

BAB II

DASAR TEORI

2.1 *Wood Plastic Composite (WPC)*

Komposit berasal dari kata *to compose* yang artinya menyusun/menggabungkan. Komposit dapat diartikan sebagai kombinasi dari dua atau lebih bahan yang digabungkan menjadi satu dengan setiap bahan memiliki sifat mekanik yang berbeda untuk membentuk material baru dengan sifat yang lebih baik (Matthew dan Rawlings, 1994). Komposit tersusun oleh dua jenis material pembentuk yang berbeda yaitu, matriks yang berfungsi sebagai pengikat dan *reinforcement* yang berfungsi sebagai penguat (Septiari, 2014).

Wood Plastic Composite (WPC) memiliki sifat yang menarik seperti kinerja jangka panjang, ringan, hemat biaya, fleksibilitas bentuk, dan ramah lingkungan. Keuntungan lain dari penggunaan WPC adalah ketahanannya terhadap kerusakan biologis terutama untuk aplikasi luar ruangan. WPC telah digunakan dalam banyak aplikasi teknis seperti otomotif, bidang kedirgantaraan, dan aplikasi struktur bangunan. Aplikasi konstruksi utama WPC meliputi sistem atap, dinding, lantai, balok, kolom, dan sebagainya (Jamili, 2019).

Berdasarkan kerapatannya papan partikel dikelompoknya menjadi 3 jenis yaitu papan partikel kerapatan rendah, papan partikel kerapatan sedang, dan papan partikel kerapatan tinggi. Untuk papan partikel kerapatan rendah dengan kerapatan kurang dari $0,40 \text{ g/cm}^3$, cocok digunakan untuk pembuatan furnitur karena tidak membutuhkan kekuatan yang besar karena sifatnya rapuh. Papan partikel kerapatan sedang memiliki kerapatan berkisar antara $(0,40-0,80) \text{ g/cm}^3$, umumnya untuk bagian atas meja, rak buku, dan lemari menggunakan jenis papan ini. Sedangkan untuk papan partikel kerapatan tinggi memiliki kerapatan berkisar antara $(0,80-1,05) \text{ g/cm}^3$, dapat digunakan untuk keperluan struktural maupun kebutuhan lain dimana memerlukan papan yang kuat dalam menahan beban (Maiwita, 2014).

2.2 Kayu Lamtoro (*Leucaena leucocephala*)

Pohon lamtoro termasuk ke dalam kelompok polong-polongan, yang memiliki kemampuan tumbuh lebih cepat bahkan di daerah rawan kekeringan atau semi kering. Pohon lamtoro dapat dimanfaatkan untuk papan partikel, pulp, dan sebagai sumber biomassa (Sa'ad, 2019). Biomassa adalah bahan organik yang berasal dari makhluk hidup, termasuk tanaman, hewan, dan mikroba. Penampakan pohon lamtoro dapat terlihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Pohon Lamtoro

Kayu lamtoro dapat juga digunakan sebagai sumber kayu alternatif dalam industri kayu (terutama untuk papan partikel) karena berkurangnya pasokan kayu karet. Spesies lamtoro adalah spesies pohon yang memiliki tingkat pertumbuhan yang cepat dengan siklus rotasi kurang lebih 2 tahun (Sa'ad, 2019). Spesies ini berasal dari Amerika Tengah dan telah ditanam di banyak negara tropis seperti Asia Tenggara dan Afrika sebagai pohon peneduh untuk tanaman komersial, pertanaman lorong atau wanatani untuk produksi kayu (Mahindre, 2018). Wanatani adalah bagian dari bentuk konservasi lahan, memadukan tanaman pangan dengan tanaman pohon-pohonan dalam suatu lahan yang ditanam secara bersama-sama maupun secara bergantian.

