sudah ditenamkan dalam matriks. Sebuah lamina biasanya terlampau tipis untuk dipergunakan langsung dalam aplikasi *engineering*. Beberapa lamina dapat disatukan bersama-sama membentuk suatu struktur yang diberi nama laminat. Sifat serta orientasi lamina dalam suatu laminat dipilih untuk bisa memenuhi persyaratan desain. Sifat-sifat laminat ditentukan oleh sifat lamina penyusunnya., contoh beberapa bentuk lamina dapat dilihat pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.2** Komposit serat (Gibson, 1994)

## 2. Komposit Partikel (*Particulate Composites*)

Merupakan komposit yang menggunakan partikel serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriknya. Contoh komposit partikel dapat dilihat pada Gambar 2.2.



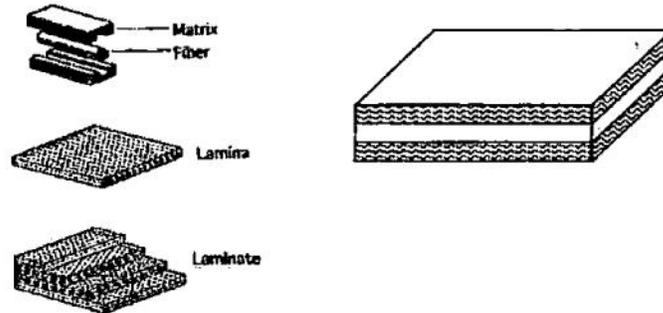
**Gambar 2.3** *Particulate Composite* (Gibson, 1994)

Komposit ini biasanya mempunyai bahan penguat yang dimensinya kurang lebih sama, seperti bulat serpih, balok, serta bentuk-bentuk lainnya yang memiliki

sumbu hampir sama, yang kerap disebut partikel, dan bisa terbuat dari satu atau lebih material yang ditenamkan dalam suatu matriks dengan material yang berbeda. Partikelnya bisa logam atau non logam, seperti halnya matriks. Selain itu adapula polimer yang mengandung partikel yang hanya dimaksudkan untuk memperbesar volume material dan bukan untuk kepentingan sebagai bahan penguat (Jones, 1975).

### 3. Komposit Lapis (*Laminates Composites*).

Merupakan jenis komposit terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri. Dapat dilihat pada Gambar 2.3.



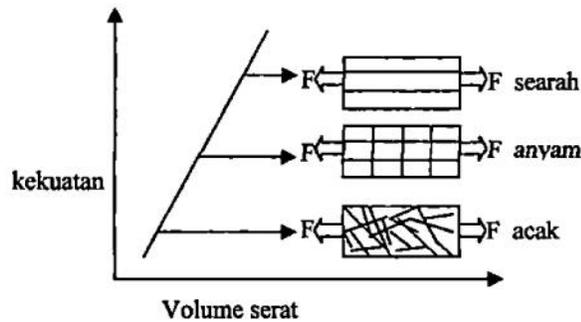
**Gambar 2.4** *Laminated Composites* (Gibson, 1994)

Laminat merupakan pelat yang terdiri dari dua atau lebih lapisan lamina yang digabung bersama membentuk struktur yang integral. Laminat dibuat agar elemen struktur mampu menahan beban *multiaksial*, sesuatu yang tidak dapat dicapai dengan lapisan tunggal. Lapisan tunggal hanya kuat pada arah seratnya, tetapi sangat lemah pada arah tegak lurus arah seratnya. Oleh karena itu lapisan tunggal hanya cocok untuk beban *uniaksial*, sedangkan untuk menahan beban *multiaksial*, lapisan tersebut harus digabung dengan lapisan lain yang berbeda arah dengan lapisan yang pertama. Dalam hal ini lapisan dibentuk dari komposit serat dan disusun dalam berbagai orientasi serat. Komposit jenis ini biasa digunakan untuk panel sayap pesawat dan badan pesawat (Jones, 1999).

