

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Gunandar (2021) melakukan penelitian kekuatan tarik dan impak pada komposit *hybrid* serbuk kayu akasia dan tandan kosong kelapa sawit. Dari penelitian terdahulu menyimpulkan bahwa kekuatan impak tertinggi diperoleh pada variasi fraksi volume 20% serat akasia dan 20% serat TKKS, sedangkan kekuatan tarik maksimal didapatkan pada variasi 40% serat akasia.

Herlina (2011) melakukan penelitian ketahanan bending komposit *hybrid* serat batang kelapa/serat *gelas* dengan matrik urea formaldehide. Dari penelitian terdahulu, menyimpulkan bahwa kekuatan bending tertinggi komposit *hybrid* serat batang kelapa/serat *gelas* pada fraksi volume serat batang kelapa/fiber glass 10:20 % yaitu 22,7 N/mm², selanjutnya 15:15 dan 20:10 yaitu 19,6 N/mm² dan 17,37 N/mm².

Sari (2020) melakukan penelitian tentang analisa kekuatan tarik dan bending komposit serat karbon-resin dengan variasi waktu curing dan suhu penahanan 80°C. Dari penelitian terdahulu menyimpulkan bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi pada komposit curing 80°C dengan waktu curing 1,5 jam didapatkan hasil tegangan tarik sebesar 629.799 Mpa yield stress 479.44 Mpa. Sedangkan nilai terendah yaitu pada komposit yang diberi perlakuan suhu curing 80°C dengan waktu curing 2 jam didapatkan hasil tegangan tarik sebesar 420.816 Mpa yield stress 462.212 Mpa.

Pramana (2021) melakukan penelitian tentang karakterisasi bioplastik dengan variasi fraksi berat pati tapioka dan pati maizena terhadap kekuatan tarik dan bending. Dari penelitian terdahulu menyimpulkan bahwa komposisi bahan 30% : 70% pengujian tarik didapatkan nilai tegangan 0.157 MPa dan nilai modulus elastisitas 2.316 MPa, untuk uji bending nilai tegangan 11,049 dan nilai modulus elastisitas 501,97 MPa, sedangkan regangan yang paling rendah yaitu sebesar 0,114.

Maulana (2017) melakukan penelitian tentang komposit *core hybrid* berpenguat serbuk kayu jati dan Mahoni bermatrik polyester. Dari penelitian terdahulu menyimpulkan bahwa kekuatan tarik dan impak komposit *hybrid* memiliki harga yang paling optimum pada fraksi volume serbuk Vf 50% yaitu 20,81 MPa dan fraksi volume serbuk Vf 50% yaitu 0,00142 J/mm².

Dwi A (2020) melakukan penelitian tentang komposit *sandwich hybrid* kombinasi serat tandan Kosong kelapa sawit dan serat kaca dengan *Matrix polyurethane*. Dari penelitian terdahulu menyimpulkan bahwa pada komposit *sandwich hybrid* serat tandan kosong kelapa sawit dan serat kaca dengan matrix polyurethane ini akan semakin menurun konduktivitasnya jika penambahan serat tandan kosong kelapa sawit.

Tarkono (2017) melakukan penelitian tentang penambahan serat tandan kosong kelapa sawit (tkks) dalam rangka mereduksi berat komposit papan semen. Dari penelitian terdahulu menyimpulkan bahwa hasil yang didapat cukup bagus karena kerapatannya rata-rata lebih besar dari standar JIS A 5417-1992 [5] yang dipersyaratkan yaitu $\geq 0,8$ g/cm³, sedangkan untuk uji tarik, kekuatan lentur dan kekuatan tekan papan semen berserat TKKS mencapai kondisi optimum pada komposisi 40% semen portland dan 30% CaCO₃, kemudian serat tandan kosong kelapa sawit ini dapat menurunkan berat mencapai 15,2% .

Pratama (2017) melakukan penelitian tentang pengaruh proses alkalisasi terhadap morfologi serat tandan kosong kelapa sawit untuk bahan penguat komposit absorsi suara. Dari penelitian terdahulu menyimpulkan bahwa perlakuan kimia dapat menimbulkan permukaan serat menjadi kasar dan terlihat ada robekan, selain itu ukuran serat menjadi sekitar 107 – 129 μm , hal itu terjadi karena pengotor-pengotor pada serat menghilang dengan cara larut bersama dengan larutan NaOH 2%.

