

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab II kajian pustaka dan dasar teori ini dijelaskan mengenai keterkaitan beberapa referensi dengan penelitian yang akan dilaksanakan. Bab II ini meliputi beberapa aspek bahasan, diantaranya: serat Sisal, komposit, matrik *polyester*, perlakuan alkali, delignifikasi, metode *hand lay up*, pengujian kuat tarik, dan penelitian terdahulu.

2.1. Serat Sisal

Serat sisal merupakan penguat potensial untuk komposit polimer, kemudian Serat sisal merupakan serat nabati yang memiliki sifat khusus kekuatan dan kekakuan yang sebanding dengan yang dimiliki serat gelas. Namun, kebanyakan resin sintesis lebih mahal dibandingkan serat sisal, membuat komposit ini kurang menarik untuk aplikasi teknologi rendah. Di luar aplikasi tradisionalnya (tali, karpet, tikar, dll.), Serat sisal memiliki aplikasi potensial di sektor pesawat terbang dan mobil. Sifat fisik dan mekanik serat sisal bergantung pada sumber, usia, dan lokasinya, tetapi juga pada diameter serat, suhu percobaan, panjang pengukur, dan laju regangan. Modifikasi atau perawatan permukaan serat meningkatkan adhesi antarmuka antara serat sisal hidrofilik dan matriks polimer hidrofobik. Hal ini menyebabkan penurunan penyerapan air dan peningkatan sifat mekanik. Modifikasi permukaan meliputi: peroksida (meningkatkan reaksi pencangkakan), perlakuan silan (karakteristik hidrofilik dapat dimodifikasi dengan memasukkan struktur rantai panjang ke serat sisal), perlakuan alkali dan permanganat (membentuk permukaan serat sisal yang kasar, yang meningkatkan bidang kontak serat dengan matriks), dan perlakuan termal. Perilaku mekanis dan fisik komposit polimer berbasis serat sisal sensitif terhadap metodologi pembuatan, panjang serat, orientasi serat, fraksi Massa serat, dan jenis matriks yang digunakan (baik termoset maupun termoplastik). Sisal mengandung komposisi kimia yakni *lignin*, *hemi selulosa*, dan *selulosa*. Komposisi kimia ini mempengaruhi sifat mekanik dan perilaku dari serat

itu sendiri. Proses alkalisasi dapat mengubah sifat mekanik dari serat sisal, tidak hanya properti serat namun juga properti dalam bentuk komposit. Terkadang proses alkalisasi dapat meningkatkan nilai kekuatan mekaniknya maupun sebaliknya. (Naveen, 2019)



Gambar 2. 1 Tanaman sisal dan serat Sisal

Tabel 2. 1 Komposisi kimia serat sisal

Fiber	Hemi selulosa (%)	Selulosa(%)	Lignin (%)
Sisal	12	65-70	9,9

*Sumber : (Senthilkumar, 2018)

Tabel 2. 2 Sifat mekanik serat sisal

Keterangan & satuan	Nilai
<i>Density</i> (g/c m ³)	1,2
<i>Tensile strength</i> (Mpa)	600-700
<i>Modulus young</i> (Gpa)	38
<i>Elongation</i> (%)	2-3

