

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

2.1.1 (Togatorop dan Azwar t.t, 2018)

Melakukan penelitian dengan judul “Sintesis Mekanik Komposit Epoxy Berpenguat Serat Tebu (Tinjauan Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekuatan Bending)”. Penambahan fraksi volume serat pada komposit epoxy berpenguat serat ampas tebu mengalami peningkatan pada kekuatan tariknya. kekuatan tarik tertinggi secara keseluruhan terdapat pada fraksi volume 15%, dimana tegangan tariknya sebesar 18,3967 N/mm² , regangannya sebesar 10,5339 % , dan modulus elastisitasnya sebesar 179,5958 N/mm² . Sedangkan kekuatan tarik terendah terdapat pada fraksi volume 0% dimana tegangan tariknya sebesar 6,4185 N/mm² , regangannya sebesar 9,5482%, dan modulus elastisitasnya sebesar 70,6510 N/mm² (Togatorop dan Azwar t.t, 2018).

2.1.2 (Mandasari dkk. 2018)

Pada penelitian dengan judul “ Karakteristik Uji Kekuatan Tarik (Tensile Strenght) Film Plastik Biodegradable Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Penguat Zink Oksida Dan Gliserol”. Pada penelitiannya nilai kuat tarik *biodegradable film* yang diperoleh yaitu bersikar antara 0,686- 12,642 Mpa dengan nilai tertinggi sebesar 12,642 Mpa dengan variasi 9% ZnO dan gliserol. Hal ini Menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan komposisi gliserol dan ZnO maka kuat tarik plastik akan semakin baik (Mandasari dkk, 2018).

2.1.3 (Prihantini dan Nugroho, 2012)

Pada penelitiannya dengan judul “ Sinstesis Dan Karakterisasi Semen Gigi Bebas Nanopartikel Zinc Oxide”. Dari serangkaian penelitian dan analisis melalui uji morfologi, uji tekan dan uji kekerasan semen gigi seng oksida *eugenol* yang terbentuk dari nanopartikel ZnO memiliki kekerasan yang baik dikarenakan semakin banyak komposisi bubuk nanopartikel ZnO, akan semakin keras paduannya dibandingkan dengan mikropartikel. Sedangkan nilai kekuatan tekan naik seiring dengan penambahan bubuk nanopartikel ZnO dan

nilai tekan menurun seiring penambahan mikropartikel ZnO (Prihantini dan Nugroho, 2012).

2.1.4 (Ahsan, Diniyah, dan Firmana, 2022)

Pada penelitiannya yang berjudul “ Sifat Mekanis dan termal PLA Dengan Filler TiO₂ dan ZnO”. Pada penelitiannya menyatakan bahwa penambahan ZnO ke dalam PLA menyebabkan nilai kekuatan tarik dan modulus young cenderung meningkat. Ini artinya ZnO dapat meningkatkan kekuatan dan kekakuan pada matrik PLA. Peningkatan kekuatan PLA oleh filler ZnO dapat diartikan bahwa filler jenis ZnO cukup baik untuk menahan deformasi plastis yang terjadi saat penarikan (Ahsan, Diniyah, dan Firmana, 2022).

2.1.5 (Adlie dkk. 2023)

Pada penelitiannya dengan judul “ Dampak Penambahan seng Oksida pada Komposit Busa Tandan Kosong Kelapa Sawit Polimer untuk Bagian Interior Otomotif”. Menyatakan bahwa dengan penambahan ZnO ke dalam komposit busa tandan kosong kelapa sawit polimer mengalami peningkatan pada variasi 15% ZnO dengan nilai harga impak sebesar 2,067 j/mm². Sedangkan pada variasi 20% ZnO nilai harga impak mengalami penurunan dengan nilai sebesar 1,564 j/mm². Nilai harga impak komposit busa tandan kosong kelapa sawit polimer dengan penambahan ZnO menurun dengan seiring peningkatan konsentrasi dari ZnO.