Michael (2013) melakukan penelitian tentang daya serap air dan kandungan serat (*fiber content*) komposit poliester tidak jenuh (*unsaturated polyester*) berpengisi serat tandan kosong sawit dan selulosa. Dari penelitian terdahulu menyimpulkan bahwa semakin meningkatnya kandungan bahan pengisi dalam suatu komposit maka daya serap air dan fraksi volume serat pada komposit tersebut akan semakin besar. Sedangkan daya serap air untuk komposit UPR berpengisi selulosa lebih besar dibandingkan penyerapan air untuk komposit UPR berpengisi serat tandan kosong sawit.

Shomad (2020) melakukan penelitian tentang analisis karakterisasi komposit *hybrid* pada spakbor depan motor matic. Dari penelitian terdahulu menyimpulkan bahwa Metode yang digunakan adalah *hand lay up* dengan menggabungkan tiga jenis serat yang digunakan untuk bahan pengikat, yaitu serat rami (alami), serat sabut kelapa (alami), dan serat *gelas* (sintesis) atau komposit *hybrid*, sedangkan proses fabrikasi produk *matic hybrid fender* menggunakan metode *hand lay up* dengan variasi acak pada lapisan pertama serat kaca, serat anyaman rami sebagai lapisan kedua, dan serat sabut kelapa acak sebagai lapisan terakhir.

2.2 Kajian Teori

2.2.1 Komposit

Komposit berasal dari kata kerja “*compose*” yang artinya menyusun atau menggabungkan. Oleh karena itu, secara sederhana dapat dipahami bahwa material komposit terdiri dari dua atau lebih jenis material yang berbeda. Komposit dan paduan memiliki perbedaan dalam cara penggabungannya, yaitu ketika komposit digabungkan dalam metode makro sehingga serat dan matriks masih terlihat (serat komposit) sedangkan paduan/paduan digabungkan di bawah mikroskop sehingga penyangga elemen tidak lagi terlihat (Jones, 1999:2). Pada komposit, sifat elemen pendukung masih terlihat jelas, sedangkan paduan/paduan tidak terlihat lagi. Keunggulan bahan komposit adalah kombinasi sifat-sifat unggul dari masing-masing unsur penyusunnya. Ada dua hal yang harus diperhatikan dalam campuran, yaitu komponen penguat harus memiliki modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada komponen matriks dan harus ada ikatan permukaan yang kuat antara komponen penguat dan matriks (Vlack, 1994) :589). Material komposit pada bagian yang diperkuat harus ulet tetapi lebih kaku dan lebih kuat dan matriks umumnya lebih ulet tetapi dengan kekuatan dan kekakuan yang lebih rendah. Oleh karena itu, material komposit adalah kombinasi dari matriks atau material yang diikat dengan penguat (Sulton Abid Taufik, 2017).

Klasifikasi komposit terdapat pada kandungan struktur komponen penyusunnya. Komposit dengan serat sebagai penyusun yang diikat oleh matrik disebut *Fibrous*. Sedangkan komposit dengan partikel sebagai penguat dalam matrik merupakan Partikulat (Arwanto, 2012).

Komposit adalah material yang terbentuk karena ada bahan penguat atau *reinforcement* dan matriks. Bahan penguat atau *reinforcement* menentukan hasil kekuatan sebuah komposit, maka bahan penguat atau *reinforcement* harus lebih kuat dari pada matriksnya. Komposit

sandwich merupakan material yang komponen pembentukannya diikat dengan matriks yang tidak padat, melainkan bergelembung dengan suatu gas atau berongga. Pada saat ini penggunaan material komposit *sandwich* sebagai bahan struktur sudah banyak digunakan. Komposit *sandwich* memiliki struktur yang digabungkan oleh dua kulit komposit dengan modulus elastisitas yang tinggi, sehingga didapatkan dua buah sifat pada satu material. Dimana fungsi kulit sebagai pelindung *core* maka penentuan serat yang tepat (Moch. Razan Dwi A, 2020).

Komposit merupakan suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda (Nasmi Herlina Sari, 2011).

2.2.2 Bahan Utama Penyusun Komposit

Sebelumnya sudah dijelaskan bahwa komposit adalah penggabungan antara dua material atau lebih yang memiliki penyusun yang berbeda menjadi suatu material yang baru. Adapun bahan penyusun komposit itu terdiri dari dua, yaitu matrik dan *reinforcement* (Laurensius Kristiano, 2018).