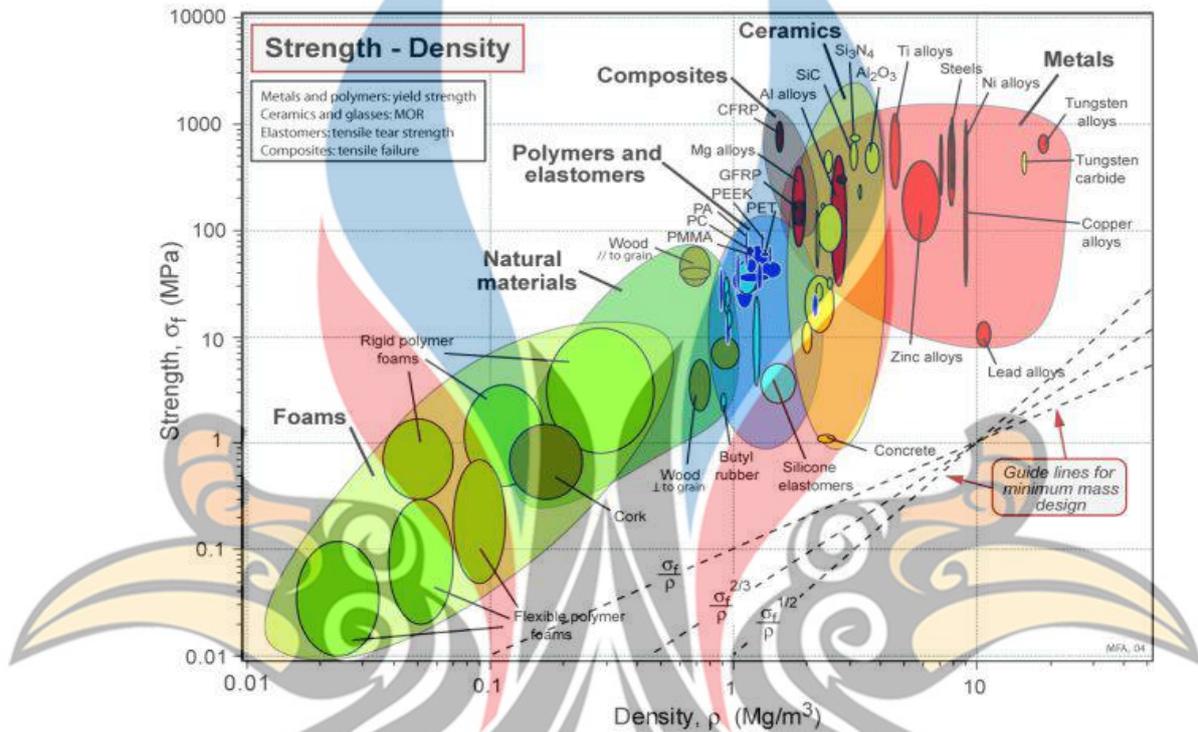
*Sumber : (Shuda, 2018)

2.2. Material Komposit

2.2.1. Pengertian Komposit

Didalam dunia industri kata komposit dalam pengertian bahan komposit berarti terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur menjadi satu. Menurut Kaw (1997), komposit adalah struktur material yang terdiri dari 2 kombinasi bahan atau lebih, yang dibentuk pada skala makroskopik dan menjadi satu secara fisika. 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 (Callister, 2010).



Gambar 2.2 Perbandingan density dan strength Material

Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat (*fiber*) sebagai bahan pengisi dan bahan pengikat serat-serat tersebut yang disebut matrik. Didalam komposit unsur utamanya adalah serat, sedangkan bahan pengikatnya menggunakan bahan polimer yang mudah dibentuk dan mempunyai daya pengikat yang tinggi. Penggunaan serat sendiri yang diutamakan untuk menentukan karakteristik bahan komposit, seperti: kekakuan, kekuatan serta sifat-sifat mekanik yang lainnya. Sebagai bahan pengisi serat digunakan untuk menahan sebagian besar gaya yang bekerja pada bahan komposit, matrik sendiri mempunyai fungsi melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik terhadap gaya-gaya yang terjadi. Oleh karena itu, untuk bahan serat digunakan bahan yang kuat, kaku dan getas. Sedangkan bahan matrik dipilih bahan lunak dan tahan terhadap perlakuan kimia.

Salah satu keuntungan material komposit adalah kemampuan material tersebut untuk diarahkan sehingga kekuatannya dapat diatur hanya pada arah

www.itk.ac.id

tertentu yang kita kehendaki, hal ini dinamakan "*tailoring properties*" dan ini adalah salah sifat istimewa yang komposit yaitu ringan, kuat, tidak terpengaruh korosi, dan mampu bersaing dengan logam, dengan tidak kehilangan karakteristik dan kekuatan mekanisnya (Fahmi, 2011).