2.1.6 (Jufri, 2012)

“Optimalisasi Proses *Injection Moulding* Pada Nanoalumina”. Dari hasil penelitiannya dengan penambahan partikel nanopartikel alumina yang dicampurkan kedalam matrik bijik plastik polypropylene hasil daur ulang dengan proses *injection moulding* menunjukkan bahwa kekuatan tarik dan modulus elastisitas menurun ketika dengan penambahan sampai 2% dan mengalami peningkatan ketika prosentase nanoalumina meningkat di atas 2% hingga sampai 7% (Jufri, 2012).

2.1.7 (Dwi Tjahyaning Putranti, Ludwika Patricia Razalie, 2019)

“ Pengaruh Penambahan Aluminium Oksida Terhadap kekuatan Fleksural dan Impak Pada Bahan Basis Gigi Tiruan Resin Akrilik Polimerisasi Panas”. Berdasarkan penelitiannya dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh yang signifikan dalam penambahan bubuk aluminium oksida pada bahan basis gigi tiruan RAPP terhadap kekuatan fleksural karena diperoleh signifikansi $p = 0,0001$ ($p < 0,05$). Nilai kekuatan fleksural resin akrilik polimerisasi panas meningkat seiring peningkatan konsentrasi dari aluminium oksida. Ada pengaruh yang signifikan dalam penambahan bubuk aluminium oksida pada bahan basis gigi tiruan RAPP terhadap kekuatan impak karena diperoleh signifikansi $p = 0,038$ ($p < 0,05$). Nilai kekuatan impak resin akrilik polimerisasi panas menurun seiring peningkatan konsentrasi dari aluminium oksida (Putranti* dan Razalie 2019).

2.2 Komposit

Mengingat dalam penelitian ini material yang digunakan adalah komposit, sehingga akan dipaparkan mengenai komposit dan pengaplikasinya. Komposit merupakan dua material atau lebih yang berbeda yang disatukan sehingga menghasilkan sifat mekanis yang merupakan gabungan dari komponen penyusunan. Adapun kelebihan material komposit adalah sifat material dapat diperbaiki antara lain: kekuatannya, kekakuannya, ketahanan terhadap korosi, ketahanan terhadap keausan maupun pengurangan berat material. Pemilihan suatu material tentunya akan mengikuti tujuan dari penggunaan material tersebut, sehingga dapat menentukan sifat apa yang akan diperlukan oleh material komposit tersebut. Komponen penyusun suatu komposit pada umumnya mempunyai peranan sebagai matrik yaitu bagian dari material komposit yang memberikan bentuk terhadap material komposit tersebut dan mengikat komponen lain yang berfungsi sebagai penguat material komposit tersebut (Ruwaida, et al. 2010).

Adapun pengertian dari komposit merupakan perpaduan dari dua material atau lebih yang memiliki fasa yang berbeda menjadi suatu material yang baru dan memiliki propertis lebih baik dari keduanya. Menurut (Saputra, 2017) Komposit memiliki sifat mekanik lebih baik dari pada logam, karena kekakuan jenis

(modulus young/density) dan kekuatan jenisnya lebih baik dari logam. Adapun material pembentuk komposit antara lain :

1. Matrik

Matrik adalah bahan utama dari sebuah material komposit yang akan dinaikan mechanical properties nya oleh bahan penguat (reinforcement). Matrik ini harus mampu mengikat bahan reinforcement dengan baik agar tidak terjadi fenomena fiber pull out, yaitu serat yang terlepas dari matrik. Fungsi dari matrik antara lain : untuk mentransfer tegangan dari serat, sebagai pelindung serat, membentuk ikatan koheren pada permukaan matrik, dll. Matrik yang sering dipergunakan : carbon, glass, kevlar, polypropilena, dan sebagainya.

