

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelusuran Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang berhubungan dengan serat daun nanas penguat resin polyester yaitu sebagai berikut :

2.1.1 Penelitian (Moch. Yunus dkk, 2020)

Berjudul Pembuatan Dan Pengujian Sifat Mekanik Komposit Bahan Serat Fiberglass Dan Serat Daun Nanas Dengan Matrik Resin Polyester Pada Panel Panjat Dinding. Dari hasil pengujian tersebut diperoleh hasil bahwa Kombinasi serat daun nanas dan serat fiber tidak dapat meningkatkan kekutan mekanik Panel panjat dinding dan memerlukan penelitian lanjutan untuk mendapatkan kekuatan tarik dan bending yang mendekati nilai kekuatan panel panjat dindin, karena nilai kekuatan perpaduan antara serat fiber dan serat daun nanas terlalu rendah dari standar BSAPI yaitu $\sigma_t \text{ uji} = 10,601 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_t \text{ standar} = 22,555 \text{ N/mm}^2$, dan $\sigma_b \text{ uji} = 40,601 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_b \text{ standar} = 112,776 \text{ N/mm}^2$ (Yunus, Arnoldi, dan Prakarsa 2020).

2.1.2 Penelitian (Dody Yulianto dkk, 2022)

Berjudul Pengaruh Penambahan Karbon Aktif Pada Komposit Serat Daun Nanas Dengan Matrik Polyester. Dari hasil pengujian tersebut diperoleh hasil pengujian bending nilai tertinggi kekuatan bending terdapat pada penambahan karbon aktif sebanyak 1% dengan nilai 33,29 N/mm² , sedangkan nilai terendah kekuatan bending terdapat pada penambahan karbon aktif sebesar 2% dengan nilai 22,48 N/mm² dan pada pangujiam tarik nilai tertinggi adalah 26,38 N/mm². dengan penambahan karbon aktif sebanyak 1%, sedangkan nilai terendahnya adalah 8,57 N/mm² dengan penambahan karbon aktif sebanyak 2% terjadi penurunan nilai pada kekuatan tarik dan banding tersebut diakibatkan oleh karbon aktif (Yulianto dkk. 2022).

2.1.3 Penelitian (Bhat dkk, 2021)

Berjudul Penilaian Kekuatan Lentur dan Sitotoksitas Heat Cure Denture Base Resin Dimodifikasi dengan Nanopartikel Titanium Dioksida: Sebuah *Di Vitro* Belajar. Dari hasil pengujian tersebut bahwa kekuatan lentur resin akrilik heat cure (dimodifikasi dan tidak dimodifikasi) jauh lebih tinggi daripada kekuatan lentur yang direkomendasikan untuk resin ini. Saat menambahkan TiO₂ NP, kekuatan lentur menurun jika dibandingkan dengan kelompok kontrol. Namun, dengan TiO₂ 3% NP, tidak ada penurunan kekuatan lentur yang signifikan dibandingkan dengan resin konvensional. TiO₂ Resin akrilik heat cure yang dimodifikasi dengan NP menunjukkan toksisitas yang lebih rendah pada hari ke-1 dan bahkan toksisitas yang lebih rendah setelah 7 hari yang menunjukkan bahwa biokompatibel (Bhat dkk. 2021)

2.1.4 Penelitian (Nia Sasria a dkk, 2022)

Berjudul Pengaruh Pembuatan Komposit Poliester yang Diperkuat Serat Sabut sebagai Bahan Helm Sepeda Motor. Dari hasil pengujian tersebut bahwa distribusi matriks dan serat tidak dapat terjadi dengan baik, dan terjadi penumpukan. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya void yang dapat menurunkan sifat mekanik komposit yang dihasilkan. Kekuatan dampak optimal diperoleh spesimen fraksi volume serat 40% sebesar 0,408 J/mm² dengan kekuatan fraktur 55,542 J. Sedangkan kekuatan lentur optimum diperoleh spesimen fraksi volume serat sebesar 20% sebesar 52.785 MPa dengan modulus elastis yang dihasilkan sebesar 13.064 GPa.(Sasria 2022).

