

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Papan Partikel (*Particle Board*)**

Papan partikel adalah salah satu jenis produk komposit/panel kayu yang terbuat dari partikel-partikel kayu atau bahan-bahan yang berlignoselulosa lainnya, yang diikat dengan perekat atau bahan pengikat lain kemudian dikempa panas (Muzata, 2015). Papan partikel umumnya berbentuk datar dengan ukuran relatif panjang, lebar, dan tipis sehingga disebut panel (Fathanah & Sofyana, 2013). Menurut Haygreen dan Bowyer (1989) ukuran ideal partikel untuk papan partikel adalah 0,5 – 1 in dan tebal 0,010 - 0,015 in.



Gambar 2.1 Papan Partikel  
*Sumber: Harwanda, 2015*

#### **2.2 Huruf Timbul Komposit**

Huruf timbul adalah jenis tulisan yang dibentuk seperti relief sehingga terbentuk seperti 3 dimensi. Biasanya huruf timbul digunakan sebagai papan nama perusahaan, instansi dan merk suatu produk. Jenis ini lebih diminati karena menimbulkan efek nyata dan lebih memberi kesan dari yang memakainya. Sehingga ketika melihat, kita mengetahui seperti apa perusahaan atau instansi tersebut dari jenis tulisannya. Selain itu, huruf timbul terlihat lebih elegan dibandingkan tulisan satu dimensi.

#### **2.3 Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)**

TKKS merupakan bahan sisa berserat yang dihasilkan dari proses pemipilan buah sawit yang telah melalui proses perebusan. Jumlah tandan kosong yang biasa dihasilkan dari pabrik sawit cukup besar, dapat mencapai 23 persen dari bobot tandan buah segar (Jatmiko, 2006). Menurut Roza (2009), jumlah

tandan buah segar sawit adalah 15 ton/ha. Dengan demikian dapat diketahui potensi TKKS mencapai 3,45 ton/ha. TKKS dapat dilihat pada Gambar 2.2.

Satu ton tandan buah segar (TBS) yang diolah akan menghasilkan minyak sawit sebanyak 0,21 ton serta inti sawit sebesar 0,05 ton, sisanya merupakan limbah dalam bentuk tandan buah kosong, serat dan cangkang biji yang jumlahnya masing-masing sekitar 23%; 13,5% dan 5,5% dari tandan buah segar (Siswanto, 2006).

Kandungan kimiawi pada tandan kosong kelapa sawit dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.1 Kandungan Kimiawi pada TKKS

<b>Komposisi</b>	<b>Kadar (%)</b>
Lignin	25,83
Holosekulosa	56,49
Selulosa	33,25
Hemiselulosa	23,24
Zat Ekstraktif	12,75

Sumber: Slamet, 2013

Sedangkan unsur organik yang terkandung dalam tandan kosong sawit yaitu sebanyak 42,800% unsur C; 2,285% unsur K; 0,350% unsur N; 0,175% unsur Mg; 0,149% unsur Ca; dan 0,028% unsur P (Jatmiko, 2006).



Gambar 2.2 Tandan Kosong Kelapa Sawit

## 2.4 Serbuk Kayu Jati

Serbuk gergaji adalah serbuk kayu berasal dari kayu yang dipotong dengan gergaji. Serbuk gergaji kayu jati mengandung komponen utama :

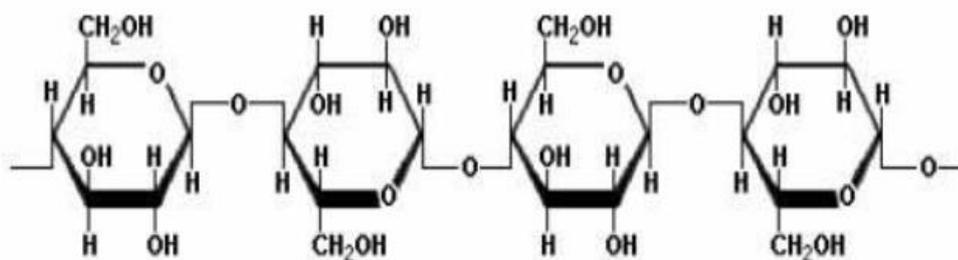
### 1. Selulosa

Merupakan komponen kayu terbesar (45%) yang terdapat hampir pada semua jenis kayu. Selulosa merupakan polimer linier dengan berat molekul tinggi

