

BAB II

www.itk.ac.id

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nipah

Indonesia merupakan negara yang terletak di daerah tropis yang memiliki area hutan luas serta mempunyai garis pantai sepanjang ± 81.000 km dimana sebagian besar berupa hutan *mangrove*. Nipah (*Nypa Fruticans*) merupakan salah satu tanaman yang tumbuh subur di daerah tersebut (Megawati, 2017). Rata-rata tanaman nipah ini tidak dibudidayakan melainkan tumbuh secara alami. Beberapa pemanfaatan tanaman nipah seperti daun nipah banyak dimanfaatkan untuk membuat atap rumah dan bahan-bahan kerajinan. Pelepah tanaman nipah banyak digunakan sebagai bahan bakar memasak. Negara Indoneia memiliki luas tanaman nipah yang diperkirakan 700.000 ha dengan rata-rata populasi pohon 8.000/ha dan diperkirakan total populasi nipah di Indonesia mencapai 5.600 juta pohon (Ansory, 2013).

Tumbuhan nipah merupakan jenis palem yang tidak memiliki batang. Tumbuhan ini memiliki akar serabut yang panjang. Batangnya menjalar di tanah membentuk rimpang yang terendam oleh lumpur. Tanaman ini tampak seolah-olah tak berbatang karena hanya daunnya saja yang muncul di atas tanah. Daun mudanya berwarna kuning menyerupai janur kelapa sedangkan daun tuanya berwarna hijau. Berikut adalah taksonomi tanaman nipah:

Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Magnoliophyta*
Kelas : *Liliopsida*
Ordo : *Arecales*
Famili : *Arecaceae*
Genus : *Nypa*
Spesies : *Nypa Fruticans*

Nipah termasuk tumbuhan yang mampu bertahan hidup dalam kondisisi apapun, meskipun tanaman ini tumbuh pada musim kemarau masih tetap mampu

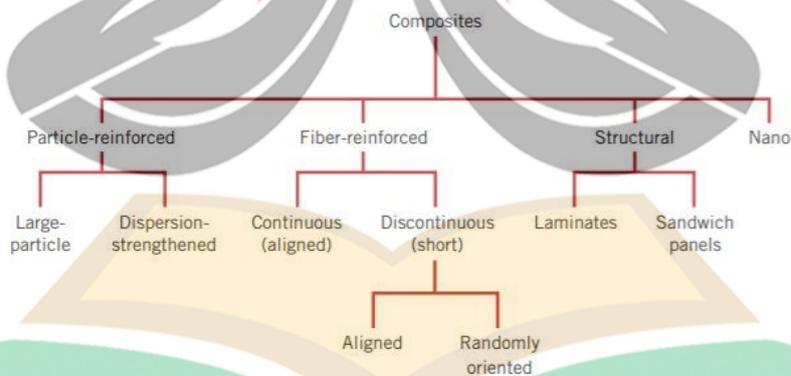
www.itk.ac.id

mempertahankan kehidupannya. Tumbuhan ini juga dapat berkembangbiak secara vegetatif dan dapat menambah populasinya dengan cepat. Nipah merupakan tumbuhan jenis monokotil yang berhabitat dekat tepi laut atau lepas pantai dan dapat dikelompokkan menjadi tanaman hutan *mangrove* (Megawati, 2017).

2.2 Komposit

Definisi komposit secara umum adalah suatu material yang disusun atas campuran dua atau lebih dengan sifat material yang berbeda, untuk menghasilkan suatu material baru yang memiliki sifat mekanik yang diinginkan. Aspal merupakan contoh paling sederhana dari material komposit, aspal tersusun atas campuran dari aspal dan koral. Material-material penyusun pada aspal tersebut memiliki sifat mekanik yang berbeda-beda, namun ketika dicampurkan dengan perbandingan serta teknik tertentu akan menghasilkan aspal dengan kualitas baik.

Komposit dapat di klasifikasikan berdasarkan pada kandungan struktur komponen penyusunnya. Komposit dengan penguat serat disebut *Fibrous*; sedangkan komposit dengan partikel sebagai penguat disebut partikulat. Berikut merupakan klasifikasi komposit dengan polimer sebagai matriks yang ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Klasifikasi Komposit

(Callister, 2014)

Matriks dan penguat (*reinforcement*) merupakan dua tipe material penyusun komposit. Keduanya memiliki fungsi yang berbeda, penguat berfungsi sebagai kerangka material penyusun komposit, sedangkan matriks berfungsi sebagai pengikat serat dan menjaganya agar tidak berubah posisi.