Komposit terbentuk dari dua unsur utama, yaitu matriks dan penguat (*reinforcement*). Matriks merupakan fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi Massa terbesar (Fahmi, 2011). Fungsi utama dari matriks dalam komposit adalah sebagai pengikat partikel-partikel yang digunakan untuk mempertahankan partikel tersebut agar berada pada tempatnya (Fahmi, 2011). Selain itu, matriks berfungsi sebagai distributor tekanan dan pelindung serbuk dari kerusakan permukaan akibat reaksi kimia dengan lingkungan (Kurniawan D. , 2016) Fasa matriks dapat berupa keramik, logam atau polimer.

2.2.2. Matriks

Matriks berperan sebagai pengikat atau penyangga yang menjaga kedudukan antar fase penguat, serta mentransfer tegangan agar sedapat mungkin disangga penguat. Matriks inilah yang memberikan bentuk pada struktur. Karakteristik yang dimiliki matriks umumnya adalah ulet, serta memiliki kekuatan dan rigiditas yang lebih rendah dibanding *reinforced*-nya. Matriks harus mampu membeku pada temperatur dan tekanan yang wajar, untuk mengikat serat penguat, menyelubungi serat penguat yang umumnya getas (*brittle*), melindungi serat penguat dari kerusakan antar serat berupa abrasi, melindungi serat terhadap reaksi korosi dan kelembapan lingkungan, mentransfer tegangan kerja ke serat. Bahan matriks komposit umumnya adalah matriks logam, matriks polimer, dan matriks keramik (Sulistijono, 2012).

1. Matriks logam, aplikasi penggunaan matriks logam diantaranya adalah sebagai mata bor yang tersusun atas matriks logam kobalt dengan penguat karbida wolfram, kendaraan anti peluru tersusun atas matriks logam baja dengan penguat nitrida boron, dan komponen pesawat tempur menggunakan serat karbida silikon dengan monofilament dalam matriks titanium untuk komponen struktur pada jets landing gear
- www.itk.ac.id

2. Matriks polimer, polimer atau plastik mencakup produk polimerisasi sintetik atau semi-sintetik. Polimer terbagi menjadi thermoplastik dari sampah dapat diolah kembali dengan mencairkan kembali dan menambah additif, thermoset bersifat *irreversible* atau fase padatnya tidak dapat diolah kembali, dan elastomer (karet) diproduksi dari alam atau sintetik memiliki regangan (>1.000%).
3. Matriks keramik, komposit dengan matriks ini dirancang untuk aplikasi temperatur tinggi, insulator panas, dan insulator listrik. Matriks keramik diantaranya adalah oksida logam seperti oksida aluminium, oksida zirkonium, oksida silikon serta semen, meskipun semen bukanlah benar-benar keramik murni.