## 2.3. Material Pembentuk Komposit FRP (*Fiber reinforced plastik*)

### 2.3.1. Serat

Serat merupakan material penguat pada komposit dan berfungsi sebagai penahan beban paling utama. Jumlah serat, orientasi serat, panjang serat, model atau bentuk serat dan komposisi serat merupakan faktor yang paling penting untuk menentukan kekuatan komposit serat. Semakin banyak serat yang dikandung dalam komposit, kekuatan mekanis (*strength*) semakin besar. (Schwartz, 1984). Gambar 2.5 dibawah menunjukkan bahwa semakin tinggi fraksi volume serat maka kecenderungan kekuatan komposit semakin tinggi.



**Gambar 2.5** Grafik hubungan antara kekuatan dan susunan serat (Gibson, 1994)

Serat secara umum terdiri dari dua jenis, yaitu : serat sintetis dan serat alami. Serat sintetis adalah serat yang terbuat dari bahan-bahan organik dengan komposisi kimia tertentu. Serat sintetis mempunyai beberapa kelebihan yaitu: sifat dan ukurannya yang relatif seragam, kekuatan serat dapat diupayakan sama disepanjang serat. Serat sintetis yang telah banyak digunakan antara lain: serat gelas, serat karbon, serat optik, serat nylon dan lain-lainya (Jones, 1975).

Serat alami adalah serat yang dapat langsung diperoleh dari alam, biasanya berupa serat organik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan dan binatang. Serat ini telah banyak digunakan, diantaranya adalah : kapas, wol, sutera, aren, kelapa sawit, kenaf, flax, rami, ijuk, serat bambu, sabut kelapa dan lain-lainya. Serat alami mempunyai

kelemahan yaitu ukuran serat yang tidak seragam, kekuatan serat sangat dipengaruhi oleh usia (Schwartz, 1984).

Kualitas serat alami pada umumnya sangat tergantung pada umur pohon, tempat menanam dan waktu memanennya, prosedur pemisahan serat dengan batang atau unsur bukan serat dan perlakuan yang diberikan. Pada Tabel 2.1 ditunjukkan komposisi kimia beberapa serat alam.

**Tabel 2.1** Komposisi unsur kimia serat alam

Serat	Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)	Lignin (%)	Kadar air (%)
Enceng gondok	64-51	15,61	7,69	92,6
Pisang	60-65	6-8	5-10	10-15
Sabut kelapa	43	<1	45	10-12
Flax	70-72	14	4-5	7
Jute	61-63	13	5-13	12,5
Rami	80-85	3-4	0,5	5-6
Sisal	60-67	10-15	8-12	10-12
Sun hemp	70-78	18-19	4-5	10-11
Cotton	90	6	-	7

Sumber : Syaifiisab (2010) *Building Material and Technology Promotion Council (1998)*

Serat-serat tersebut pada umumnya diperoleh dengan cara pelarutan lignin atau bahan pengikat serat dengan cara merendam dalam air selama beberapa hari atau dengan menggunakan bahan alkali pada umumnya larutan sampai dengan 15% NaOH, pada 160<sup>0</sup>C -180<sup>0</sup>C selama sampai dengan 45 menit kurang dari satu jam, sehingga tersisa seratnya. Serat tersebut kemudian disisir dan dicuci sehingga bersih dari unsur bukan serat Untuk mendapatkan kekuatan yang optimal serat harus dapat benar-benar kering (Pickering et.al, 2007). Kandungan air beberapa serat alami ditunjukkan dalam Tabel 2.2 bentuk penampang lintang serat alam pada umumnya tidak benar-benar bulat, namun ada unsur kelonjongannya. Berbagai bentuk dan ukuran serat alam ditunjukkan pada Gambar 2.5.

**Tabel 2.2** Kadar air (%) dan massa jenis ( $\text{kg/m}^3$ ) serat alami pada cuaca normal

Jenis Serat Alami	Kadar Air	Massa Jenis	Jenis Serat Alami	Kadar Air	Massa Jenis
Pelepah Aren	12,09	810	Ijuk	12,8	1030
Daun Kurma	10,67	990	Sabut Kelapa	11,36	1150
Pelepah Kurma	9,55	960	Batang Pisang	10,71	1350
Bambu (Sisi Luar)	9,16	910	Sisal	9,76	1450
Bambu (Sisi Dalam)	10,14	890	---	---	---

Sumber: (Rao & Rao, 2007)