2. Reinforcement (penguat)

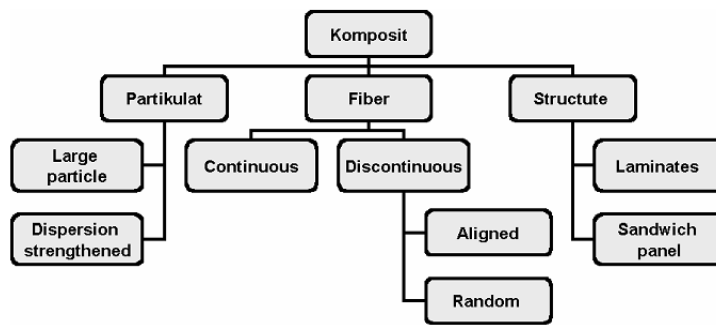
Reinforcement (penguat) adalah bagian dari komposit yang berfungsi sebagai penguat. Bahan tambah ini biasanya hanya diberikan pada matrik tidak lebih dari 50%. Apabila terlalu banyak, ikatan antara reinforcement dan matrik menjadi tidak maksimal sehingga dapat menurunkan sifat komposit yang dihasilkan.

2.2.1 Klasifikasi Komposit

Berdasarkan jenis matrik, komposit diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Metal matrix composites (MMC) ialah komposit yang menggunakan matrik logam
2. Ceramic matrix composites (CMC) adalah komposit yang menggunakan matriks keramik
3. Polymer matrix composites (PMC) yaitu komposit yang menggunakan matriks polimer.

Selain itu, komposit juga dibedakan berdasarkan jenis penguatnya ialah pada Gambar 2.1 sebagai berikut :



Gambar 2. 1 Klasifikasi komposit jenis penguat

(Sumber : Saputra, 2017)

a. Partikulate composite

Menggunakan penguat berbentuk partikel. Peran partikel dalam komposit adalah membagi beban agar terdistribusi dalam menghambat deformasi plastic matriks yang ada di sela -sela partikel.

b. Structural composites

Komposit yang terdiri dari lapisan dan bahan penguat. Komposit jenis ini terdiri dari material homogen, sifatnya tak hanya bergantung pada konstituen material, namun bergantung pada desain geometri dari struktur elemen.

c. Fiber Composite

Fungsi dari serat sebagai penopang kekuatan dari komposit, sehingga tinggi rendahnya kekuatan komposit tergantung dari serat yang digunakan. Oleh karena itu, serat harus mempunyai tegangan Tarik dan elastisitas yang lebih tinggi dari matrik penyusun komposit.

2.2.2 Kelebihan Material Komposit

Kelebihan komposit pada umumnya dilihat dari beberapa sudut yang penting seperti sifat mekanikal, sifat fisikal, dan biaya seperti penjelasan dibawah ini :

1. Sifat mekanikal dan fisikal

Pada umumnya pemilihan matrik dan penguat yang tepat mutlak diperlukan. Namun sifat mekanik bahan komposit

dipengaruhi oleh interface antara matrik dan penguat yang dipakai.

2. Biaya

Biaya sangat berperan penting dalam membantu perkembangan industri komposit. Dikarenakan biaya berkaitan dengan penghasilan suatu produk dan memperhitungkan beberapa aspek yaitu pembelian bahan mentah, gaji karyawan, biaya pemrosesan dan lain sebagainya.

2.2.3 Karakteristik Material Komposit

Salah satu bagian utama dari senyawa adalah penguat bertindak menanggung beban utama material komposit. Serat adalah bahan yang ada dalam bentuk blok bangunan yang membentuk jaringan penuh. Serat diurutkan ada dua jenis, yaitu:

1. Serat Alami

Serat Alami ialah serat yang di ambil dari alam. Serat alam diambil dijadikan penguat pengganti serat sintetis atau logam. seperti rotan, bambu, serat nanas dan lain sebagainya.

2. Serat Sintetis

Serat Sintetis yang berupa serat gelas (Fiberglass) sebagai bahan baku serat penguat komposit. Serat sintetis juga tidak bisa teruarai oleh alam dan serat sintetis relatif harganya lebih mahal. Jenis serat sintetis aramid, acrylic, cdp, polyester, nylon.