yang tersusun seluruhnya atas  $\beta$ -D-glukosa. Karena sifat-sifat kimia dan fisiknya maupun struktur supramolekulnya, maka ia dapat memenuhi fungsinya sebagai komponen struktur utama dinding sel.

Selulosa mengandung sekitar 50-90% bagian berkrystal dan sisanya bagian amorf. Selulosa hampir tidak pernah ditemui dalam keadaan murni di alam, melainkan selalu berikatan dengan bahan lain seperti lignin dan hemiselulosa. Selulosa terdapat dalam tumbuhan sebagai bahan pembentuk dinding sel dan serat tumbuhan. Molekul selulosa merupakan mikrofibril dari glukosa yang terikat satu dengan lainnya membentuk rantai polimer yang sangat panjang. Adanya lignin serta hemiselulosa di sekeliling selulosa merupakan hambatan utama untuk menghidrolisis selulosa (Slamet, 2013).

Selulosa merupakan polisakarida yang terdiri atas satuan-satuan dan mempunyai massa molekul relatif yang sangat tinggi, tersusun dari 2.000-3.000 glukosa. Rumus molekul selulosa adalah  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . Selulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel tanaman yaitu senyawa polimer glukosa yang tersusun dari nit-unit  $\beta$ -1,4-glukosa yang dihubungkan dengan ikatan  $\beta$ -1,4 Dglikosida (sixta, 2006). Struktur kimia selulosa dapat dilihat pada Gambar 2.3.



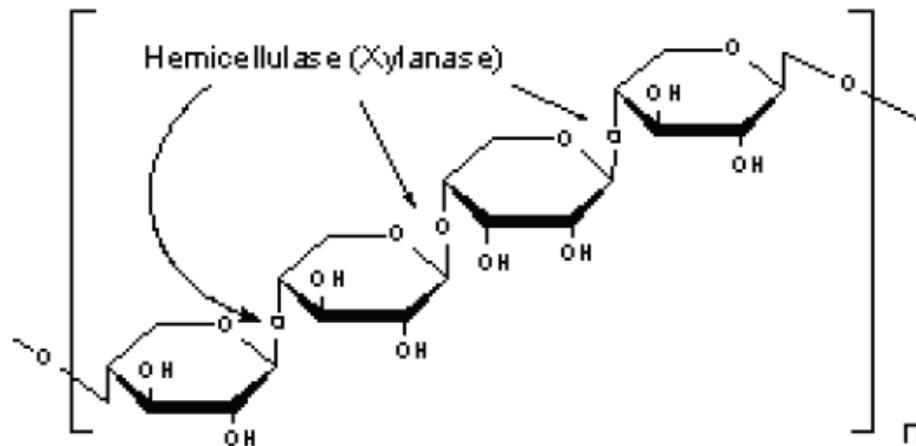
Gambar 2.3 Struktur Kimia Selulosa

*Sumber: sixta, 2006*

## 2. Poliosa (hemiselulosa)

Poliosa sangat dekat asosiasinya dengan selulosa dalam dinding sel. Lima gula netral yaitu heksosa-heksosa glukosa, manosa, galaktosa, pentosa-pentosa xilosa dan arabinosa merupakan konstituen utama poliosa. Sejumlah poliosa mengandung senyawa tambahan asam uronat. Rantai molekulnya jauh lebih pendek bila dibandingkan dengan selulosa, dan beberapa senyawa mempunyai

rantai bercabang (Lankinen, 2014). Struktur hemiselulosa dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Struktur Hemiselulosa