2.2.2.1 Matriks

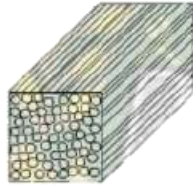
Menurut Gibson (1994), bahwa *matriks* dalam struktur komposit dapat berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik. *Matriks* adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan). Matrik umumnya lebih ductile tetapi mempunyai kekuatan yang lebih rendah. Syarat pokok matrik yang digunakan dalam komposit adalah matrik harus bisa meneruskan beban, sehingga serat harus bisa melekat pada matrik (Triyono & Diharjo, 2003).

2.2.2.2 Reinforcement

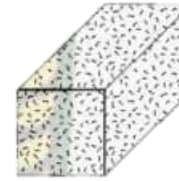
Reinforcement adalah salah satu bagian utama dari komposit yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit. Bahan penguat (*reinforcement*) biasanya kaku dan tangguh. *Reinforcement* dapat dibedakan menjadi bahan alami dan bahan buatan. Contoh bahan penguat alami berupa serat kelapa, serat eceng gondok, serat aren, partikel, dan masih banyak lainnya. Dan contoh bahan penguat buatan berupa serat karbon, serat *glas*, dan keramik. Pada penelitian ini peneliti menggunakan bahan penguat alami yaitu serat tandan kosong kelapa sawit yang mana serat ini didapat dari hasil limbah industri pengolahan minyak sawit (Rendy, 2011).

Ada beberapa jenis komposit yang dikelompokkan berdasarkan penguat struktur yang digunakan, yaitu:

- a. Fiber Composite (Komposit Serat) Jenis komposit yang menggunakan serat sebagai bahan penguatnya. Dalam pembuatan komposit, serat dapat diatur memanjang *unidirectional composites* atau dapat dipotong kemudian disusun secara acak *random fibers* (Ari Wahyu Gunandar, 2021).



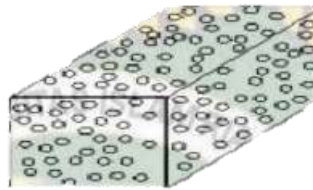
Unidirectional Fiber Composite



Random Fiber Composite

Gambar 2.1 Komposit Serat (Sulton Abid Taufik.2017)

- b. Particulate Composites (Komposit Partikel) Jenis komposit yang dimana dalam matrik ditambahkan material lain berupa serbuk atau butir.



Gambar 2.2 Komposit partikel (Muhammad Najib.2010)

2.2.2.3 Bahan Tambahan

Dalam Pembuatan bahan komposit terdapat beberapa macam bahan yang digunakan, tetapi yang paling sering digunakan adalah:

- a. Katalis

Katalis merupakan cairan yang sering digunakan pada proses pembuatan komposit. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mempercepat reaksi pengeringan dalam suhu ruangan, pencampuran katalis harus sesuai dengan aturan yaitu dengan persentase 0,2-0,5%.

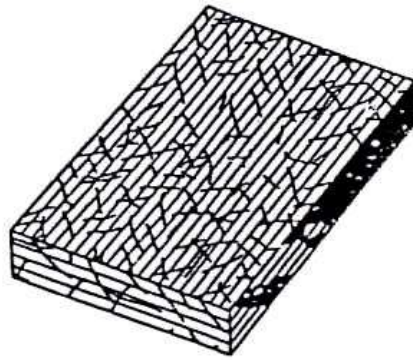
- b. *Release Agent*

Bahan ini berfungsi sebagai pelicin dalam pembuatan komposit, sehingga memudahkan dalam melepaskan komposit dari cetakan contohnya seperti oli, mirror glass, dan hand body (Laurensius Kristiano, 2018).

2.2.3 Klasifikasi Komposit Berdasarkan Bentuk Komponen Strukturalnya

2.2.3.1 Komposit *Hybrid*

Komposit *hybrid* merupakan komposit gabungan antara serat sintetik dan serat alam. Komposit *hybrid* adalah gabungan menjadi satu antara tipe serat lurus dan serat acak, tipe ini digunakan supaya dapat mengganti kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihanannya (Sulton Abid Taufik, 2017).



Gambar 2.3 Type komposit *hybrid* (Nasmi Herlina Sari.2011)

2.2.3.2 Komposit *Sandwich*

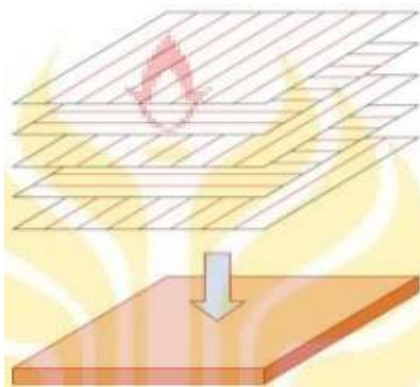
Komposit *sandwich* adalah material komposit yang dihasilkan dari penggabungan dua *face* atau skin dengan core ringan (inti) menggunakan perekat agar menjaga kedua *face*/ skin tidak terpisah.