2.3 Ampas Tebu (*Bagasse*)

Ampas tebu merupakan sisa hasil pengolahan pabrik gula atau penjual tebu lainnya. Saat mengolah tanaman tebu yang menghasilkan limbah ampas tebu dalam jumlah besar, biasanya hanya digunakan pupuk organik. Oleh karena itu limbah ampas tebu harus diolah menjadi produk baru yang bernilai ekonomis tinggi. Tentu saja, sisa ampas tebu dapat diseratkan dan ditambahkan ke resin, memungkinkan produk komposit. (hasniz fakhrin, 2019). Berikut komposisi pada serat tebu dilihat dari tabel 2.

No	Nama Bahan	Jumlah (%)	Keterangan
1	Air	67-75	H ₂ O
2	Sacharose	12-19	Zat gula
3	Zat sabut	11-16	Serat
4	Gula reduksi	0,5-1,5	
5	Amylim	1,5-15	
6	Geleta	0,5-1,5	
7	Paklim	0,5-1,5	
8	Lilin	0,5-1,5	
9	Zat yang mengandung zat lemas	0,5-15	
10	Zat pewarna	0,5-15	
11	Asam-asam organis	0,5-15	

Tabel 2. 1 Komposisi serat ampas tebu

(Sumber : Haznil Fakhri, 2019)

Serat ampas tebu memiliki panjang antara 1,7 sampai 2 mm dengan diameter sekitar 20 mikro. Serat ampas tebu memiliki sifat mekanik yang cukup baik, tidak korosif, low density, dan ramah lingkungan karena dapat didaur ulang (Sulung, Chandra, dan Fatmi 2019).

2.3.1 Struktur Ampas Tebu

Celulosa, Hemicelulosa, Pentosan, Lignin ialah struktur pembentuk serat ampas tebu dapat dilihat pada tabel 2.

No	Nama Bahan	Jumlah (%)
1	Celulosa	28-43
2	Hemicelulosa	14-23
3	Pentosan	20-33
4	Lignin	13-22

Tabel 2. 2 Struktur serat ampas tebu

(Sumber : Haznil Fakhri, 2019)

2.4 Zinc Oxide

Zinc oxide adalah suatu senyawa organik dengan rumus kimia ZnO. Memiliki warna putih, berupa serbuk dan bersifat hidrofobik. Blended dan wurtzite adalah struktur kristal dari zinc oxide (Ahmad Fuad Bawazir, 2020).

Zinc oxide (ZnO) banyak diminati sebagai bahan pengisi karena memiliki biokompatibilitas yang baik, tidak berbahaya dan ramah lingkungan. Struktur

kristal, luas permukaan yang tinggi, dan sifat mekanik yang sangat baik adalah keuntungan lebih lanjut dari oksida seng dalam penguatan nanokomposit polimer. Karena memiliki sifat mekanik yang tinggi, interaksi yang baik antara seng oksida dan polimer menghasilkan pemerataan sifat mekanik seng oksida dalam matriks polimer (Hidayat dkk. 2019).



Gambar 2. 2 Zinc Oxide

(Sumber : www.Okorder.com)

2.5 Alumina (Al_2O_3)

Aluminium oksida adalah senyawa kimia aluminium dan oksigen, yang rumus kimianya adalah Al_2O_3 atau biasa disebut aluminium oksida. Alumina atau aluminium oksida terjadi secara alami sebagai *ruby*, *safir*, *corundum* dan *emery* digunakan dalam pembuatan kaca dan tungku pemanas. Alumina memiliki sifat isolasi termal dan listrik yang baik (rusnoto dan soebyakto, 2020).