Pohon lamtoro disebut juga sebagai pohon keajaiban karena seluruh bagian pohon dapat dimanfaatkan sepenuhnya. Pohonnya dapat digunakan sebagai penahan angin, dan daunnya dimanfaatkan untuk pakan ternak ruminansia seperti sapi. Beberapa penelitian juga telah menunjukkan bahwa biji dan buah pohon lamtoro yang telah direbus dan diminum dapat bermanfaat untuk mengobati penyakit diabetes (Rahman, 2018). Pohon lamtoro dapat tumbuh baik di lingkungan dengan curah hujan tinggi serta kondisi yang panas, lembab, dan tidak terlalu dingin. Sehingga dapat memberikan solusi cepat untuk kebutuhan bahan baku pembuatan papan partikel (Rahman, 2019).

Pohon lamtoro adalah tanaman yang tumbuh cepat dengan kerapatan kayu berkisar antara 600-1000 kg/m³, dengan tekstur kayu yang keras dan berat serta getah kayu berwarna kuning muda dan empulurnya berwarna kuning coklat sampai coklat tua (Marzuki, 2011). Kayu lamtoro merupakan salah satu bahan berligniselulosa yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan papan partikel. Kayu karet yang berwarna krem muda-pucat akan menghasilkan warna papan yang lebih terang ketika dicampur dengan kayu lamtoro yang berwarna krem. Sehingga pencampuran kayu karet dan kayu lamtoro tidak akan menyebabkan perbedaan warna yang mengkhawatirkan pada tampilan papan partikel/panel (Rahman, 2018).

Di Indonesia pemanfaatan kayu lamtoro sebagai bahan baku pembuatan papan partikel masih sangat jarang digunakan. Beberapa karakteristik yang terkandung dalam kayu lamtoro yang menjadikannya cocok untuk digunakan sebagai bahan baku untuk industri pulp dan kertas adalah karena struktur kayu yang berpori, ringan, serat lebih panjang, holoselulosa tinggi, dan kadar lignin rendah (Pandey, 2013).

2.3 Plastik Polipropilena (PP)

PP adalah jenis *thermoplastic* yang pengaplikasiannya sangat luas karena prosedur pengolahannya yang sangat mudah dengan berbagai macam cara, antara lain proses cetakan, ekstrusi, film, dan serat (Basyarahil, 2017). *Thermoplastic* adalah jenis plastik yang akan melunak jika dipanaskan dan akan mengeras jika didinginkan serta proses ini dapat terjadi berulang kali. *Thermoplastic* memiliki

sifat tahan panas (isolator) yang baik, memiliki ketahanan hingga temperatur 260°C, mudah dibentuk serta tahan terhadap korosi dalam larutan alkali (NaOH) dengan konsentrasi 5% (Saalino, 2019). Plastik PP banyak diterapkan pada produk seperti, kemasan makanan, sepatu, sandal, mebel, dan lain-lain. Keistimewaan PP yaitu kuat, keras tetapi fleksibel, stabil terhadap suhu tinggi, dan cukup mengkilap, tidak jernih namun tembus cahaya serta tahan terhadap bahan kimia, panas, dan minyak (Najafi, 2013).

Beberapa kelebihan yang dimiliki oleh PP adalah memiliki kerapatan yang rendah, tahan terhadap suhu tinggi jika dibandingkan dengan *Polyethylene*, dan mempunyai sifat mekanik yang baik (Basyarahil, 2017). PP memiliki titik lebur sekitar 160°C, sedangkan titik kristalisasinya berkisar antara 130–200°C. PP memiliki tingkat resistivitas atau ketahanan (*chemical resistance*) yang tinggi terhadap bahan kimia namun daya tahan terhadap pukulan (*impact strength*) relatif rendah (Mujiarto, 2005). Plastik PP memiliki nilai konduktivitas termal sebesar 0,12 W/m°C, tegangan permukaan yang kecil, kekuatan benturan yang besar, memiliki ketahanan terhadap pelarut organik, bahan kimia anorganik, uap air, asam dan basa, memiliki sifat isolator tapi bisa dirusak oleh asam nitrat pekat, dan mudah terbakar dengan nyala api yang kecil (Sidik, 2018). Karakteristik sifat fisik PP dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Karakteristik sifat fisik PP (Mujiarto, 2005)