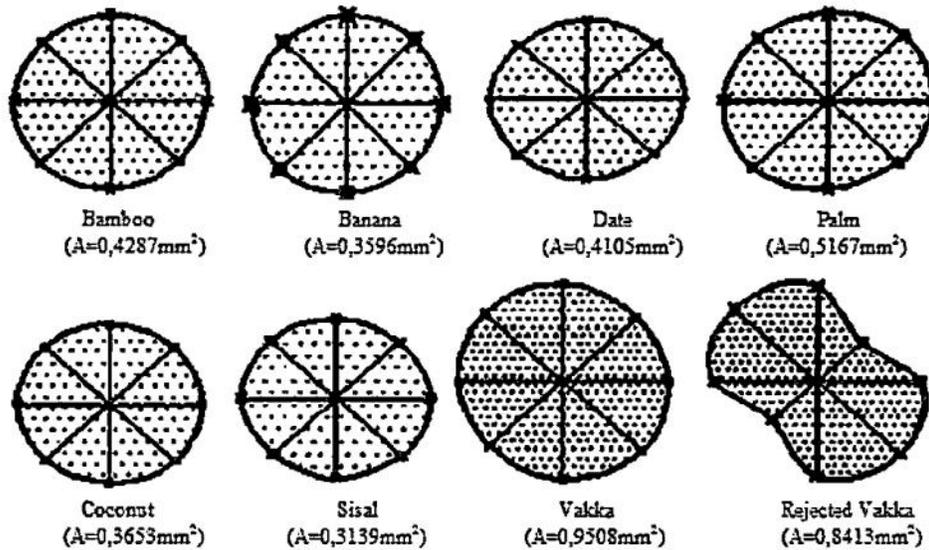
Karena serat-serat tersebut pada umumnya tidak tahan suhu tinggi, maka matrik yang banyak digunakan adalah polimer, sehingga fabrikasi material kompositnya bisa dilakukan pada suhu relative rendah (Van de Velde dan Kiekens, 2001).

Beberapa kelebihan serat alami antara lain:

1. Bahan bakunya terbarukan.
2. Limbahnya mudah terurai di alam.
3. Tidak abrasif.
4. Massa jenisnya rendah.
5. Tidak sensitive terhadap retakan.
6. Tidak menyebabkan iritasi pada kulit.
7. Merupakan konduktifitas kalor yang baik.

Kekurangannya adalah:

1. Sifat mekanisnya relative rendah dibandingkan dengan serat sintetis.
2. Laju penyerapan uap airnya relative tinggi.
3. Tidak tahan terhadap suhu tinggi.
4. Walau dari satu jenis, namun sifat-sifatnya sangat bervariasi.



**Gambar 2.6** Bentuk dan ukuran beberapa jenis serat alami (Rao, 2007)

Bentuk serat yang digunakan untuk pembuatan komposit tidak begitu mempengaruhi kekuatannya, yang mempengaruhi adalah diameter seratnya. Pada umumnya, semakin kecil diameter serat maka akan menghasilkan kekuatan komposit yang lebih tinggi serta semakin kecil kemungkinan terjadinya ketidak sempurnaan pada material. Selain bentuknya kandungan seratnya juga mempengaruhi kekuatan material komposit (Schwartz, 1984).

Unsur utama komposit serat adalah serat yang mempunyai banyak keunggulan, oleh karena itu bahan komposit serat paling banyak dipakai. Bahan komposit serat terdiri dari serat-serat yang diikat oleh matrik yang saling berhubungan. Serat inilah yang menentukan karakteristik komposit seperti kekuatan, keuletan, kekakuan dan sifat mekanik yang lain (Jones, 1975). Sifat-sifat mekanik serat dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Sifat mekanis beberapa jenis serat alam

Jenis Serat Alami	(%)	$\Sigma$ (MPa)	$E$ (GPa)	$\sigma'$ (Mpa/(kg.m <sup>3</sup> ))	$E'$ (Gpa/(kg.m <sup>3</sup> ))
Pelepah Aren	3,46	549	15,85	0,6678	19,56
Daun Kurma	2,73	309	11,32	0,3121	11,44
Pelepah Kurma	24,00	459	1,91	0,4781	1,99
Bambu (Sisi luar)	1,40	503	35,91	0,5527	39,47
Bambu (Sisi dalam)	1,73	341	19,61	0,3831	22,10
Ijuk	13,71	377	2,75	0,3660	2,67
Sabut Kelapa	20,00	500	2,50	0,4348	2,17
Batang Pisang	3,36	600	17,85	0,4444	13,22
Sisal	5,45	567	10,40	0,3910	7,17