2.2.1 Klasifikasi Penguat

Secara garis besar komposit diklasifikasikan menjadi 4 macam, yaitu:

A. Komposit serat atau *Fiber*

Komposit serat adalah merupakan material komposit yang menggunakan serat sebagai bahan utama penguatnya. Pada umumnya serat yang panjang mempunyai kekuatan yang baik. Komposit serat merupakan jenis komposit terdiri dari satu lamina atau satu lapisan penguat sebagai kerangka komposit. Serat yang digunakan bisa berupa serat sintesis seperti *fiber glass*, serat karbon, *aramid fibers* (*polyaramide*) atau serat alam seperti serat pelepah pisang, sabut kelapa, serat bambu dan semacamnya.

B. Komposit partikel atau *Particulate*

Komposit partikel merupakan material komposit yang menggunakan partikel atau serbuk material sebagai bahan penguat dimana bentuk partikelnya *homogen*, seperti bulat, kotak, serta bentuk-bentuk lainnya. Komposit partikel dapat terbuat dari satu atau lebih material yang kemudian dicampur dengan matriks. Partikel yang digunakan untuk komposit partikel ini dapat berupa logam atau non logam.

C. *Flake Composite*

Komposit *flake* merupakan komposit serpihan. komposit jenis ini terdiri atas penguat yang berbentuk pipih. Tipikal material *flake* umumnya berupa kaca, aluminium, dan perak. komposit ini memiliki beberapa keuntungan berupa modulus *flexural* yang tinggi, kekuatan yang tinggi serta berbiaya produksi yang rendah.

D. Nanokomposit

Nanokomposit terdiri material yang memiliki ukuran dengan skala nanometer (10^{-9}). Rentang ukuran yang bisa diklasifikasikan sebagai nanokomposit jika unsur pembentuknya berukuran kurang dari 100 nm (Kaw, 2006).

2.2.2 Matriks

Komposit polimer mendapatkan namanya sesuai dengan tipe matriks atau pengikat yang digunakan untuk menahan penguat agar tidak berpindah posisi.

Fungsi yang paling utama dari matriks adalah untuk meneruskan pembebanan yang diterima (wessel, 2004). www.itk.ac.id

Berbagai jenis matriks tersedia untuk menyesuaikan karakteristik serat yang dibutuhkan untuk suatu desain, misalnya untuk temperatur yang tinggi, kemudahan dalam proses produksi, keunggulan dalam sifat mekanik. Tabel 2.1 menampilkan beberapa contoh resin sebagai matriks pada komposit

Tabel 2.1 Sifat Mekanik Matriks

| | Epoxy | Poliester | Fenol | Poliamida |
|---|--------------|------------------|--------------|------------------|
| Massa Jenis (g/cm ³) | 1,1 – 1,4 | 1,1 – 1,5 | 1,3 | 1,2 – 1,9 |
| Modulus (GPa) | 2,1 – 6,0 | 1,3 – 4,5 | 4,4 | 3 – 3,1 |
| Kekuatan Tarik (MPa) | 35 - 90 | 45 - 85 | 50 - 60 | 80 - 190 |
| <i>Fracture Toughness</i> | | | | |
| K _{Ic} (MPa m ^{1/2}) | 0,6 – 10,02 | 0,5 | | 0,3 – 0,39 |
| G _{Ic} (kJ/m ²) | | | | |

*)Arwanto, 2012

Resin yang digunakan dalam penelitian ini adalah resin *Unsaturated Polyester Resin (UPR)* seri Yukalac 157® BQTN-EX Series, berikut merupakan spesifikasi resin UPR yang di tunjukkan oleh tabel tabel 2.2 (Handayani, 2016).