Sifat Fisik	Nilai
<i>Tensile strength</i> (Psi)	4300-5500
<i>Elongation</i> (%)	200-700
Kerapatan (g/cm ³)	0,855
<i>Impact strength</i> (ft-lb)	0,5-2
Titik kristalisasi (°C)	130-200
Titik leleh (°C)	~160
Indeks bias	1,49

Dalam penelitian ini digunakan plastik *polypropylene* (PP), yang diperoleh dari limbah plastik air mineral gelas kemasan 240 ml sebagai perekat, dapat dilihat pada Gambar 2.2. Alasan digunakan perekat ini, karena tidak menciptakan emisi formaldehida seperti perekat lain pada umumnya. Selain itu, bentuk dan skala

ketebalan plastik air mineral gelas cukup baik untuk digunakan sebagai perekat pada pembuatan WPC. Menurut Septiari (2014) terdapat beberapa keuntungan jika digunakan limbah plastik sebagai perekat dalam pengolahan papan partikel yaitu, papan partikel yang diproduksi tahan terhadap perubahan iklim, tidak basah sehingga tidak mudah jamur.



Gambar 2.2 Air mineral gelas (jenis polimer PP)

2.4 Konduktivitas Termal

Pada dasarnya transfer panas atau perpindahan panas dapat terjadi karena adanya perbedaan suhu antara dua medium yang berbeda. Jika dua buah benda dengan suhu yang berbeda didekatkan, maka akan terjadi perpindahan kalor (panas), dimana panas akan berpindah dari benda yang bersuhu tinggi menuju benda yang suhunya lebih rendah sampai terjadi kesetimbangan termal. Berdasarkan cara penghantaran, perpindahan panas dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi. Perpindahan panas secara konduksi artinya perpindahan panas yang terjadi akibat adanya perbedaan suhu di antara dua medium yang berbeda tanpa disertai dengan perpindahan material penghantarnya. Persamaan untuk menentukan laju perpindahan panas secara konduksi berdasarkan pada hukum *Fourier* (Aryoga, 2017):

$$q = -k.A \left(\frac{dT}{dx} \right) \quad (2.1)$$

Keterangan:

q = laju perpindahan panas (watt)

k = konduktivitas bahan ($\text{W}/\text{m}^\circ\text{C}$)

A = luas permukaan perpindahan panas (m^2)

$\frac{dT}{dx}$ = gradien suhu ($/\text{m}^\circ\text{C}$)

Tanda minus (-) dalam persamaan tersebut sesuai dengan Hukum II Termodinamika, yaitu kalor akan berpindah dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah (Pratama, 2016). Konduktivitas termal adalah suatu koefisien yang menyatakan kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan panas. Selain itu konduktivitas termal dapat juga diartikan sebagai jumlah panas/kalor yang dapat berpindah secara konduksi dalam suatu penampang tertentu yang disebabkan oleh adanya perbedaan suhu dalam satu satuan waktu (Maiwita, 2014). Nilai konduktivitas termal satu material dengan material yang lainnya pastinya berbeda. Hubungan nilai konduktivitas termal dengan kemampuan suatu material untuk menghantarkan panas ialah berbanding lurus, maksudnya jika nilai konduktivitas termal suatu material semakin tinggi, maka kemampuan material tersebut dalam menghantarkan panas akan semakin baik.