Sumber : (Rao, 2007)

### 2.3.1.1. Serat Ijuk Aren

Enau atau aren (*Arenga pinnata*, suku *Arecaceae*) adalah palma yang terpenting setelah kelapa (nyiur) karena merupakan tanaman serba guna. Palma yang besar dan tinggi, dapat mencapai 25 m. Berdiameter hingga 65 cm, batang pokoknya kukuh dan pada bagian atas diselimuti oleh serabut berwarna hitam yang dikenal sebagai *ijuk*, *injuk*, *juk* atau *duk*. Ijuk sebenarnya adalah bagian dari pelepah daun yang menyelubungi batang.

Enau atau aren (*Arenga pinnata*) adalah palma yang terpenting setelah kelapa (nyiur) karena merupakan tanaman serba guna. Palma yang besar dan tinggi dapat mencapai 25 m, berdiameter hingga 65 cm, batangnya kukuh dan pada bagian atas diselimuti oleh serabut berwarna hitam yang dikenal sebagai ijuk, injuk, juk atau duk. Ijuk sebenarnya adalah bagian dari pelepah daun yang menyelubungi batang.

Serat-serat ijuk yang dihasilkan oleh pohon aren dapat dipanen setelah pohon tersebut berumur 5 tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa serat ijuk aren berbeda dengan serat kayu, karena serat ijuk tidak memiliki dinding dan lumen set tetapi merupakan suatu zat yang utuh (solid).

Menurut Christiani (2008), dalam penelitiannya diperoleh massa jenis serat ijuk 1,136 gram/cm<sup>3</sup>, kandungan kimia berupa kadar air 8,90 %; selulosa 51,54 %; hemiselulosa 15,88 %; lignin 43,09 % dan abu 2,54 % dan dari pengujian kandungan unsur serat ijuk yang menggunakan Analisis Aktivasi Neutron (AAN) diperoleh kandungan unsur : Cl-38, Mn-56, K-42, Br-82, La-140, Cr-51, Fe-59, Hg 203 Sc-46 dan Zn-65.



**Gambar 2.7** Serat aren (ijuk)

## **2.4. Matriks**

### **2.4.1. Jenis-jenis Matriks**

Matriks berfungsi sebagai penyelubung serat dari kerusakan atau abrasi yang terjadi antar serat, pelindung terhadap lingkungan (dari serangan zat kimia, kelembaban dan lain-lain), pendukung dan menginfiltrasikan serat, mentransfer beban antar serat dan perekat serta penyetabil secara fisika dan kimia setelah proses manufaktur. Matriks dalam komposit berfungsi sebagai bahan pengikat serat, tidak diutamakan untuk menahan atau menerima beban. Menjadi sebuah unit struktur, melindungi dari perusakan eksternal, meneruskan atau memindahkan beban eksternal pada bidang geser antara serat dan matriks.

Matriks polimer paling banyak digunakan untuk memproduksi material komposit. Beberapa keuntungan menggunakan matriks polimer yaitu: murah, ringan, ketahanan kimianya tinggi serta pemrosesan untuk pembuatan produknya mudah. Adapun jenis polimer yaitu:

### 1. Termoplastik

Resin mempunyai rantai molekul yang sangat panjang, berkisar dari ratusan sampai ribuan link. Akibatnya resin tipe ini mempunyai kekentalan yang tinggi. Resin ini akan cair pada temperature tinggi dan akan berubah menjadi fase padat apabila didinginkan. Karakteristik resin termoplastik adalah sebagai berikut:

- a. Tidak bereaksi, tidak diperlukan curing
- b. Proses Irreversible
- c. Viskositas tinggi
- d. Waktu proses pendek

Contoh matrik termoplastik: Polyamide (PI), Polysulfone (PS), Poluetheretherketon (PEEK), Polyethylene Sulfide (PPS), Polyethylene (PE) dll.