2.1.5 Penelitian (Bagus Tri Mulyo, Heri Yudiono, 2018)

Berjudul Analisis Kekuatan Impak Pada Komposit Serat Daun Nanas Untuk Bahan Dasar Pembuatan Helm Sni. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai energi serap dampak tertinggi (optimal) terdapat pada spesimen komposit dengan fraksi volume serat nanas 10% sebesar 0,5375 Joule dan nilai kekuatan dampak tertinggi juga terdapat pada spesimen komposit dengan fraksi volume serat 10% sebesar 0,01657

Joule/mm² . Untuk hasil pengujian densitas nilai paling tinggi (optimal) ada pada fraksi volume 13% sebesar 1,4525 gram/cm³ (Mulyo dan Yudsono 2018).

2.2 Komposit

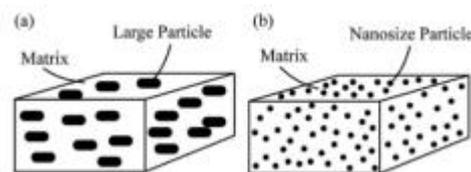
Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda (Yulianto dkk. 2022). Bahan komposit memiliki banyak keunggulan, diantaranya berat jenisnya rendah kekuatan yang lebih tinggi, tahan korosi dan biaya perakitan yang lebih murah.

Penggunaan serat alam sebagai paduan komposit yang bertujuan mempermudah penguraian, Serta memanfaatkan daun nanas yang sering terbuang dan tidak dimanfaatkan. Salah satu unsur penting dalam susunan struktur mikro pada komposit adalah karakteristik fraksi volume dan fraksi berat sebagai bahan penyusunnya.

Komposit dibedakan dalam tiga jenis :

2.2.1 Komposit Berpenguat Partikel

Komposit partikel adalah suatu bahan penguat yang terdiri atas gabungan partikel dengan matrik dan kekuatannya lebih lemah dibandingkan komposit berpenguat serat. Komposit partikel dibedakan dalam tiga jenis berdasarkan sumber partikelnya yaitu partikel logam, partikel non-logam, dan partikel keramik (Nayan dan Hafli 2022)



Gambar 2. 1 Struktur Komposit Partikel

(Sumber : Nayan dan Hafli 2022)

2.2.2 Komposit Berpenguat Serat

Komposit berpenguat serat adalah material komposit yang ringan, kuat, berkualitas, dan terjangkau biaya, serta mudah didapat. Serat menahan sebagian besar gaya yang bekerja pada material komposit, sedangkan matriks mengikat serat, melindungi dan meneruskan gaya antar serat (Yulianto dkk. 2022)

Serat yang digunakan pada material komposit diklasifikasikan menjadi serat organik dan serat anorganik. Serat organik (natural fiber) yang memiliki struktur kandungan selulosa (cellulose). Serat alam memiliki sifat terbiodegradasi (biodegradability) sehingga tidak merusak lingkungan.

2.2.3 Komposit Struktural

Komposit struktur terbagi menjadi 2 bagian yaitu :

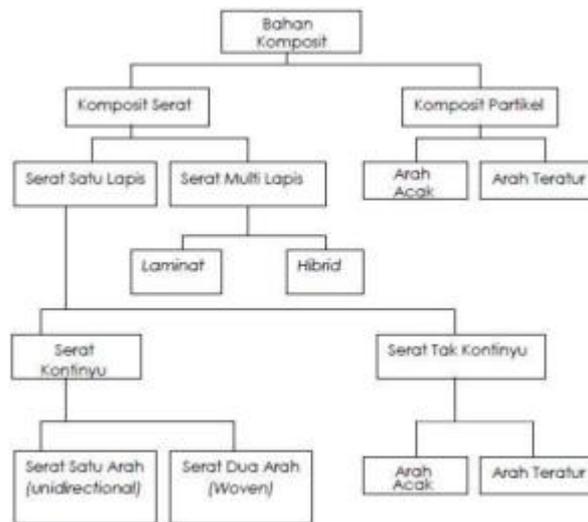
1. Laminasi

Laminasi adalah gabungan antara dua atau lebih lapisan untuk menghasilkan sifat komposit yang bermacam-macam dari segi kekuatan, keausan, isolasi termal insulasi akustik dll.