Gambar 2.4 Komposit *Sandwich* (Sulton abid taufik.2017)

2.2.3.3 *Laminar Composite* (Komposit Lapis)

Komposit ini tersusun oleh dua atau lebih layer, dimana masing-masing layer dapat berbeda-beda dalam hal material, bentuk dan orientasi penguatnya.



Gambar 2.5 *Laminar Composites* (Sulton abid taufik.2017)

2.2.4 Klasifikasi Serat Sebagai Penguat Pada Komposit

2.2.4.1 Serat *Gelas* (*Fiberglass*)

Serat *glas* adalah kaca cair yang ditarik menjadi serat tipis dengan garis tengah sekitar 0,005 mm-0,01 mm. Serat ini dapat dipintal menjadi benang atau ditenun menjadi kain, yang

kemudian diresapi dengan resin sehingga menjadi bahan yang kuat dan tahan korosi untuk digunakan sebagai badan mobil dan bangunan kapal (Nasmi Herlina Sari, 2011).

Tabel 2.1 Sifat Mekanis Fiber Glass (Sulton abid taufik.2017)

Bahan	Modulus Tarik (GPa)	Kekuatan Tarik (MPa)	Massa Jenis (g/cm ³)
Serat E-glass	72,5	3500	2,54
S-glass	85,5	4600	2,48

Serat fiberglass dibagi menjadi beberapa bentuk menurut dari orientasi seratnya, antara lain:

- Continuous Roving*, adalah jenis serat fiberglass yang arah seratnya tersusun menjadi benang yang Panjang dan bersifat kontinu.
- Woven Roving*, adalah jenis serat fiberglass yang arah seratnya dipintal dan kemudian disusun hingga menyerupai bentuk anyaman.
- Chopped Strand Mat*, adalah serat fiberglass yang tersusun dari bulu-bulu yang disatukan sehingga membentuk lembaran dan susunannya biasanya tidak beraturan (Laurensius Kristianto, 2018).

2.2.4.2 Serat Alam

Serat alam adalah serat yang bersumber langsung dari alam bukan merupakan buatan atau rekayasa manusia. Biasanya serat alam bisa kita dapat pada serat tumbuhan seperti serat tandan kosong kelapa sawit(TKKS). Sebelum digunakan serat alam biasanya terlebih dahulu mendapat perlakuan seperti perendaman NaOH yang disebut perlakuan alkali (Ari Wahyu Gunandar, 2021).

2.2.4.3 Serat TKKS

Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) adalah kumpulan serat yang tertinggal setelah memisahkan buah dari tandan buah segar yang telah disterilkan (dengan penguapan pada 294 kPa selama 1 jam), TKKS murah, dapat terdekomposisi, tidak beracun, dan merupakan serat alami yang digunakan secara luas. TKKS adalah material alami yang mengandung filamen yang tebal dan kasar sehingga membuat TKKS lebih efektif dibandingkan material industri yang tidak dapat diperbaharui,berbahaya untuk kesehatan dan lingkungan, serta mahal untuk produksi skala kecil (Ari Wahyu Gunandar, 2021).



Gambar 2.6 Serat TKKS

2.2.5 Resin

Resin adalah salah satu bahan yang banyak digunakan karena memiliki nilai estetis yang tinggi. Bahan tersebut merupakan salah satu polimer yang mengeras melalui proses polimerisasi. Istilah resin komposit dapat diartikan sebagai gabungan dua bahkan lebih dengan sifat-sifat yang unggul sehingga dapat menghasilkan sifat yang lebih baik dari pada bahan itu sendiri. Komposisi resin komposit terdiri atas matriks resin organik, partikel bahan pengisi anorganik *filler*, bahan *coupling silane*, system activator-inisiator, inhibitor dan *stabilizer* dan *optical modifiers* (Ari Wahyu Gunandar, 2021).