### 2. Thermoset

Resin ini tidak dapat kembali ke bentuk semula apabila dipanaskan. Resin Thermoset adalah tipe resin yang paling umum dipakai sebagai material komposit. Resin thermoset menjadi populer penggunaannya dalam komposit dengan sejumlah alasan antara lain: mempunyai kekentalan rendah, kemampuan interaksi dengan serat yang bagus dan membutuhkan suhu kerja yang relative rendah. Selain itu juga mempunyai harga yang lebih rendah dibandingkan resin thermoplastic. Dalam penelitian ini resin yang digunakan adalah resin jenis ini

Karakteristik resin thermoset:

- a. Tidak mengalami perubahan kimia saat curing
- b. Waktu curing lama
- c. Proses irreversible

Contoh matrik thermoset: Epoksi, Polyester, Phenolic, Plenol, Resin amino, Resin Furan dll.

#### 2.4.2. Poliester

Matrik *polyester* paling banyak digunakan terutama untuk aplikasi konstruksi ringan dan harga relatif murah, resin ini mempunyai karakteristik yang khas yaitu dapat diwarnai, transparan, dapat dibuat kaku dan fleksibel, tahan air, tahan cuaca dan bahan kimia. Poliester dapat digunakan pada suhu kerja mencapai 79 °C atau lebih tergantung partikel resin dan keperluannya. Pembekuan *polyester* dapat dilakukan dengan penambahan katalis, kecepatan pembekuan (*curing*) ditentukan jumlah katalis yang ditambahkan (Schwartz, 1984).

Keuntungan lain matrik *polyester* adalah mudah dikombinasikan dengan serat, kestabilan dimensional, mudah penanganannya dan dapat digunakan untuk semua bentuk penguatan plastik. Secara luas *polyester* digunakan untuk konstruksi sebagai bahan komposit (Surdia, 1999).

Mengenai sifat termalnya, karena mengandung *monomer stiren*, maka suhu deformasi termal poliester lebih rendah daripada resin termoset lainnya dan ketahanan panas jangka panjangnya adalah kira-kira 110-140 °C, sedangkan ketahanan dingin relatif baik. Sifat listrik baik diantara resin termoset lainnya, tetapi diperlukan penghilangan kelembaman yang cukup pada saat pencampuran dengan serat (Surdia, 1990). Untuk spesifikasi *polyester* dapat di lihat pada Tabel 2.4.

**Tabel 2.4** Spesifikasi *Unsaturated Polyester Resin Yukalac 268 BQTN*

	Nilai	Metode uji
Penyerapan air	0.35%	ISO-62-1980
Kekerasan	48 BHC	ASTM D2583-67
Suhu distorsi panas	67.3°C	ASTM D648-72
Perpanjangan	3.2%	ASTM D638-72
Massa jenis resin pada 25 °C	1.13 kg/liter	ASTM D1475
Volume penyusutan	9%	Massa jenis
Penguapan	40 - 43%	ASTM D3030
Kekuatan bending	82.4 MPa	ASTM 790
Modulus bending	5257.3 MPa	ASTM 790
Kekuatan tarik	29.4 MPa	ASTM D638

Sumber: [www.frpservices.com](http://www.frpservices.com)

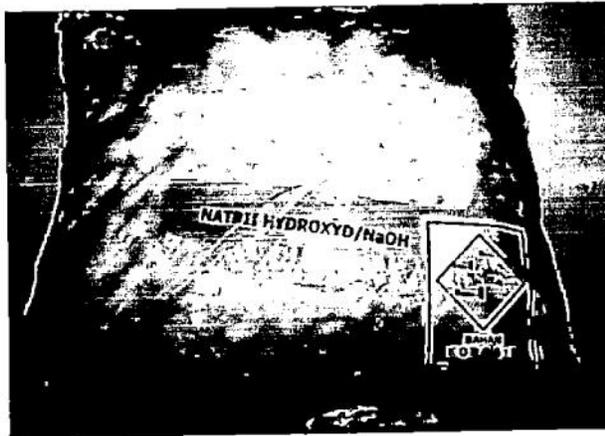
## 2.5. Alkali (NaOH)