Alumina (Al_2O_3) merupakan partikel penguat pada material komposit dengan kekuatan dan kekerasan yang tinggi serta titik leleh yang mencapai suhu 2072°C . Itu dapat mempertahankan kekuatannya pada suhu dari 1500°C hingga 1700°C dan cocok untuk digunakan sebagai penguat komposit. Alumina memiliki sifat ketahanan aus yang baik karena memiliki kekerasan yang baik, selain itu alumina juga memiliki sifat tahan korosi, titik lebur yang relatif tinggi, dan dapat menahan suhu lingkungan yang tinggi. (Mariana t.t, 2021).

2.6 Resin Epoxy

Resin epoxy mengandung struktur epoksi atau oksigen. Resin ini berbentuk cairan kental atau hampir padat dan digunakan untuk bahan yang akan diawetkan. Resin epoksi membentuk polimer pengikat silang ketika bereaksi dengan pengeras. Hardener untuk sistem curing pada temperatur ruang dengan resin epoksi sebagian besar merupakan senyawa poliamida yang terdiri dari dua atau lebih amina. Waktu pengerasan sistem epoksi tergantung pada reaktivitas atom hidrogen dari senyawa amina. Resin epoksi memiliki ketahanan korosi yang lebih tinggi daripada poliester saat basah, tetapi tidak tahan asam. Resin epoksi memiliki sifat mekanik, listrik, stabilitas dimensi dan ketahanan panas yang baik (Akhmad Nadji Shabiri, Rizky Salaam Ritonga, dan M. Hendra S. Ginting 2014).

<i>Properties</i>	
<i>Tensile Strength</i>	85 MPa
<i>Tensile Modulus</i>	10500 Mpa
<i>Compressive Strength</i>	190 MPa
<i>Water Absorption</i>	5-10 mg at 24h, 23°C
<i>Density</i>	1.20 gr/cm
<i>Modulus Young</i>	3.2 GPa

Tabel 2. 3 Properties of Epoxy

(Sumber : Meidina, 2018)

2.7 Fraksi Volume

Sebelum dilakukan pembuatan spesimen uji diperlukan suatu perhitungan untuk menentukan perbandingan fraksi volume resin epoxy, serat, zinc oxide dan alumina (Nanang, 2022).

Persamaan volume cetakan :

$$\text{Volume cetakan} = P \times L \times T$$

Keterangan:

P = panjang dari cetakan (cm)

L = lebar dari cetakan (cm)

T = tinggi dari cetakan

Persamaan fraksi volume serat :

$$V_c = v_f + v_m = \frac{m_f}{\rho_f} + \frac{m_m}{\rho_m}$$

$$V_f = \frac{v_f}{v_c} \times 100\%$$

$$W_f = \frac{m_f}{m_c} \times 100\%$$

Keterangan :

V_c = volume komposit (cm^3)

V_f = volume serat (cm^3)

V_m = volume matriks (cm^3)

M_f = massa serat (g)

ρ_f = berat jenis serat (g/cm^3)

ρ_m = berat jenis matrix (g/cm^3)

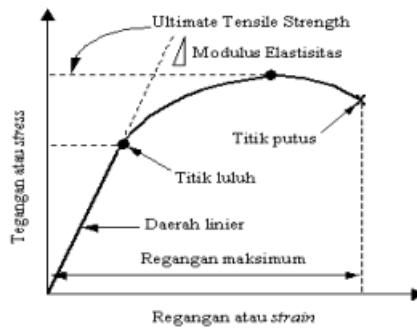
V_f = fraksi volume serat (%)

W_f = fraksi berat serat (%)

2.8 Pengujian Tarik

Uji tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik dan kemuluran bahan komposit serat. Metode yang digunakan adalah dengan menekan benda yang akan diuji ke dalam mesin uji dan memberikan beban pada kedua ujungnya, yang ditarik bolak-balik hingga sampel putus (Dwi Nugroho, Fa'iz Alfatih, dan Alimi 2022).