2. Sandwich

Sandwich merupakan bagian komposit yang terdiri dari tiga lapisan : flat komposit, kulit komposit, inti komposit.

2.3 Klasifikasi Material Komposit



Gambar 2. 2 Klasifikasi Komposit

(Sumber : Fadilah dan Rizki 2020)

Komposit dibedakan menjadi 2 macam :

1. Komposit berdasarkan matriks

- Komposit Matrik Logam (Metal Matriks Composite)
Komposit bermatrik logam digunakan sebagai bahan : aluminium, besi, tembaga dll.
- Komposit Matrik Keramik (Ceramic Matriks composite)
Komposit ini bermatrik keramik dengan penguat serat, carbide, dan nitride.
- Komposit Matrik Polimer (Polimer Matriks Composite)
Komposit ini menggunakan polymer resin sebagai matrik dan berpenguat serat kaca, karbon, partikel, dll. memiliki dua jenis matrik polimer : termoset tidak bisa didaur ulang dan termoplastik yang bisa didaur ulang.

2. Komposit berdasarkan penguat

- Fiber Reinforced Composite (Komposit serat)
Komposit jenis ini berpenguat serat alam atau serat fiber. jenis fiber adalah serat kaca, serat karbon, serat aramid dll.

2.4 Karakteristik Material Komposit

komposit mempunyai sifat mekanik lebih baik dari logam. Adapun jenis pembentukan material komposit antara lain :

1. Matrik

Matrik adalah sebuah bahan komposit yang akan mengikat mechanical properties oleh bahan penguat (reinforcement). Matrik yang digunakan pada komposit harus mampu menuruskan beban sehingga serat harus bisa melekat pada matriks.

Matriks dalam struktur komposit dapat berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik. Matriks yang digunakan dalam komposit adalah harus mampu meneruskan beban sehingga serat harus bisa melekat pada matriks dan kompatibel antara serat dan matriks artinya tidak ada reaksi yang mengganggu. Jadi syarat pokok matrik yang digunakan dalam komposit adalah matrik harus bisa meneruskan beban, sehingga serat harus bisa melekat pada matrik dan kompatibel antara serat dan matriks. (Zulkifli dan Dharmawan 2019).

2. Reinforcement (penguat)

Penguat biasanya berupa serat maupun partikel. Reinforcement berfungsi sebagai penguat dari matrik. Biasanya tambahan penguat diberikan pada matrik tidak lebih dari 50%. Apabila penambahan penguat terlalu banyak membuat ikatan antara reinforcement dan matrik tidak maksimal.

Ada dua jenis yaitu :

- Continuously reinforced

Continuously reinforced adalah suatu bahan penguat komposit dengan bentuk memanjang. Bahan serat diperoleh dari serat alam maupun serat sintetis.

- Discontinuously reinforced

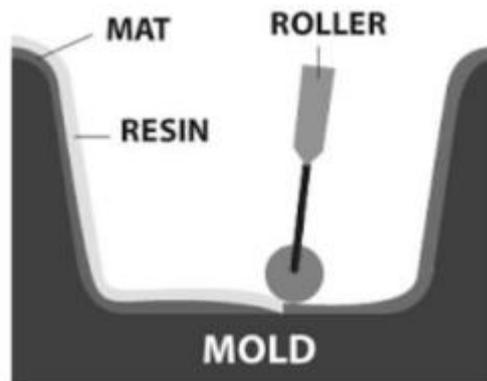
Discontinuously reinforced adalah sebuah bahan penguat komposit dengan bentuk tidak memanjang.

3. Jenis-jenis serat

Advanced composit adalah kakuatan spesifik tinggi (kekakuan dibagi berat jenisnya) dan kekuatan spesifik tinggi (kekuatan dibagi berat jenis) serat tersebut.

2.5 Hand Lay-up

Metode hand lay-up yaitu metode sederhana yang digunakan untuk membuat komposit dengan proses terbuka dari proses fabrikasi komposit (Nanang 2022). Proses dilakukan dengan menuangkan resin kedalam serat sebagai pengikat, kemudian diberi tekanan dan meratakan menggunakan roll untuk menghilangkan gelembung pada resin polyester. Proses tersebut dilakukan berulang-ulang untuk mendapatkan bentuk dan tebal yang diinginkan.