2.2.3. Reinforce

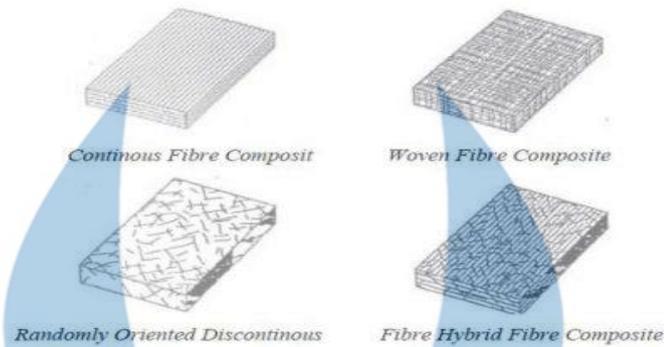
Reinforce adalah penguat yang ditempatkan didalam matriks pada komposit dan harus memiliki kekuatan mekanik yang lebih tinggi dari matriksnya. Penguat juga digunakan untuk mengubah sifat-sifat fisik seperti sifat tahan aus, koefisien friksi atau konduktivitas termal. Serat-serat penguat dapat dibuat dari logam, keramik, polimer yang diubah menjadi serat yang disebut kevlar atau serat grafit yang disebut dengan serat karbon. Serat yang ditanam dalam matriks akan meningkat modulus matriks. Ikatan yang kuat sepanjang serat memberikan modulus yang sangat tinggi. Beberapa contoh *reinforce*, antara lain serat gelas (E-glass dan S-glass), serat aramid (Kevlar), serat karbon, serat boron, *silica*, tungsten, beryllium, serat kayu, serat abses, grafit, alumina (Al_2O_3), PAN (*Poly-Acrylo-Nitride*) (Sulistijono, 2012).

2.2.4. Komposit Berdasarkan Penguat

Komposit berdasarkan jenis penguatnya terbagi atas dua kelompok yaitu :

1. Komposit Serat

Untuk memperoleh komposit yang kuat harus dapat menempatkan serat dengan benar. Berdasarkan penempatannya terdapat beberapa tipe serat pada komposit ditunjukkan pada Gambar 2.6 yaitu:



Gambar 2. 3 Tipe Komposit Serat (Harsi, 2015)

a. *Continuous fiber composite*

Komposit ini mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk lamina diantara matriknya. Jenis komposit ini paling sering digunakan. Tipe ini mempunyai kelemahan pada pemisahan antar lapisan. Hal ini dikarenakan kekuatan antar lapisan dipengaruhi oleh matriknya.

b. *Woven fiber composite (bi-directional)*

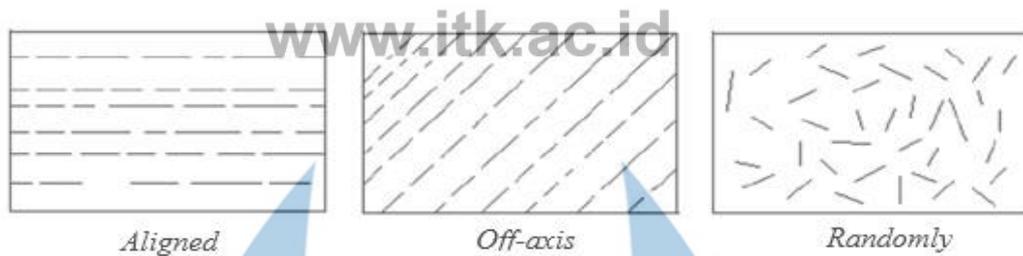
Komposit ini tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya juga mengikat antar lapisan. Akan tetapi susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan akan melemah.

c. *Discontinuous fiber composite*

Komposit ini memiliki tipe serat pendek dibedakan menjadi 3 ditunjukkan pada Gambar 2.7 yaitu :

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

Banyak penelitian menggunakan *randomly oriented discontinuous fiber* merupakan komposit dengan serat pendek yang tersebar secara acak diantara matriknya. Tipe acak sering digunakan pada produksi dengan Massa besar karena faktor biaya manufakturnya yang lebih murah. Kekurangan dari jenis serat acak adalah sifat mekanik yang masih dibawah dari penguatan dengan serat lurus pada jenis serat yang sama (Harsi, 2015).