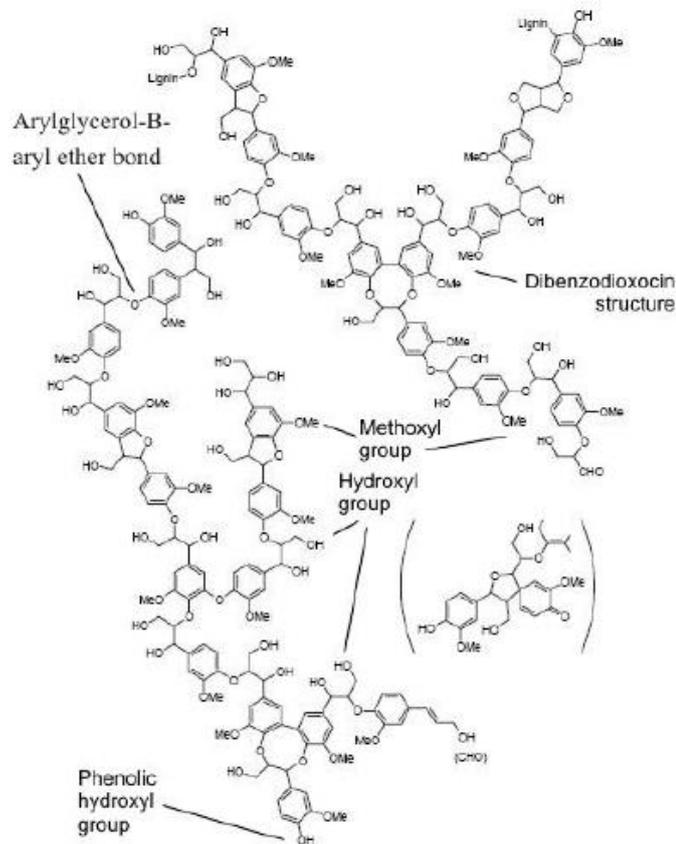
*Sumber: Lankinen, 2004*

### 3. Lignin

Struktur molekul lignin sangat berbeda bila dibandingkan dengan polisakarida karena terdiri atas sistem aromatik yang tersusun atas unit-unit fenil propana terdapat sebanyak 19% didalam kayu. Lignin dapat diisolasi dari tanaman sebagai sisa yang tak larut setelah penghilangan polisakarida dengan hidrolisis. Secara alternatif, lignin dapat dihidrolisis dan diekstraksi ataupun diubah menjadi turunan yang larut. Adanya lignin menyebabkan warna menjadi kecoklatan sehingga perlu adanya pemisahan atau penghilangan melalui pemutihan. Banyaknya lignin juga berpengaruh terhadap konsumsi bahan kimia dalam pemasakan dan pemutihan.

Lignin ini merupakan molekul kompleks yang tersusun dari unit phenylpropane yang terikat di dalam struktur tiga dimensi. Lignin adalah material yang paling kuat di dalam biomassa. Lignin sangat resisten terhadap degradasi, baik secara biologi, enzimatik, maupun kimia. Karena kandungan karbon yang relatif tinggi dibandingkan dengan selulosa dan hemiselulosa, lignin memiliki kandungan energi yang tinggi. Lignin ini merupakan polimer tiga dimensi yang terdiri dari unit fenil propana melalui ikatan eter (C-O-C) dan ikatan karbon (C-C). Bila lignin berdifusi dengan larutan alkali maka akan terjadi

pelepasan gugus metoksil yang membuat lignin larut dalam alkali (Daulay, 2014). Struktur lignin ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Struktur Lignin

Sumber: Lankinen, 2004

#### 4. Senyawa polimer minor

Terdapat dalam kayu dengan jumlah sedikit sebagai pati dan senyawa pektin. Sel parenkim kayu mengandung protein sekitar 1 %, terutama terdapat dalam bagian batang kayu, yaitu kambium dan kulit kayu bagian dalam (Julirin et al, 2019).