Tabel 2. 2 Spesifikasi UPR Yukalac 157® BQTN-EX

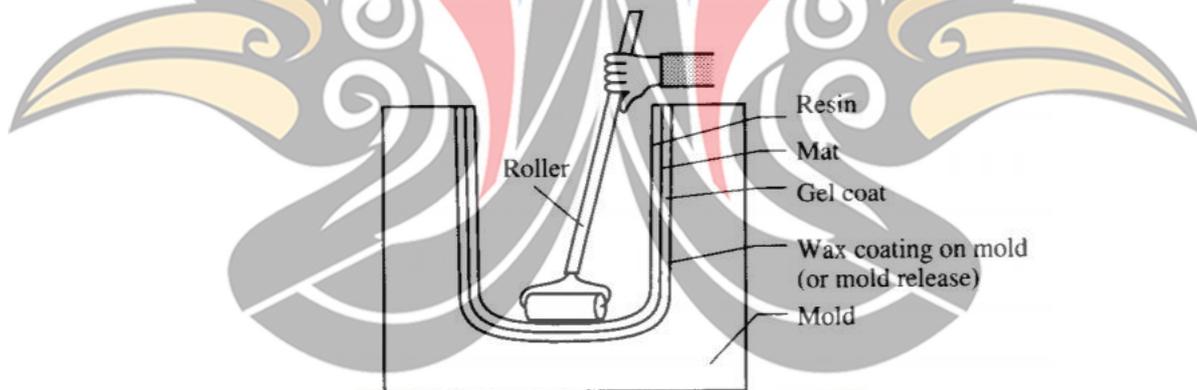
| Item | Satuan | Nilai Tipikal | Catatan |
|-------------------------|--------------------|---------------|---------------------|
| Massa Jenis | g/cm ³ | 1,215 | 25°C |
| Kekerasan | - | 40 | Barol/GYZJ 934-1 |
| Suhu distorsi panas | °C | 70 | |
| Penyerapan air | % | 0,188 | 24 Jam |
| Temperatur (suhu ruang) | % | 0,466 | 7 hari |
| Kekuatan Lentur | Kg/mm ² | 9,4 | - |
| Modulus Lentur | Kg/mm ² | 300 | - |

| Item | Satuan | Nilai Tipikal | Catatan |
|-----------------|--------------------|---------------|---------|
| Daya Rentang | Kg/mm ² | 5,5 | - |
| Modulus Rentang | Kg/mm ² | 300 | - |
| Elongasi | % | 1,6 | - |

*) Handayani, 2016

2.3 *Hand Lay-up*

Proses *hand lay-up* merupakan metode “*open mould*” atau cetakan terbuka dan tertua dari proses manufaktur material komposit dimana prosesnya adalah melaminasi serat secara manual. Metode *hand lay-up* pada dasarnya lebih mengutamakan untuk pembuatan produk yang sederhana dan hanya menuntut satu sisi saja yang memiliki permukaan halus. Berikut merupakan gambaran proses *hand lay-up* yang ditunjukkan oleh gambar 2.2.



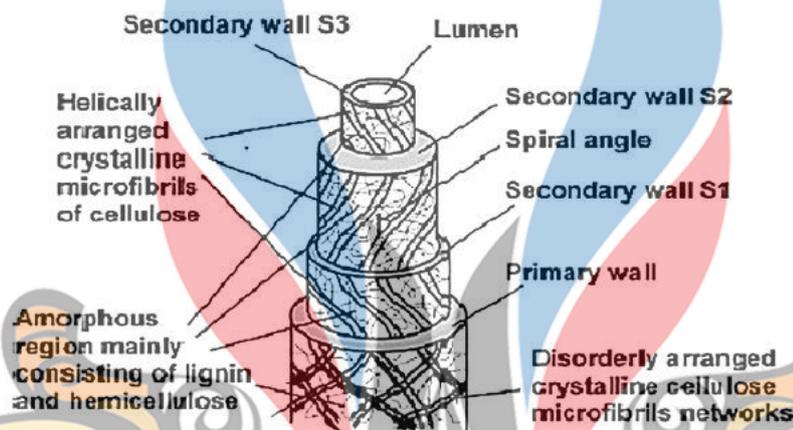
Gambar 2.2 Proses *Hand Lay-Up*

(Gibson, 1994)

Metode *open mould* merupakan teknik yang dilakukan dengan cetakan terbuka. Metode ini dilakukan dengan cara meratakan resin pada bahan penguat dengan menggunakan kuas atau rol. Umumnya metode ini dilakukan untuk proses pembuatan komponen yang besar, seperti lambung kapal, kolam renang, dll (Triyono, 2019).