Bahan yang memiliki nilai konduktivitas besar disebut juga sebagai bahan konduktor, sedangkan untuk bahan isolator adalah bahan yang memiliki nilai konduktivitas termal rendah. Material yang tergolong ke dalam bahan konduktor meliputi sebagian besar logam, sedangkan untuk bahan isolator contohnya kayu, wol, *fiberglass*, dan plastik (Pratama, 2016). Jika nilai konduktivitas termal suatu bahan $k > 4,15 \text{ W}/\text{m}^\circ\text{C}$, maka bahan dapat dikatakan sebagai bahan konduktor sedangkan bahan isolator memiliki nilai konduktivitas termal sebesar $0 < k \leq 4,15 \text{ W}/\text{m}^\circ\text{C}$ (J.P. Holman, 1993). Konduktivitas termal suatu material dapat ditentukan berdasarkan persamaan (Pratama, 2016):

$$k = \frac{M_{es} K_l h}{A \Delta T \Delta t} \quad (2.2)$$

keterangan:

k = konduktivitas termal ($\text{W}/\text{m}^\circ\text{C}$)

h = ketebalan material (m)

A = luas permukaan (m^2)

M_{es} = massa es (kg)

K_l = kalor lebur es (80 kal/gram)

ΔT = perbedaan temperatur kedua sisi material ($^{\circ}C$)

Δt = selang waktu selama terjadinya kontak termal (s)

Untuk menghitung konduktivitas termal dari setiap sampel yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini menggunakan persamaan (Maiwita, 2014):

$$k = \frac{R_0 \left(80 \frac{\text{kal}}{\text{gram}} \right) h}{A \Delta T} \quad (2.3)$$

keterangan :

k = konduktivitas termal ($W/m^{\circ}C$)

h = ketebalan material (m)

A = luas permukaan perpindahan penampang (m^2)

ΔT = perbedaan temperatur kedua sisi material ($^{\circ}C$)

R_0 = laju pada es yang melebur (gram/s)

Koefisien konduktivitas termal berguna untuk menentukan jenis material, apakah termasuk bahan konduktor atau isolator. Hal ini karena koefisien konduktivitas termal dapat juga diartikan sebagai laju panas pada benda dengan gradien temperatur (Maiwita, 2014).

Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi besar kecilnya nilai konduktivitas termal suatu material diantaranya temperatur, kandungan air, porositas, dan kerapatan (Aryoga, 2017).

a. Temperatur

Sebenarnya suhu tidak terlalu mempengaruhi nilai konduktivitas termal. Akan tetapi secara umum suhu berbanding lurus dengan konduktivitas termal. Jadi semakin tinggi suhu material tersebut maka nilai konduktivitas termal material juga akan semakin besar (Maiwita, 2014).

b. Kandungan air

Konduktivitas termal akan semakin besar nilainya seiring dengan bertambahnya kelembaban (Aryoga, 2017). Menurut Wicaksono (2006) nilai

konduktivitas termal akan semakin besar jika kandungan air di dalam sampel tersebut banyak. Sehingga dalam rentang waktu yang lama sifat penghantar termal pada sampel akan semakin baik jika terjadi akumulasi kondensasi di dalam pori-pori sampel.

c. Porositas dan kerapatan

Kerapatan merupakan suatu ukuran kepadatan partikel. Kerapatan sangat dipengaruhi oleh suhu dan tekanan. Kerapatan adalah suatu ciri khas dari material, kerapatan papan memiliki hubungan sebanding dengan kekuatan papan tersebut. Jadi semakin rendah nilai kerapatan suatu material maka kekuatan dari papan tersebut juga akan semakin rendah (Pratama, 2016). Porositas adalah ukuran ruang kosong di antara material dan merupakan fraksi dari volume ruang terhadap total volume yang bernilai antara 0 dan 1, atau sebagai persentase 0-100%. Porositas dan kerapatan suatu sampel dapat dihitung menggunakan persamaan (Yunita, 2017):

$$P = \frac{m_b - m}{V} \cdot \frac{1}{\rho_a} 100\% \quad (2.4)$$

keterangan:

P = porositas sampel (%)

m_b = massa basah sampel setelah direndam 24 jam (g)

m = massa sampel kondisi kering (g)

V = volume sampel (cm³)

ρ_a = massa jenis air (1 g/cm³)

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2.5)$$

keterangan:

ρ = kerapatan (g/cm³)

m = massa sampel (g)

V = volume total sampel (cm³)