Dengan kandungan lignoselulosa pada serbuk kayu jati, dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengisi pada pembuatan papan partikel, menjadikan papan partikel menjadi memiliki kemampuan mekanik seperti kuat lentur dan kuat tekan.

### 2.5 Low Density Polyethylene (LDPE)

LDPE berasal dari gabungan monomer jenis *ethylene* C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> yang mengalami proses polimerisasi dengan tekanan tinggi dengan penambahan

inisiator radikal bebas. LDPE memiliki kristalinitas yang lebih rendah dibandingkan dengan HDPE karena kemampuannya yang lebih rendah pada saat *packing*. Salah satu produk plastic LDPE dapat dilihat pada Gambar 2.5.

LDPE mempunyai massa jenis antara 0,91-0,94 g/mL, separuhnya berupa kristalin (50-60%) dan memiliki titik leleh 115°C. Kelebihan LDPE sebagai material pembungkus adalah harganya yang murah, proses pembuatan yang mudah, sifatnya yang fleksibel, dan mudah didaur ulang. Selain itu, LDPE mempunyai daya proteksi yang baik terhadap uap air, namun kurang baik terhadap gas lainnya seperti oksigen. LDPE juga memiliki ketahanan kimia yang sangat tinggi, namun melarut dalam benzena dan tetrachlorocarbon (CCl<sub>4</sub>), Keunggulan lain jenis plastik berkerangka dasar polietilen dibandingkan dengan jenis plastik lainnya ialah jenis plastik ini mempunyai nilai konstanta dielektrik yang kecil, sehingga sifat kelistrikkannya lebih baik. Sifat tersebut semakin baik dengan tingginya jumlah hidrogen atau klorida dan fluorida yang terikat pada tulang punggung Polietilen. LDPE diklasifikasikan sebagai materi semi permeabel karena permeabilitasnya terhadap bahan kimia yang volatil. LDPE diproduksi dari gas etilen pada tekanan dan suhu tinggi dalam reaktor yang berisi pelarut hidrokarbon dan katalis logam yaitu *ziegler catalysts*. Polimer yang dihasilkan berupa bubuk yang kemudian difiltrasi dari pelarutnya (Billmeyer, 1984).



Gambar 2.6 Plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE)

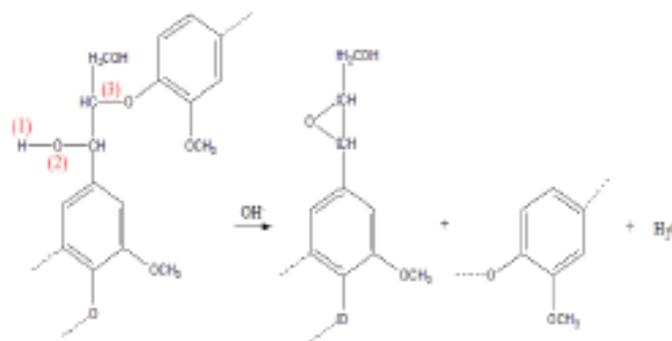
*Sumber: Widodo, 2011*

## 2.6 Zat Aditif

### 2.6.1 Natrium Hidroksida (NaOH)

Natrium hidroksida (NaOH) yang disebut alkali merupakan larutan basa yang tergolong mudah larut dalam air dan termasuk basa kuat yang dapat terionisasi dengan sempurna. Larutan basa memiliki rasa pahit, dan jika mengenai tangan terasa licin seperti sabun. Sifat licin terhadap kulit