2.4 Komposisi Serat Alam

Serat alam yang berasal dari tumbuhan umumnya dibentuk oleh selulosa, hemiselulosa, lignin, pektin dan zat lilin. Selulosa merupakan unsur utama pembentuk serat alam dimana selulosa ini yang memberikan kekuatan, stabilitas, dan kekakuan pada serat. Salah satu bagian lain dari polimer adalah hemiselulosa, umumnya hemiselulosa dapat ditemukan pada dinding primer pada fiber seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.3 (Sood, 2017).



Gambar 2. 3 Struktur Penyusun Serat Alam

Selulosa merupakan salah satu senyawa yang melimpah di alam. Selulosa merupakan suatu zat yang menjadi unsur penguat utama pada dinding sel tumbuhan. Bentuk selulosa berupa serat, dimana serat ini memiliki kekuatan mekanik yang tinggi. Selulosa merupakan suatu senyawa yang tersusun atas banyak rantai glukosa atau polisakarida dan memiliki rumus empiris $(C_6H_{10}O_5)_n$.

Tahun 1891 Schulz merupakan orang yang pertama kali mengusulkan nama hemiselulosa hal ini untuk menunjukkan polisakarida yang dapat diekstraksi sebagai larutan alkali. Hemiselulosa merupakan zat heteropolisakarida yang dapat mengandung dua atau lebih monosakarida selain itu hemiselulosa juga termasuk polisakarida yang dapat ditemukan bersama dengan selulosa. Sedangkan lignin merupakan zat yang berfungsi sebagai pengikat (Bahri, 2015).

2.5 Alkalisasi

Komponen utama molekul kayu adalah selulosa, hemiselulosa dan lignin. selulosa merupakan suatu senyawa yang tersusun atas banyak rantai glukosa atau

polisakarida dan memiliki struktur kristalin, struktur hemiselulosa adalah non-kristalin dan tidak berupa serat, sedangkan lignin merupakan zat yang tak berbentuk. Serat memiliki sifat alami yakni *hydrophilic* (suka terhadap air) sedangkan matriks bersifat *hydrophobic* (tidak menyukai air). Perlakuan alkali pada serat dapat mengurangi sifat *hydrophilic* (Arsyad, 2017).

Untuk mendapatkan ikatan yang kuat antara matriks dan serat maka perlu dilakukan rekayasa pada salah satu bahan, dalam konteks ini adalah serat. Rekayasa yang dapat dilakukan dapat berupa merubah permukaan serat untuk meningkatkan ikatan antara serat dan matriks. Alkalisasi pada serat alam adalah metode yang umum digunakan untuk menghasilkan serat yang baik. Persamaan 2.1 merupakan gambaran dari reaksi alkalisasi.

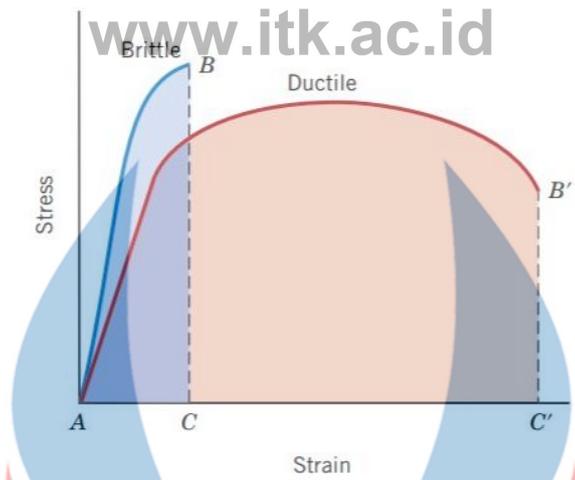


(Maryanti, 2011)

Proses alkalisasi merupakan proses perendaman serat ke dalam larutan basa alkali. Natrium hidroksida atau biasa disebut NaOH merupakan salah satu basa alkali yang umum digunakan. NaOH murni berbentuk serpihan padat berwarna putih. NaOH mudah larut dalam air. Fungsi perendaman serat ke dalam larutan basa alkali adalah untuk menghilangkan zat lilin seperti hemiselulosa, lignin atau pektin. Pengurangan zat lilin ini dapat meningkatkan kekasaran permukaan serat (Maryanti, 2011).