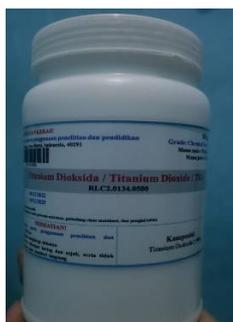


Gambar 2. 3 Proses Hand Lay-up

(Sumber : Diana, Safitra, dan Ariansyah 2020)

2.6 Titanium Dioxide

Titanium *dioxide* merupakan material yang bagus digunakan fotodegrasi pemecah senyawa pada cahaya. TiO_2 merupakan yang paling dikenal Nanopartikel ini semakin banyak digunakan karena fitur yang mengesankan seperti sifat non toksisitas, non aktif secara kimiawi, harga relatif murah, memiliki indeks bias tinggi, mempunyai efek antibakteri, tahan korosi dan memiliki kekerasan mikro yang tinggi (Budiprasojo dan Erawantini 2021)



Gambar 2. 4 Titanium *Dioxide*

(Sumber : Laboratorium Center)

2.7 Resin Polyester

Resin polyester mudah didapatkan dengan harga terjangkau dan mudah dalam fraksinya. Resin polyester termasuk jenis resin termoset. Salah satu jenis resin yang memiliki viskositas rendah dan pengeras menggunakan katalis. Bahan ini memiliki ketahanan sifat mekanik yang baik ketika beroperasi pada kondisi lingkungan yang panas maupun basah, ketahanan kimia yang baik, kestabilan bentuk, harga yang relatif rendah (dibandingkan dengan harga epoxy) dan memiliki pelekatan yang baik pada berbagai penguat (Maghfirah dkk. 2019).

Tabel 2. 1 Kekuatan Tarik, Tekan Dan Lentur Resin Polyester

(Sumber : Nanang 2022)

Resin Polyester	Kekuatan tarik (kg/mm ²)	Perpanjangan (%)	Modulus elastik (kgf/mm ² x10 ²)	Kekuatan tekan (kgf/mm ²)	Kekuatan lentur (kgf/mm ²)
Dengan pengisi (Coran kaku)	4,2 – 9,1	< 5	2,1 – 4,2	9.1 - 25	5,9 – 16.1

Dengan serat gelas	17,5 – 2,1	0,5 – 5,0	5,6 – 14	10,5 – 21	7 – 28
Dengan serat sintetik	3,1 – 4,2	---	---	14 - 21	7 – 8,4

Tabel 2. 2 Sifat Termal Resin Polyester

(Sumber : Nanang 2022)

Polimer	Koefisien mulai panjang	Koefisien hantaran panas Kal/det/cm ² /(°C/cm)x 10 ⁻⁴	Ketahanan panas (°C)
Resin polyester (tanpa pengisi coran)	5,5 - 10	4	120
Resin polyester (diisi dengan anorganik)	3,5 - 5	0,5 – 5,0	160

Tabel 2. 3 Sifat Kimia Resin Polyester

(Sumber : Nanang 2022)

Sifat	Resin polyester dicor	Resin polyester dilaminasi kain gelas
Laju nyala	Lambat (terbakar sendiri)	Lambat (terbakar sendiri)
Pengaruh sinar matahari	Tidak atau sedikit	Tidak atau sendiri
Pengaruh asam lemah	“	“

Pengaruh asam kuat	Agak rusak	“
Dengan alkali lemah	“	Sedikit
Dengan alkali kuat	Rusak	“
Dengan larutan organik	Larut dalam keton dan larutan terklorinasi	Umumnya tidak
Tembus cahaya	Tembus cahaya	Kedap cahaya
Noda	“	“