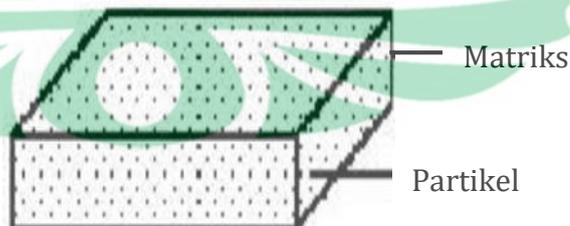
Gambar 2. 2 Tipe Discontinuous Fiber (Harsi, 2015).

d. *Hybrid fiber composite*

Merupakan komposit gabungan antara tipe serat lurus dengan serat acak. Tipe ini digunakan supaya dapat mengganti kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihan keduanya

2. Komposit Partikel

Merupakan komposit yang tersusun atas matriks kontinyu dan penguat yang diskontinyu berbentuk partikel, fiber pendek atau *whiskers*, Peran partikel dalam komposit partikel adalah membagi beban agar terdistribusi merata dalam material dan menghambat deformasi plastis matriks yang berada diantara partikel. Partikel juga berperan sangat baik dalam meningkatkan kekakuan komposit jika diaplikasikan pada matriks yang relatif ulet (*ductile*). Partikel pengisi sering digunakan dalam matriks komposit untuk mengurangi biaya atau harga komposit dengan serat nabati/alam. Selain itu, partikel pengisi dapat juga dapat didesain agar memiliki ketahanan aus, abrasi, korosi, kekerasan permukaan yang tinggi, sifat magnet dan sebagainya tergantung dari jenis partikel pengisinya. Penguat komposit partikel bisa berbentuk fiber pendek yang biasanya disebut CSM (*Chopped Strand Mats*) atau berbentuk *whiskers* (Sulistijono, 2012).



Gambar 2. 3 Komposit Partikel (Sulistijono, 2012).

2.3. Matrik Resin Polyester

Polyester adalah resin thermoset yang berbentuk cair dengan viskositas yang relatif rendah, dengan penambahan katalis, polyester mengeras pada suhu kamar. Resin polyester banyak mengandung monomer stiren sehingga suhu deformasi termal lebih rendah dari pada resin thermoset lainnya dan ketahanan panas jangka panjang adalah kira-kira 110 – 140 o C. Ketahanan dingin resin ini relatif baik. Pada umumnya polyester tahan terhadap asam kecuali asam pengoksidasi, tetapi lemah terhadap alkali. (Surdia, 1995). Polyester resin adalah jenis polimer thermoset yang memiliki struktur rantai karbon yang panjang. Matriks jenis ini memiliki sifat dapat mengeras pada suhu kamar dengan penambahan katalis tanpa pemberian tekanan ketika proses pembentukannya. Struktur material yang dihasilkan berbentuk crosslink dengan keunggulan pada daya tahan yang lebih baik terhadap jenis pembebanan statik dan impak. Hal ini disebabkan molekul yang dimiliki material ini ialah dalam bentuk rantai molekul raksasa atom-atom karbon yang saling berhubungan satu dengan lainnya. Dengan demikian struktur molekulnya menghasilkan efek peredaman yang cukup baik terhadap beban yang diberikandata mekanik material matriks

Tabel 2. 3 Sifat Mekanik Antara Epoxy dengan Poliester

Sifat-sifat	Epoxy	Poliester
Kekuatan Tarik (Mpa)	55 – 130	40 – 90
Modulus Elastisitas (Gpa)	2.8 – 4.2	2.0 – 4.4
Kekuatan Impak (J/m)	5.3 – 53	10.6 – 21.2
Kerapatan (g/cm ³)	1.2 – 1.3	1.10 – 1.46

*) (Prabowo L. , 2007).

2.4. Katalis

Katalis adalah bahan pemicu (*initiator*) yang berfungsi untuk mempersingkat proses *curing* pada temperatur ruang. Komposisi katalis pada komposit harus sangat diperhatikan. Komposit dengan kadar katalis yang terlalu sedikit akan mengakibatkan proses *curing* yang terlalu lama. Dan apabila pada proses terjadi kelebihan katalis, maka akan menimbulkan panas yang berlebihan sehingga akan

merusak produk. Tetapi didalam resin-epoxy, katalisnya biasa disebut sebagai *hardener*. Sedangkan komposisi pencampuran antara resin dan hardener adalah 2:1 atau 3:1.