itu disebut sifat kaustik basa. Perlakuan alkali (merserisasi) adalah salah satu perlakuan kimia yang banyak digunakan pada serat alam apabila serat tersebut akan dipakai sebagai penguat pada matriks termoplastik atau termoset. Modifikasi penguatan alkali akan merusak ikatan hidrogen dan cara demikian akan membuat permukaan serat menjadi lebih kasar. Adanya penguatan alkali pada serat akan menghilangkan sejumlah lignin, lilin dan minyak pada permukaan dinding serat, sehingga terjadi depolimerisasi pada selulosa dan membuat serat lebih pendek. Dalam hal ini penambahan NaOH adalah untuk membuat ionisasi gugus OH pada serat sehingga akan menjadi alkalisasi, reaksi pada proses alkalisasi dapat dilihat pada Gambar 2.3. Pada proses alkalisasi, lignin bereaksi dengan larutan NaOH yang terdisosiasi menjadi  $\text{Na}^+$  dan  $\text{OH}^-$ . Ion  $\text{OH}^-$  bereaksi dengan gugus H pada lignin, kemudian membentuk  $\text{H}_2\text{O}$ . Hal ini menyebabkan gugus O membentuk radikal bebas dan reaktif dengan C membentuk cincin epoksi (C-OC). Sehingga menyebabkan serangkaian gugus melepaskan ikatan pada gugus O. Reaksi menghasilkan dua cincin benzene yang terpisah, dimana masing-masing cincin memiliki gugus O yang reaktif. Gugus O reaktif ini bereaksi dengan  $\text{Na}^+$  dan ikut larut dalam larutan basa sehingga lignin hilang apabila dibilas (Pratama et al., 2017).



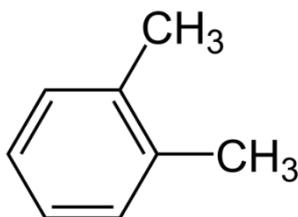
Gambar 2.7 Reaksi pada Proses Alkalisasi

Sumber: Pratama et al., 2017

### 2.6.2 Xylene

Xylene merupakan bahan kimia kelompok hidrokarbon aromatik dengan rumus kimia  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$ . Nama lain dari xylene antara lain dimetilbenzene, xylol dan methyltoluene. Xylene memiliki berat molekul 106,168 gr/mol dengan

komposisi karbon (C) sebesar 90,5% dan hydrogen (H) 9,5% (Razanah Z., Pratiwi, Kartini, & Dewi, 2014).



Gambar 2.8 Struktur Kimia Xylene

Sumber: Razanah Z., Pratiwi, Kartini, & Dewi, 2014

Xylene merupakan cairan tidak berwarna yang dihasilkan dari nafta melalui proses *reforming* atau aspal cair, yang sering digunakan sebagai pelarut (*solvent*) dalam industri. Xylene memiliki titik didih 138,5°C, titik nyala 21°C – 27°C, titik leleh – 47,4°C, dan auto ignition temperature 432°C – 530°C (Razanah Z. et al., 2014).

## 2.7 Karakterisasi Papan Partikel

Karakteristik papan partikel dilakukan untuk mengetahui dan menganalisis campuran polimer dengan serat. Karakteristik meliputi sifat fisik dan sifat mekanis sesuai berdasarkan acuan standar papan partikel (*particle board*).

Terdapat beberapa standar karakteristik papan partikel yang digunakan dalam pengujian sifat-sifat papan partikel (*particle board*) diantaranya yaitu Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2105-2006 (Badan Standardisasi Nasional, 2006) dan *Japanese Industrial Standards* (JIS) A 5908-2003 (Badan Standardisasi Nasional, 2006) dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Standar Pengujian Sifat-Sifat Papan Partikel

Sifat Fisik Mekanis	SNI 03-2105-2006	JIS A 5908-2003
Kerapatan (g/cm <sup>3</sup> )	0,4 – 0,9	0,4 – 0,9
Kadar air (%)	≤ 14	5 – 13
Daya serap air (%)	-	-
Pengembangan tebal (%)	≤ 12	≤ 12
Kuat lentur (kgf/cm <sup>2</sup> )	≥ 82	≥ 82
Modulus elastisitas (kgf/cm <sup>2</sup> )	≥ 20400	≥ 20400
<i>Internal bond</i> (kgf/cm <sup>2</sup> )	≥ 1,5	≥ 1,5
Kuat pegang skrup (kgf)	≥ 31	≥ 31
<i>Hardness</i> (%)	-	-