2.6 Uji Tarik

Banyak cara yang dapat dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik suatu material salah satu pengujiannya adalah Uji Tarik. Dengan menarik suatu bahan maka akan diketahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan juga mengetahui sampai sejauh mana material itu bertambah panjang. Pada pengujian ini, spesimen uji diberikan pembebanan gaya yang sesumbu dimana pembebanannya bertambah secara kontinyu, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan pada perpanjangan yang dialami benda uji. Berikut merupakan grafik tegangan regangan yang ditunjukkan oleh gambar 2.4.



Gambar 2.4 Grafik Tegangan Regangan (Calister, 2014)

Stress adalah tegangan yang terjadi pada spesimen uji ketika pembebanan diberikan sedangkan *strain* adalah regangan atau persentase perpanjangan spesimen uji. Hubungan antara *stress* dan *strain* dapat dirumuskan sebagai berikut:

A. *Stress*

$$\sigma = \frac{F}{A} \tag{2.2}$$

(Prasetyo, 2015)

B. *Strain*

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \tag{2.3}$$

(Prasetyo, 2015)

C. Modulus Elastisitas

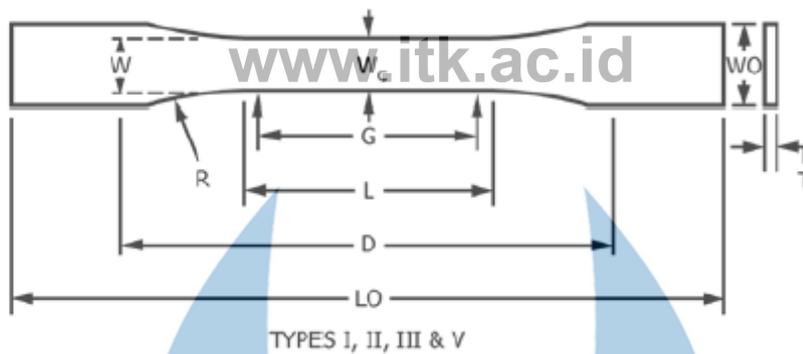
$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \tag{2.4}$$

(Prasetyo, 2015)

Dimana E adalah Modulus Elastisitas, σ adalah tegangan tarik, dan ε adalah *Strain*. Pada pengujian uji Tarik, bentuk dari spesimen ini disesuaikan dengan ASTM (*American Standard Testing and Material*) D638-14. Bentuk dan dimensi dari spesimen uji dapat dilihat pada tabel 2. 3 dan gambar 2. 5, berikut tabel dan gambar:

Tabel 2. 3 Dimensi spesimen menurut ASTM D638-14

| Dimension | www.itk.ac.id | | | | | Tolerances |
|-----------|-------------------|--------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------|
| | 7 (0.28) or under | | Over 7 to 14 (0.28 to 0.55) | | 4 (0.16) Or under | |
| | Type I | Type II | Type III | Type IV ^B | Type V ^{CD} | |
| W | 13 (0,50) | 6 (0,25) | 19 (0,75) | 6 (0,25) | 3,18 (0,125) | ± 0,5 (±0,02) ^{B,C} |
| L | 57 (2,25) | 57 (2,25) | 57 (2,25) | 33 (1,30) | 9,53 (0,375) | ± 0,5 (±0,02) ^C |
| WO | 19 (0,75) | 19 (0,75) | 29 (1,13) | 19 (0,75) | ... | + 6,4 (+ 0,25) |
| WO | ... | ... | ... | ... | 9,53 (0,375) | + 3,18 (+ 0,125) |
| LO | 165 (6,5) | 183 (7,2) | 246 (9,7) | 115 (4,5) | 63,5 (2,5) | no max (no max) |
| G | 50 (2,00) | 50 (2,00) | 50 (2,00) | ... | 7,62 (0,300) | ± 0,25 (± 0,010) ^C |
| G | ... | ... | ... | 25 (1,00) | ... | ± 0,13 (± 0,005) |
| D | 115 (4,5) | 135 (5,3) | 115 (4,5) | 65 (2,5) | 25,4 (1,0) | ± 5 (± 0,2) |
| R | 76 (3,00) | 76 (3,00) | 76 (3,00) | 14 (0,56) | 12,7 (0,5) | ± 1 (± 0,04) ^C |
| RO | ... | ... | ... | 25 (1,00) | ... | ± 1 (± 0,04) |