Natrium hidroksida murni berbentuk putih padat dan tersedia dalam bentuk pelet, serpihan, butiran, atau larutan jenuh 50%. Natrium hidroksida (NaOH), juga dikenal sebagai soda kaustik atau sodium hidroksida, adalah sejenis basa logam kaustik. Sifat alami serat alam adalah *hydrophilic*, yaitu suka terhadap air, berbeda dengan polimer yang bersifat *hydrophobic*. Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat permukaan serat alam *selulosa* telah diteliti dan bahwa kandungan optimum air mampu di reduksi sehingga sifat alami *hidrophilic* serat dapat memberikan ikatan *interfacial* dengan matrik secara optimal. NaOH merupakan larutan basa yang tergolong mudah larut dalam air dan termasuk basah kuat yang dapat terionisasi dengan sempurna. NaOH juga bersifat lembab cair dan secara spontan menyerap

karbon dioksida dari udara bebas. Menurut teori *Arrhenius*, basa adalah zat yang dalam air menghasilkan ion OH dan ion positif (Bismarek dkk, 2002) Gambar 2.7 menunjukkan contoh serpihan alkali NaOH.

Penggunaan NaOH selain untuk komposit diantaranya:

1. Digunakan sebagai basa dalam proses produksi bubur kayu.
2. Sebagai larutan *fehling* penguji makanan sebagai penguji larutan basa.
3. Digunakan sebagai basa pada proses produksi tekstil, air minum, sabun, dan detergen.



Gambar 2.8 Serpih alkali NaOH

## 2.6. Antar Muka Serat/Matrik

Antar muka serat-matrik atau *interface* ditandai dengan adanya diskontinuitas. Perubahan sifat dari satu sisi ke sisi yang lainnya (serat ke matrik atau sebaliknya) perubahan sifat dapat berupa sifat fisis, mekanis, termal, dan/atau listrik (Chawla, 1987).

Sifat bawaan bahan pembentuknya dan sifat *interface* akan menentukan sifat mekanis komposit yang dihasilkan, selanjutnya akan menentukan keefektifan transfer beban dari suatu serat ke matrik di sekelilingnya (Agarwal, 1990).

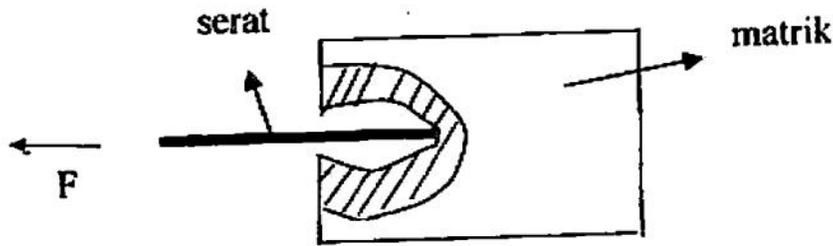
Rekatan interface yang kuat ditinjau dari sudut pandang mekanika kekuatan material apabila rekatan *interface* suatu struktur komposit yang terbebani tarik, pada fraksi volum  $V_f$  rendah maka besar beban yang mampu diterima oleh serat akan lebih kecil dari yang diterima oleh matrik. Regangan puncak serat lebih besar dari pada regangan puncak matrik serat akan mengalami patah mendahului terjadinya retak awal pada matrik sehingga patahan yang terjadi adalah patah tunggal. Adanya rekatan *interface* yang kuat menyebabkan beban yang mampu diterima serat lebih besar dari pada yang dapat diterima matrik, matrik akan mengalami gagal geser memanjang arah serat dan menyebabkan patah brittle dengan banyak permukaan patahan. Rekatan *interface* yang lemah maka *debonding* akan mulai terjadi, dan akan membentuk patahan banyak (Agarwal, 1990).

## 2.7. Karakteristik Patahan Pada Material Komposit

Patahnya material komposit dapat disebabkan oleh deformasi ganda, antara lain disebabkan oleh kondisi pembebanan serta struktur mikro komponen pembentuk komposit. Yang dimaksud struktur mikro adalah: diameter serat, fraksi volume serat, distribusi serat dan kerusakan akibat tegangan termal yang dapat terjadi selama fabrikasi atau dalam pemakaiannya. Kenyataan bahwa banyak faktor yang dapat menyebabkan proses retak pada komposit, maka tidaklah mengherankan jika mode gagal yang beragam dapat dijumpai pada suatu sistem komposit tertentu (Chawla, 1987).