Sumber : Standar Nasional Indonesia (SNI), 2006 dan *Japanese Industri Standard* (JIS), 2003

### 2.6.1 Pengujian Sifat Fisik

Untuk mengetahui sifat-sifat fisik papan partikel dapat dilakukan seperti berikut (Badan Standardisasi Nasional, 2006):

#### a. Kerapatan

Pengujian kerapatan bertujuan untuk menentukan kerapatan partikel pembentuk papan. Contoh uji diukur panjang, lebar, dan tebalnya. Dari pengukuran tersebut dapat dihitung volume (V) contoh uji kemudian contoh uji ditimbang massanya (B). Nilai kerapatan *particle board* dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kerapatan (g/cm}^3\text{)} = \frac{B}{V} \dots\dots\dots(1)$$

Dengan:

B = massa *particle board* (gr)

V = volume *particle board* (m<sup>3</sup>)

#### b. Pengembangan Tebal

Pengembangan tebal didasarkan atas tebal sebelum dan sesudah perendaman air selama 24 jam. Nilai pengembangan tebal dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Pengembangan tebal (\%)} = \frac{D_1 - D_0}{D_0} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Dengan:

D<sub>1</sub> = tebal awal (cm)

D<sub>2</sub> = tebal akhir (cm)

#### c. Daya Serap Air

Daya serap air *particle board* dihitung berdasarkan berat sebelum dan sesudah perendaman dalam air selama 24 jam. Nilai daya serap air dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Daya serap air (\%)} = \frac{B_1 - B_0}{B_0} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Dengan:

B<sub>0</sub> = massa awal (gr)

B<sub>1</sub> = massa akhir (gr)

#### d. Kadar Air

Pengujian kadar air bertujuan untuk mengetahui kadar air dari papan partikel. Contoh uji berukuran yang ditimbang massa awalnya ( $B_1$ ). Kemudian dioven selama 24 jam pada suhu  $\pm 100^\circ\text{C}$ , setelah itu ditimbang massanya ( $B_2$ ). Kadar air papan partikel dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{B_1 - B_2}{B_2} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

Dengan:

$B_1$  = massa awal (gr)

$B_2$  = massa akhir (gr)

### 2.6.2 Pengujian Sifat Mekanik

Untuk mengetahui sifat-sifat mekanik papan partikel dapat dilakukan seperti berikut (Badan Standardisasi Nasional, 2006):

#### a. Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur bertujuan untuk mengetahui kekuatan papan partikel untuk menahan gaya-gaya yang berusaha untuk melengkungkan papan partikel. Pengujian kuat lentur dilakukan dengan alat uji mekanis, dengan menggunakan jarak antara batang penyangga (jarak sangga) 15 kali tebal sampel minimum 7,5 cm. nilai kuat lentur dihitung dengan rumus:

$$\text{Kuat Lentur (kgf/cm}^2\text{)} = \frac{3 P L}{2 l t^2} \dots\dots\dots(5)$$

Dengan:

$P$  = beban lentur pada batas proporsional (kgf)

$L$  = jarak tumpu (cm)

$l$  = lebar benda (cm)

$t$  = tinggi benda (cm)

#### b. Modulus Elastisitas

Pengujian modulus elastisitas dilakukan bersama-sama dengan pengujian kuat lentur, dengan menggunakan sampel uji yang sama. Besarnya defleksi atau lenturan yang terjadi pada saat pengujian dicatat pada setiap selang beban tertentu. Nilai modulus elastisitas dihitung dengan rumus:

$$\text{Modulus Elastisitas (kgf/cm}^2\text{)} = \frac{3 P L^3}{4 f l t^3} \dots\dots\dots(6)$$

Dengan:

P = beban lentur pada batas proporsional (kgf)

L = jarak tumpu (cm)

l = lebar benda (cm)

t = tinggi benda (cm)

f = defleksi pada batas proporsional (cm)