Karena proses pembuatan akan mengakibatkan lengketnya produk dengan cetakan, maka untuk menghindari itu harus diadakan proses pelapisan terhadap cetakan yaitu dengan menggunakan *release agent*. *Release agent* atau zat pelapis yang berfungsi untuk mencegah lengketnya produk pada cetakan saat proses pembuatan. Pelapisan dilakukan sebelum proses pembuatan dilakukan. *Release agent* yang biasa digunakan antara lain *waxes* (semir), MAA, *mirror glass*, vaselin, polivinil alkohol, *film forming* dan oli (Prabowo L. , 2007).

2.5. Perlakuan Alkali

Perlakuan alkali merupakan salah satu jenis modifikasi kimia pada penguat, modifikasi kimia pada penguat juga dapat dilakukan dengan menggunakan asam akrilik, asetat, *benzyl* klorida dan larutan kimia lainnya. Perlakuan alkali (KOH, LiOH, NaOH) terhadap penguat dilakukan untuk meningkatkan sifat-sifat dari penguat, mengurangi lignin dan memisahkan kontaminan yang terkandung di dalam penguat, sehingga didapat permukaan penguat yang bersih.

Penelitian mengenai efek modifikasi kimia terhadap serat menyebutkan bahwa perlakuan alkali meningkatkan kekuatan rekat antara serat dengan matrik. Kekuatan tarik disebutkan mengalami peningkatan sebesar 5%. Dibandingkan alkali lain seperti KOH dan LiOH, perlakuan alkali NaOH adalah yang paling baik. Penelitian menyatakan bahwa Na^+ memiliki diameter partikel yang sangat kecil dimana dapat masuk ke pori terkecil serat dan masuk ke dalamnya sehingga lignin dan kotoran yang melekat terlepas dari pori-pori serat dengan banyaknya pori ini, daya rekat serat dengan matrik menjadi semakin kuat, karena matrik dapat mengisi kekosongan dalam pori tersebut dengan baik . Karena pentingnya perlakuan alkali dalam pembuatan komposit serat alam, banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mengetahui efek perlakuan alkali pada komposit yang dihasilkan.

Kadar dari larutan NaOH dalam perlakuan alkali juga memberi pengaruh bagi kekuatan komposit yang dihasilkan. Hal ini dibuktikan oleh (Joseph,2013) lewat penelitiannya yang mencoba untuk mengetahui efek perlakuan alkali pada kekuatan

serat Sisal sawit dengan matrik berupa karet. Tiga perlakuan alkali diterapkan yaitu dengan konsentrasi 5%, 10%, dan 15%. Komposit dengan serat yang dilakukan perlakuan alkali 5% NaOH menghasilkan kekuatan tarik 9,95 MPa, sedangkan dengan perlakuan 10% dan 15% menghasilkan kekuatan tarik 9,61 dan 8,86 MPa. Jadi, perlakuan alkali 5% NaOH menghasilkan kekuatan tarik terbaik.

Hasil penelitian Joseph (2013), juga diperkuat oleh penelitian yang dilakukan Jamasri (2015), mengenai komposit serat kenaf. Jamasri (2015), mengatakan bahwa perlakuan alkali 5% NaOH bertujuan untuk membersihkan lignin dan kotoran lainnya yang dapat diamati dengan SEM (*Scanning Electron Microscope*). Hasil Pengamatan SEM menunjukkan bahwa serat yang dilakukan perlakuan alkali mengalami peningkatan kristanilitas, yang disebabkan oleh hilangnya lignin, lapisan lilin, dan kotoran lainnya pada permukaan serat. Penampang komposit serat dengan perlakuan NaOH tidak menunjukkan *fiber pull out*. Hal ini mengindikasikan ikatan *interface* serat dan matrik sangat kuat (Maulida, 2016).