2.8 Serat Daun Nanas

Tanaman nanas sangat melimpah hasil buahnya dan banyak limbah daun nanas yang dibuang, sehingga sedikit pemanfaatan limbah daun nanas tersebut. Tanaman nanas dewasa dapat menghasilkan 70 - 80 lembar daun dengan kadar air 85%. Serat daun nanas terdiri atas selulosa dan non selulosa dengan cara menghilangkan lapisan luar daun secara mekanik. Lapisan luar daun berupa pelepah yang terdiri atas sel cambium, zat pewarna yaitu klorofil, karoten yang merupakan komponen kompleks dari jenis tanin, serat lignin yang terdapat di bagian tengah daun. Serat yang diperoleh dari serat daun nanas muda relatif lebih rendah dan seratnya lebih pendek dibanding dengan serat daun yang sudah tua (Windra, Sari, dan Okariawan 2019)

Lapisan luar daun berupa pelepah yang terdiri atas sel kambium, zat pewarna yaitu klorofil, xanthophyl dan carotene yang merupakan komponen kompleks dari jenis tanin, serta lignin yang terdapat di bagian tengah daun. Komposit dengan massa serat daun nanas memiliki kuat lentur lentur (Flexural Strength) tertinggi dibandingkan komposit dengan massa 1,2 g dan 1,7g (Tauvana dan Subekti 2020).



Gambar 2. 5 Serat Daun Nanas

(Sumber : Toko Lintang Jagat)

Tabel 2. 4 Komposisi kimia serat daun nanas

(Sumber : Lesiana 2017)

No.	Komposisi kimia	Serat daun nanas (%)
1	Alpha Selulosa	69,5-71,5
2	Pentosan	17-17,8
3	Lignin	4,4-4,7
4	Pektin	1-1,2
5	Lemak dan Wax	3-3,3
6	Abu	0,71-0,87
7	Zat-zat lain (protein, asam organik dll)	4,5-5,3

Tabel 2. 5 Karakteristik Fisik Daun Nanas

(Sumber : Fadilah dan Rizki 2020)

Varietas Nanas	Physical Characteristics		
	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (cm)
Assam Local	75	4,7	0,21
Cayenalisa	55	4,0	0,21
Kallara Local	56	3,3	0,22
Kew	73	5,2	0,25

Mauritus	55	5,3	0,18
Pulmath Local	68	3,4	0,27
Smooth Cayenne	58	4,7	0,21
Valera Moranda	65	3,9	0,23

2.9 Natrium Hidroksida (NaOH)

Natrium Hidroksida (NaOH) disebut juga lindi (lye), dan soda kaustik atau soda api, adalah senyawa anorganik yang memiliki rumus kimia NaOH. NaOH terdiri dari kation natrium Na^+ dan anion hidroksida OH^- dan membentuk senyawa ionic.

Senyawa NaOH" yang tersedia pada pasaran secara komersial adalah senyawa monohidrat, dimana Senyawa NaOH dapat membentuk hidrat dengan rumus kimia $\text{NaOH} \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Senyawa monohidratnya $\text{NaOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ mengkristal dari larutan berair pada rentang suhu antara 12,3 hingga 61,8 °C (Widodo dan Dwiyoga 2022).



Gambar 2. 6 Natrium Hidroksida

(Sumber : Aneka Kimia Toko)

2.10 Fraksi Volume Komposit

Pencampuran kombinasi komposit yang optimum akan menghasilkan sifat material yang baik. Faktor perbandingan matrik dan penguat. Perbandingan ini berapa fraksi volume serat (v) atau fraksi massa serat (w). Berikut persamaan penghitungan fraksi volume serat :

- Volume cetakan (Nanang 2022)

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

Keterangan :

P = panjang (cm)

L = lebar (cm)

T = tinggi (cm)

- Volume serat :

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

Keterangan :

V_f = volume serat (cm³)

v_f = fraksi volume serat (%)

V_c = volume komposit (cm³)

- Massa serat :

$$W_f = p \times v_f$$

Keterangan :

W_f = fraksi berat serat (%)

p = densitas serat (g/cm³)

v_f = volume serat (%)

- Massa jenis titanium *dioxide*

$$p = \frac{m}{V}$$

p = massa jenis (g/cm³)

m = massa (g)

V = volume (cm³)

- Volume resin polyester

$$v_m = v_f \times v_c$$

Keterangan :

v_m = volume matrik (cm³)

v_f = volume serat (cm³)

v_c = volume komposit (cm³)