Beban bekerja pada spesimen serta perubahan panjang yang terjadi akibat beban, semuanya dicatat pada suatu diagram grafik. Diagram grafik dinamakan grafik tegangan regangan seperti gambar dibawah ini :



Grafik 2. 1 Tegangan regangan

(Sumber : doddy, 2022)

Dengan membaca diagram dapat meneliti apa yang terjadi apabila batang uji tersebut diregangkan secara berangsur angsur dari uji tarik komposit. Dimana sumbu horizontal adalah sumbu perpanjangan batang akibat gaya yang meregangkan dan dinyatakan dalam (%), sumbu yang garisnya vertikal adalah sumbu gaya peregangkan yang dinyatakan dalam persen (N/mm²). Dari penjelasan diatas dapat di tulis persamaan yang berlaku (Dody dkk, 2022).

Dengan rumus kekuatan tarik, dan modulus elastisitas sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{f}{A_0}$$

Dimana :

σ = Tegangan (Kgf/mm²)

F = gaya tarikan (N)

A₀ = luas penampang (m²)

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Keterangan :

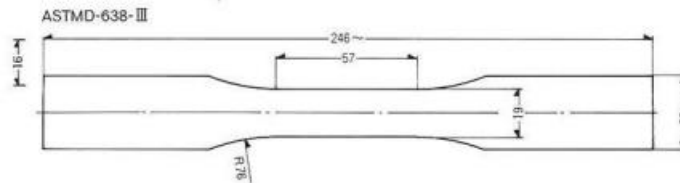
E = Modulus elastisitas (Kgf/mm²)

σ = Kekuatan Tarik (Kgf/mm²)

ε = Regangan (%)

Bentuk spesimen uji yang digunakan dalam penelitian ini ialah dengan standar ASTM D638 type 3 seperti gambar dibawah ini.

ASTM D638 Type III

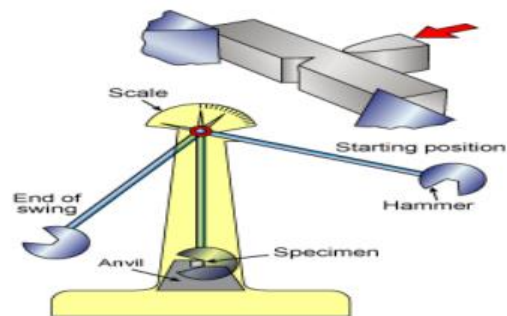


Gambar 2. 3 Standar ASTM D638 type 3

(Sumber : Herwin, 2016)

2.9 Pengujian Impact

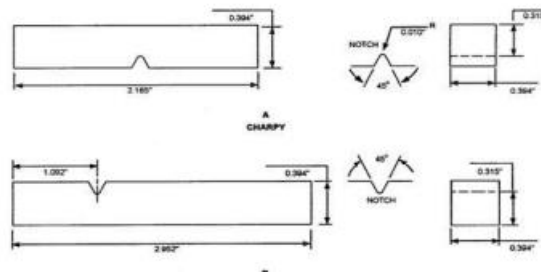
Uji impak merupakan uji yang menggunakan pembebanan cepat. Dalam pengujian impak, proses penyerapan energi yang besar terjadi ketika beban mengenai benda uji. Energi yang diserap oleh bahan ini dapat dihitung dengan menggunakan prinsip beda energi potensial.



Gambar 2. 4 Skematik Alat Uji Impact

(Sumber : Ade Irvan T, 2020)

Nilai pembebanan uji impak diperoleh dari tumbukan palu pendulum yang dilepas pada ketinggian “h”. Ujung pisau pada palu pendulum akan menabrak takikan pada specimen hingga patah (Tauvana dan Subekti 2020).



Gambar 2. 5 Spesimen Uji Standar ASTM

(Sumber : Ade irvan T, 2020)

Berdasarkan gambar diatas pengujian impak dilakukan berdasarkan standar ASTM D110-10. Spesimen *charpy* berbentuk batang dengan penampang melintang berbentuk bujur sangkar dengan takikan “v” (Tauvana dan Subekti 2020).