Hasil penelitian Zita (2013), melaporkan bahwa modifikasi permukaan pada bubuk kayu 20% Massa pada komposit polietilena dengan menggunakan 150 ml NaOH dan 100 ml benzil klorida telah meningkatkan kekuatan tarik pada komposit tersebut. Modifikasi kimia pada penguat ini juga menurunkan sifat perpanjangan dan modulus young dari komposit sekaligus menurunkan sifat penyerapan air.

Lama waktu perendaman larutan alkali juga berpengaruh terhadap kekuatan komposit yang dihasilkan. Penelitian oleh Jamasri (2015), memberi kesimpulan bahwa komposit yang memiliki kekuatan tarik tertinggi adalah komposit yang diperkuat serat perlakuan 2 jam. Besarnya kekuatan tarik pada Wf (fraksi Massa) = 27% adalah 20.94 MPa. Kekuatan ini meningkat 47,36% dibandingkan dengan komposit yang diperkuat serat tanpa perlakuan (14.21 MPa) (Prabowo L. , 2007).

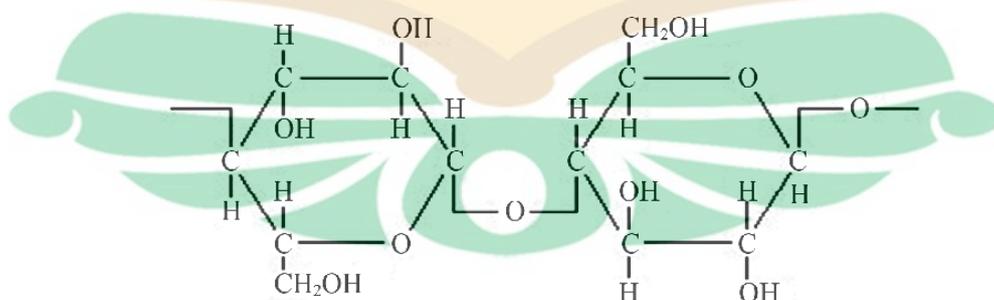
2.6. *Preform*

Serat (penguat) pada komposit berpenguat polimer memiliki ragam jenis dan bentuk (*preform*). Faktor utama yang harus dipertimbangkan dalam memilih serat yaitu sifat mekanik yang dibutuhkan dan karakteristik pemrosesan (permeabilitas penguat dan kesesuaian laju *fiber wet-out*). Dalam pembuatan komposit, secara umum, serat akan dibuat dalam bentuk *preform* untuk proses *handling* serat yang

mudah sehingga meningkatkan laju produksi dan memungkinkan untuk mengontrol distribusi serat sehingga mampu meningkatkan sifat mekanik material komposit yang dibuat. Jenis-jenis *preform* pada serat sangat beragam, salah satunya *chopped strand mat* (CSM) (Made,2009).

2.7. Selulosa

Selulosa merupakan salah satu polimer yang tersedia melimpah di alam. Produksi selulosa sekitar 100 milyar ton setiap tahunnya. Sebagian dihasilkan dalam bentuk selulosa murni. Namun paling banyak adalah yang berkombinasi dengan lignin dan polisakarida lain seperti hemiselulosa dalam dinding sel tumbuhan berkayu, baik pada kayu lunak dan keras, jerami atau bambu. Selain itu selulosa juga dihasilkan oleh bakteri *Acetobacter xylinum* secara ekstraseluler (Klemm, dkk., 1998). Senyawa ini juga dijumpai dalam plankton bersel satu atau alga di lautan, juga pada jamur dan bakteri (Potthast dkk,2006; Zugenmaier,2008). Sebagai bahan baku kimia, selulosa telah digunakan dalam bentuk serat atau turunannya selama sekitar 150 tahun (Habibi, dkk. 2010). Selulosa pertama kali dijelaskan oleh Anselme Payen pada 1838 sebagai serat padat yang tahan dan tersisa setelah pemurnian jaringan tanaman dengan asam dan amonia (Saxena *et all*,2005). Payen mengamati bahwa bahan yang telah dimurnikan mengandung satu jenis senyawa kimia yang seragam, yaitu karbohidrat. Selulosa dengan rumus molekulnya $C_6H_{10}O_5$ tersusun dari unit-unit *anhidro glukopiranososa* yang tersambung dengan ikatan β -1,4-glikosidik membentuk suatu rantai makromolekul tidak bercabang. Setiap unit *anhidro glukopiranososa* memiliki tiga gugus hidroksil (Potthast, dkk., 2006; Zugenmaier, 2008), seperti yang terlihat pada Gambar 2.6