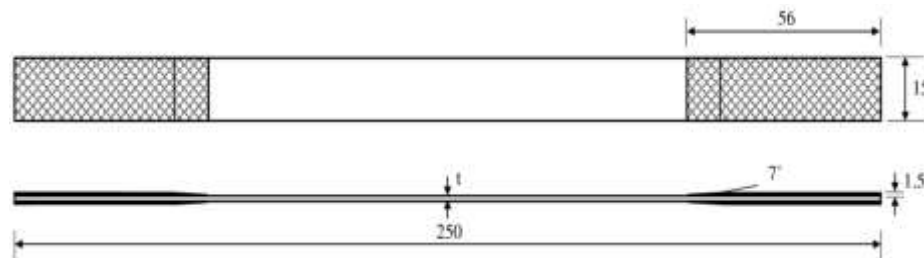
Jenis-jenis resin dikelompokkan berdasarkan karakteristiknya masing-masing, antara lain:

- Resin Epoxy*, adalah suatu kimia yang merupakan salah satu jenis resin yang diperoleh dari proses polimerisasi dari epoksida.
- Resin polyester*, adalah yang paling banyak digunakan dalam aplikasi yang menggunakan resin termoset, baik secara terpisah maupun dalam material komposit. Jenis *resin polyester* sebagai matriks komposit adalah jenis tidak jenuh (unsaturated polyester) yang mengalami pengerasan dari fasa cair menjadi padat saat mendapat perlakuan yang tepat (Ari Wahyu Gunandar, 2021).

2.2.6 Sifat Mekanik Komposit

2.2.6.1 Kekuatan Tarik Komposit (*Tensile Strength*)

Dari pengujian ini dapat diketahui sifat mekanik material yang sangat dibutuhkan dalam desain rekayasa. Kekuatan tarik (*tensile strength*) adalah tegangan maksimum yang bisa ditahan oleh material benda uji sebelum patah atau rusak, besarnya beban maksimum dibagi luas penampang lintang awal benda uji. Adapun pengujian tarik diambil berdasarkan spesimen yang mengalami kerusakan dengan kondisi pengujian statis dan hasil yang didapat berupa kekuatan tarik, regangan tarik dan modulus elastisitas tarik. Berdasarkan standar pengujian yang digunakan pengujian tarik ini mengacu pada standar ASTM D3039 dengan bentuk spesimen dan ukurannya seperti pada Gambar 2.8 dibawah ini (Harun N. Beliu, 2016).



Gambar 2.7 Spesimen Uji Tegangan 3 (inci-pon)

$$\sigma_U = \frac{\text{Beban (F)}}{\text{Luas Penampang (A}_0\text{)}} \text{ (kgf/mm}^2\text{)}$$

Keterangan :

- σ_U = Tegangan tarik maksimum(kgf/mm²)
F = Beban tarik maksimum (kgf)
A₀ = Luas penampang awal (mm²)

Kekuatan tarik dilakukan dengan membagi gaya maksimum dengan luas penampang sebelum terdeformasi. Regangan terjadi karena adanya perbandingan antara panjang awal dengan penambahan panjang benda uji.

2.2.6.2 Kekuatan Bending (*Flexural Strength*)

Untuk mengetahui kekuatan bending suatu material dapat dilakukan dengan pengujian bending terhadap material komposit tersebut. Pengujian bending mengacu pada standar ASTM D7264 dengan kondisi pengujian statis. Kekuatan bending atau kekuatan lengkung adalah tegangan bending terbesar yang dapat diterima akibat pembebanan luar tanpa mengalami deformasi yang besar atau kegagalan. Akibat pengujian bending, bagian atas spesimen mengalami tekanan, sedangkan bagian bawah akan mengalami tegangan tarik. Dalam material komposit kekuatan tekannya lebih tinggi dari pada kekuatan tariknya. Karena tidak mampu menahan tegangan tarik yang diterima, spesimen tersebut akan patah. Hal tersebut mengakibatkan kegagalan pada pengujian komposit. Kekuatan bending pada sisi bagian atas sama nilai dengan kekuatan bending pada sisi bagian bawah. Berdasarkan standar pengujiannya yang digunakan yaitu ASTM D7264 maka bentuk spesimen dan ukurannya dapat dilihat seperti pada gambar 2.9 dibawah ini:



Gambar 2.8 Gambar Spesimen Uji Lentur Standar (SI)

Tegangan bending yang di hitung dengan persamaan :

$$\sigma = \frac{3.P.L}{2.b.h^2}$$

keterangan :

- σ = Tegangan bending (kgf/mm^2)
- P = Beban atau gaya yang terjadi (kgf)
- h = Ketebalan benda uji (mm)
- L = Jarak point (mm)
- b = Lebar benda uji (mm)