### 2.7.1. Debonding

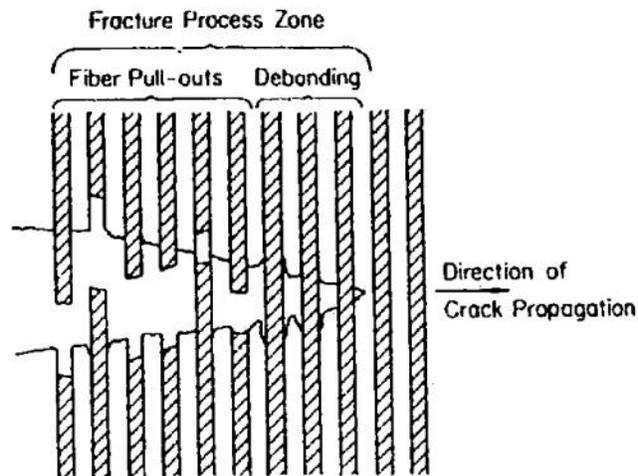
Adalah lepasnya ikatan pada bidang kontak *rein* dengan serat, serat yang terlepas dari ikatan tidak lagi terbungkus oleh resin. Hal ini disebabkan gaya geser pada *interface* atau gaya tarik antara dua elemen yang saling kontak yang tidak mampu ditahan oleh resin, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.10. (Schwartz, 1984).



Gambar 2.9 Debonding

### 2.7.2. Fiber Pull Out

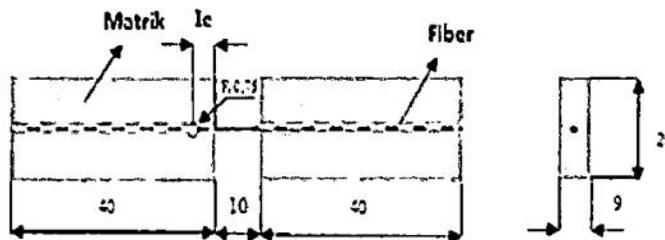
Adalah tercabutnya serat dari matrik yang disebabkan ketika matrik retak akibat beban tarik, kemampuan untuk menahan beban akan segera berkurang namun komposit masih mampu menahan beban yang mampu ditahan menurun. Seiring dengan bertambahnya deformasi, serat akan tercabut dari matrik akibat *debonding* dan patahnya serat, Gambar 2.11. (Schwartz, 1984).



Gambar 2.10 Fiber pull out (Schwartz, 1984)

## 2.8. Pembebanan Tarik

Pada pengujian tarik sifat-sifatnya sangat dipengaruhi oleh laju tarikan. Sifat-sifatnya juga berubah karena temperatur, oleh karena itu dalam hal ini perlu perhatian yang cukup sebelum penggunaan bahan polimer. Bentuk spesimen ditunjukkan pada Gambar 2.10. Uji tarik bertujuan mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya tarik. Dengan pengujian tarik dapat diketahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tarikan dan mengetahui sejauh mana material bertambah panjang.



Gambar 2.11 Bentuk spesimen

### 1. Panjang Kritis ( $l_c$ )

Besarnya panjang kritis dari ijuk aren dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (Khoirudin, 2013) :

$$l_c = \frac{\sigma D}{4 \tau} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

$l$  = panjang kritis (mm)

$d$  = diameter (mm)

$\sigma$  = tegangan tarik (MPa)

$\tau$  = kuat geser *interfacial* matrik serat (MPa)

## 2. Tegangan Tarik ( $\sigma$ )

Besarnya tegangan tarik dari material komposit dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan :

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

$\sigma$  = tegangan tarik (MPa)

$P$  = beban tarik maksimum (N)

$A = \frac{\pi}{4} d^2$  = luas penampang ( $\text{mm}^2$ )

## 3. Kuat Geser ( $\tau$ )

Besarnya tegangan geser dari material komposit dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan :

$$\tau = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

$\tau$  = kuat geser (MPa)

$P$  = beban tarik maksimum (N)

$A$  = luas bidang geser ( $\text{mm}^2$ )

Untuk luas bidang geser dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut:

$$A = K \cdot l \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

$A$  = luas bidang geser ( $\text{mm}^2$ )

$K = \pi d$  = keliling serat (mm)

$l$  = panjang serat (mm)