Gambar 2. 4 Struktur Selulosa

Bahan berbasis selulosa sering digunakan karena memiliki sifat mekanik yang baik seperti kekuatan dan modulus regang yang tinggi, kemurnian tinggi, kapasitas mengikat air tinggi, dan struktur jaringan yang sangat baik. Dinding sel kayu dibagi dalam beberapa lapisan yaitu lamella tengah (LT), dinding sel primer (P), dan dinding sel sekunder (S) (dinding sekunder terbagi dalam lapisan S1, S2, dan S3). Lapisan-lapisan ini mempunyai struktur dan komposisi kimia yang berbeda. Selulosa tidak larut dalam pelarut air dan tidak memiliki titik leleh. Serat selulosa juga memiliki fleksibilitas dan elastisitas yang baik sehingga dapat mempertahankan aspek ratio (perbandingan panjang terhadap diameter (P/d) yang tinggi selama proses produksi. Selulosa dengan rantai panjang memiliki sifat fisik yang lebih kuat, tahan lama terhadap degradasi yang disebabkan pengaruh panas, bahan kimia maupun pengaruh biologis (Gea, dkk., 2011).



Gambar 2. 5 Selulosa Pada Jaringan Tumbuhan

2.8. Penelitian Terdahulu

Berikut adalah rangkuman hasil penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang telah dilakukan.

Tabel 2. 4 Penelitian terdahulu

No	Nama dan Tahun Publikasi	Hasil
1	Arfan, 2020	Judul : Pembuatan dan karakterisasi <i>Non-Woven Preform</i> 2 Dimensi berbasis selulosa dari pelepah pinang (<i>Areca Catcechu</i>).

Metode: Menggunakan serat pelepah pinang sebagai material penyusun preform, yang dimana pada penelitian tersebut dilakukan pengujian tarik dengan eksperimen.

Hasil : Dari Percobaan uji tarik didapatkan hasil yang paling tinggi dengan resin Pengikat 15 gram sebesar 10,48.

2 KAM,vallons
2015

Judul Penelitian : Fatigue of non-crimp fabric composites

Metode : serat yang diletakkan selurus mungkin untuk meminimalkan kerutan agar mendapatkan kekuatan yang optimal.

Hasil : Hasil perbandingan gaya tarik dan tekan kekuatan untuk laminasi pita prepreg UD berbasis serat kaca (UDPT, Vf 55%), kain non-crimp komposit (NCF, Vf 50%), dan komposit kain tenun (WF, Vf 45%) dengan lay-up kuasi isotropik (a), dan laminasi pita prepreg UD berbasis serat karbon (UDPT, Vf 55%) dan

komposit NCF (NCF, Vf 50%) (b) dengan lay-up triaksial (0, 45, 45).

3 Akramhkhhan,2011

Judul : characterisation studies and impact of chemical treatment on mechanical properties of sisal fiber.

Metode : menganalisa karakterisasi serat sisal dengan perlakuan alkalisasi NaOH sebesar 1,2,5,10,15,20,25,30% di temperatur ruang 27 derajat selsius selama 4 jam.

Hasil : Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa serat dengan perlakuan alkalisasi sebesar 2% mendapatkan nilai kekuatan tarik paling tinggi sebesar 375,9 Mpa.