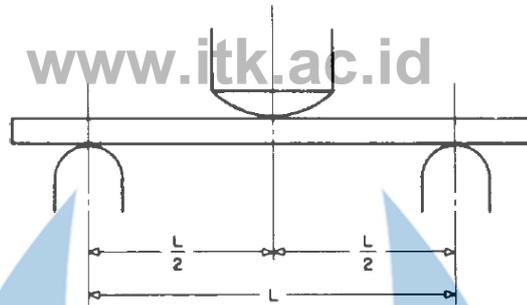
Gambar 2.5 Sketsa Spesimen Benda Uji Tarik (ASTM D638, 2014)

Dimana:

- W : Lebar *Gage*
- WO : Lebar spesimen keseluruhan
- R : Radius *fillet*
- G : Panjang *Gage*
- L : Panjang
- D : Jarak antara *grips*
- LO : Panjang spesimen keseluruhan

2.7 Uji Lentur

Untuk mengetahui kekuatan lengkung pada material maka perlu melakukan pengujian pada material tersebut. Kekuatan lentur ialah kemampuan suatu material untuk menerima pembebanan tanpa mengalami perubahan fisik atau berdeformasi. Efek yang terjadi akibat pengujian lentur, pada salah satu sisi spesimen akan mengalami tekanan, sedangkan pada sisi lainnya spesimen akan mengalami tegangan tarik hal ini dikarenakan adanya pembebanan yang diterima oleh spesimen tetapi hanya diterima pada satu sisi saja. Umumnya kegagalan yang terjadi akibat pengujian ini akan mengalami fraktur pada salah satu sisi suatu spesimen yang disebabkan karena tidak mampu menahan tegangan tarik yang diterima.



Gambar 2.6 Pengujian Lentur
(ASTM D790, 2001)

Pada gambar 2.6 dapat dilihat skema pengujian lentur. Kekuatan lentur suatu material dapat ditentukan dengan persamaan 2.4

$$\sigma_f = \frac{3 PL}{2bd^2} \quad (2.5)$$

(ASTM D790, 2001)

Dimana:

σ_f = Tegangan lentur (MPa)

P = Gaya pembebanan (N)

L = Jarak antar tumpuan (mm)

b = Lebar spesimen (mm)

d = Tebal spesimen (mm)

untuk nilai regangan lentur digunakan persamaan 2.5:

$$\epsilon_b = \frac{6Dd}{L^2} \quad (2.6)$$

(ASTM D790, 2001)

Dimana:

ϵ_b = Regangan

D = Defleksi maksimum (mm)

L = Panjang span (mm)

d = Tebal spesimen (mm)

Untuk nilai modulus elastisitas lentur digunakan persamaan berikut:

$$E_B = \frac{l^3 m}{4bd^3} \quad (2.7)$$

(ASTM D790, 2001)

Dimana:

E_b = Modulus Elastisitas Lentur (MPa)

- L = Panjang span (mm)
 b = Lebar spesimen (mm)
 d = Tebal spesimen (mm)
 m = *Slope tangent* pada kurva beban defleksi (N/mm)

2.8 Komposisi Matriks dan Fiber

Sebelum proses pembuatan komposit dilakukan tentu perlu dilakukan adanya perhitungan untuk mempermudah pembuatan komposit. Berikut merupakan rumus perhitungan komposisi matriks dan fiber:

A. Massa Jenis Serat (ρ)

$$\text{Specific Gravity} = \frac{\rho_{zat}}{\rho_{H_2O}} \quad (2.8)$$

(Pritchard, 2011)

B. Volume Cetakan komposit (v_c)

$$V_c = a \times b \times c \quad (2.9)$$

C. Massa Jenis Komposit (ρ_c)

$$\rho_c = \rho_f V_f + \rho_m V_m \quad (2.10)$$

D. Fraksi Massa Serat dan Resin

Fraksi Massa Serat (W_f)

$$W_f = \frac{\rho_f}{\rho_c} V_f \quad (2.11)$$

Fraksi Massa Matriks (W_m)

$$W_m = \frac{\rho_m}{\rho_c} V_m \quad (2.12)$$

E. Volume dan Massa Serat dan Matriks

Perhitungan volume serat

$$v_f = V_f v_c \quad (2.13)$$

Perhitungan massa serat

$$W_f = \rho_f v_f \quad (2.14)$$

Perhitungan volume matriks

$$v_m = V_m v_c \quad (2.15)$$

Perhitungan massa matriks

$$W_m = \rho_m v_m \quad (2.16)$$

2.7 Penelitian Terdahulu

Berikut merupakan rangkuman hasil penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang telah dilakukan:

Tabel 2. 4 Abstraksi Penelitian Terdahulu

| No | Nama dan Tahun Publikasi | Hasil |
|----|--|---|
| 1 | Budha Maryanti, A. As'ad Sonief, Slamet Wahyudi, 2011 | Hasil: Nilai optimum untuk kekuatan Tarik pada variasi persentase konsentrasi NaOH 5% dengan kekuatan Tarik 97.356 N/mm ² . |
| 2 | Erdinanto Eko Ahaddin, Moh. farid, Vania Mitha Pratiwi, 2016 | Hasil: Seiring dengan penambahan fraksi massa serat maka nilai kekuatan lentur dan sifat fisik komposit akan meningkat, nilai kekuatan lentur tertinggi berada pada fraksi massa 15% dengan nilai 19.142 MPa. |
| 3 | Nasmi Herlina Sari, Jauhari Fajrin, 2018 | Hasil: Kekuatan Tarik komposit meningkat secara signifikan dengan merendam serat dalam kimia NaOH lebih lama. Sedangkan kekuatan lentur komposit menurun. |
| 4 | Kabiru Mustapha, Sefiu Adekunle Bello, Yiporo Danyuo, Tobi Oshifowara, 2018 | Hasil: Berdasarkan hasil penelitian, <i>tensile strength</i> dan modulus elastisitas memiliki hasil optimum pada fraksi massa 90:10. |
| 5 | Yudha Yoga pratama, R. Hari Setyanto dan Ilham Priyadythama, 2014 | Hasil: Waktu perendaman alkali, panjang serat, dan fraksi volume mempengaruhi kekuatan tarik |

| No | Nama dan Tahun Publikasi | Hasil |
|----|--|--|
| 6 | Totok Suwanda dan M. Budi Nur Rahman, 2010 | Hasil: Lama perlakuan alkali menurunkan nilai tegangan <i>bending</i> dan regangan <i>bending</i> . Tegangan <i>bending</i> tertinggi sebesar 70,39 MPa pada variasi tanpa perendaman. |
| 7 | M Arsyad, R Soenoko, dan N Wahyuni, 2019 | Hasil: Waktu perendaman alkali dapat mengurangi kadar hemiselulosa dan selulosa pada serat kelapa dengan nilai optimum kekuatan tarik sebesar 223,907 N/mm ² pada 7 jam perendaman. |

Tabel 2. 5 Matriks Perbandingan Penelitian Terdahulu

| No | Nama dan Tahun Publikasi | Fiber | Resin | Alkali | Waktu Perendam an | Perbandingan Fraksi Serat dan Resin |
|----|--|----------------------------|--|-----------------------|-------------------------|---|
| 1 | Budha Maryanti, A. As'ad Sonief, Slamet Wahyudi, 2011 | Serat kelapa | Poliester | NaOH (0%, 2%, 5%, 8%) | 1 jam | 30% : 70% |
| 2 | Erdinanto Eko Ahaddin, Moh. farid, Vania Mitha Pratiwi, 2016 | Serat Bambu (Serat Pendek) | <i>Polyuret hane</i> | NaOH (5%) | 24 jam | 5% : 95% 10% : 90% 15% : 85% |
| 4 | Kabiru Mustapha, Sefiu Adekunle Bello, Yiporo Dany, 2018 | Serat kelapa (10mm) | <i>Polyethy lene</i> Plastik Bekas | - | - | 100% : 0% 95% : 5% 90% : 10% 85% : 15% |

| No | Nama dan Tahun Publikasi | Fiber | Resin | Alkali | Waktu Perendaman | Perbandingan Fraksi Serat dan Resin |
|----|--------------------------|----------------------------|-----------|-----------|-------------------------|-------------------------------------|
| 5 | Naufal Panji H 2020 | Serat Pelepah Nipah (10mm) | Poliester | NaOH (5%) | 0 jam 2 jam 4 jam | 90% : 10% |



www.itk.ac.id