- Massa matrik

$$W_m = p \times v_m$$

p = massa jenis (g/cm^3)

v_m = volume matrik (cm^3)

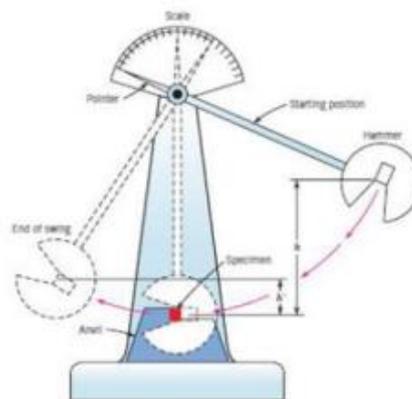
2.11 Pengujian Impact

Pengujian impact menggunakan standar spesimen ASTM D6110. Bertujuan untuk mengetahui kekuatan impact dan fraktur spesimen saat pengujian.



Gambar 2.7 Alat Pengujian Impact Alat pengujian Impact

(Sumber : Lab. Pengujian Bahan Politeknik Negeri Malang)



Gambar 2. 8 Skema Pengujian Impact

Sumber : (Irkham, Subeki, dan Albab 2021)

Dalam pengujian impact dapat dihitung menggunakan rumus :

$$E = m \times g \times R (\text{Cos } \beta - \text{Cos } \alpha) \quad (\text{Nanang, 2022})$$

Keterangan :

E = Energi impact (J)

M = Berat pendulum (kg)

G = Gravitasi (9,8 m/s)

R = Panjang Lengan Pendulum (m)

$\cos \beta$ = Sudut Awal Pendulum ($^{\circ}$)

$\cos \alpha$ = Sudut Akhir Pendulum ($^{\circ}$)

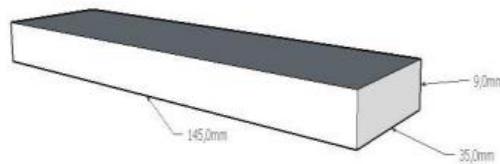
2.12 Pengujian lengkung (*bending test*)

Pengujian bending adalah tegangan bending terbesar yang dapat diterima akibat pembebanan luar tanpa mengalami deformasi atau kegagalan. Dengan pengujian bending, bagian atas spesimen akan mengalami tekanan, dan bagian bawah akan mengalami tegangan tarik (Yulianto dkk. 2022). Pengujian bending dilakukan untuk mengetahui kelenturan dari bahan komposit. Spesimen dibentuk menurut standar ASTM D 790- 02.



Gambar 2.9 Alat Pengujian Bending

(Sumber : Lab. Pengujian Bahan Politeknik Negeri Malang)



Gambar 2. 10 ASTM D 790- 02

Sumber : (Pamungkas, Jokosisworo, dan Santosa 2017)

Dengan rumuas :

Tegangan bending (σb) (Hadi dkk. 2016)

$$\sigma b = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Menentukan Elastissitas bending (E_b) : (Yulianto dkk. 2022)

$$E_b = \frac{L^3P}{4bd^3\delta}$$

Dimana :

σb = Tegangan bending (MPa)

P = Beban (N)

E_b = Modulus elastisitas bending (Gpa)

δ = Defleksi (N/mm)

L = Panjang Span/jarak antara titik tumpuan (mm)

b = Lebar specimen (mm)

d = Tebal specimen (mm)

2.13 Pengujian Sem (*scanning electron microscope*)

Pengujian sem dilakukan bertujuan untuk mengetahui struktur mikro dan ikatan interfacial serat dan matriks. Pengamatan SEM dilakukan dengan pembesaran 320 menggunakan spesimen uji impak tertinggi. Spesimen uji impak kemudian dipotong dengan ukuran 1 cm x 1 cm. (*Scanning electron microscopy*) sem adalah salah satu peralatan yang paling banyak digunakan dalam analisis struktural komposit polimer yang diperkuat serat alami (Sasria 2022).



Gambar 2.11 Alat pengujian Sem (*Scanning electron microscopy*)

(Sumber : Lab. Biosains Universitas Brawijaya Malang)