Ada dua jenis metode pengujian impak yaitu metode *Charpy* dan metode *Izod*. Perbedaan antara *Charpy* dan *Izod* adalah penempatan spesimen. Dengan *Charpy*, pengujian lebih akurat karena *Izod* dalam sampel juga menyerap energi, sehingga energi yang diukur bukanlah energi yang dapat diserap sepenuhnya oleh material (Tauvana dan Subekti, 2020).

Energi yang terserap benda uji dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$E = m \times g \times R (\text{Cos}\beta - \text{Cos}\alpha)$$

Keterangan :

E = Energi yang terserap (J)

M = Berat pendulum (8,3 kg)

G = Gravitasi (9,81 m/s)

R = Jarak lengan pengayun (0,62 m)

$\text{Cos } \beta$ = Sudut akhir pendulum ($^{\circ}$)

$\text{Cos } \alpha$ = Sudut awal pendulum ($^{\circ}$)

Harga Impak dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$HI = \frac{E \text{ serap}}{A}$$

Keterangan :

HI = Harga impact (J/mm^2)

E = Energi impact (J)

A = Luas dibawah takik (mm^2)

2.10 Pengujian Struktur Makro

Pengujian struktur makro adalah pengujian material yang bertujuan untuk mengungkap kegagalan pada patahan hasil uji tarik dan uji impact. Hasil gambar makro adalah gambar visual yang ditangkap oleh kamera digital yang dilengkapi dengan lensa makro. Hasil foto makro memberikan informasi tentang cacat yang terjadi pada benda uji, yang kemudian dianalisis untuk menentukan jenis kerusakan dan penyebab kerusakan pada benda uji (Widi, Tito Arif Sutrisno, dan Rochim, 2022).

Jenis- jenis patahan pada umumnya terdiri dari 2 jenis yaitu patah ulet dan patah getas.

a) Patah Ulet

Patahan ulet adalah patahan yang disebabkan oleh beban statis yang diterapkan pada material. Ketika stres dihilangkan, perambatan retak berhenti. Patahan ini ditandai dengan deformasi plastis sebelum material patah. Menurut (Yusuf, 2023) patah ulet ini dicirikan terjadinya deformasi plastis disekitar patahan dan penyerapan energi yang besar.

b) Patah Getas

Patah getas adalah patahan suatu bahan yang diawali dengan pembentukan retakan yang cepat pada bahan tersebut. Berbeda dengan patah ulet, patah getas ini diawali dengan deformasi plastis. Menurut (Rendy & Syahrizal, 2021) patah getas memiliki ciri- ciri terdapat butir- butir halus pada permukaan spesimen uji, permukaan dari patahan spesimen uji mengkilap, terdapat serabut- serabut kasar pada permukaan patahan.

2.11 Metode Hand Lay Up

Hand Lay Up adalah metode pembuatan komposit sederhana dengan proses pembuatan komposit terbuka. Proses ini dilakukan dengan ketangkasan manual pada suhu kamar. Proses pembuatan material komposit berlangsung dalam proses peletakan manual yaitu serat komposit ditempatkan sepanjang cetakan, kemudian resin dituangkan ke dalam cetakan sebagai pengikat antar serat, kemudian dilakukan tekanan dan komposit diratakan dengan roll (Setyanto t.t, 2012).

2.12 Alkalisasi dengan NaOH

Perlakuan alkali serat adalah proses di mana permukaan serat dimodifikasi dengan perendaman dalam alkali. Tujuan dari proses alkalisasi adalah untuk mereduksi komponen-komponen komposisi serat yang kurang efektif dalam menentukan kekuatan antarmuka, yaitu *hemiselulosa*, *lignin* dan *pektin*. Dengan mengurangi kandungan *lignin* dan *hemiselulosa*, struktur permukaan serat membaik dan lebih mudah dibasahi dengan resin, meningkatkan keterikatan mekanis (Pramono, Widodo, dan Ardiyanto 2019).