

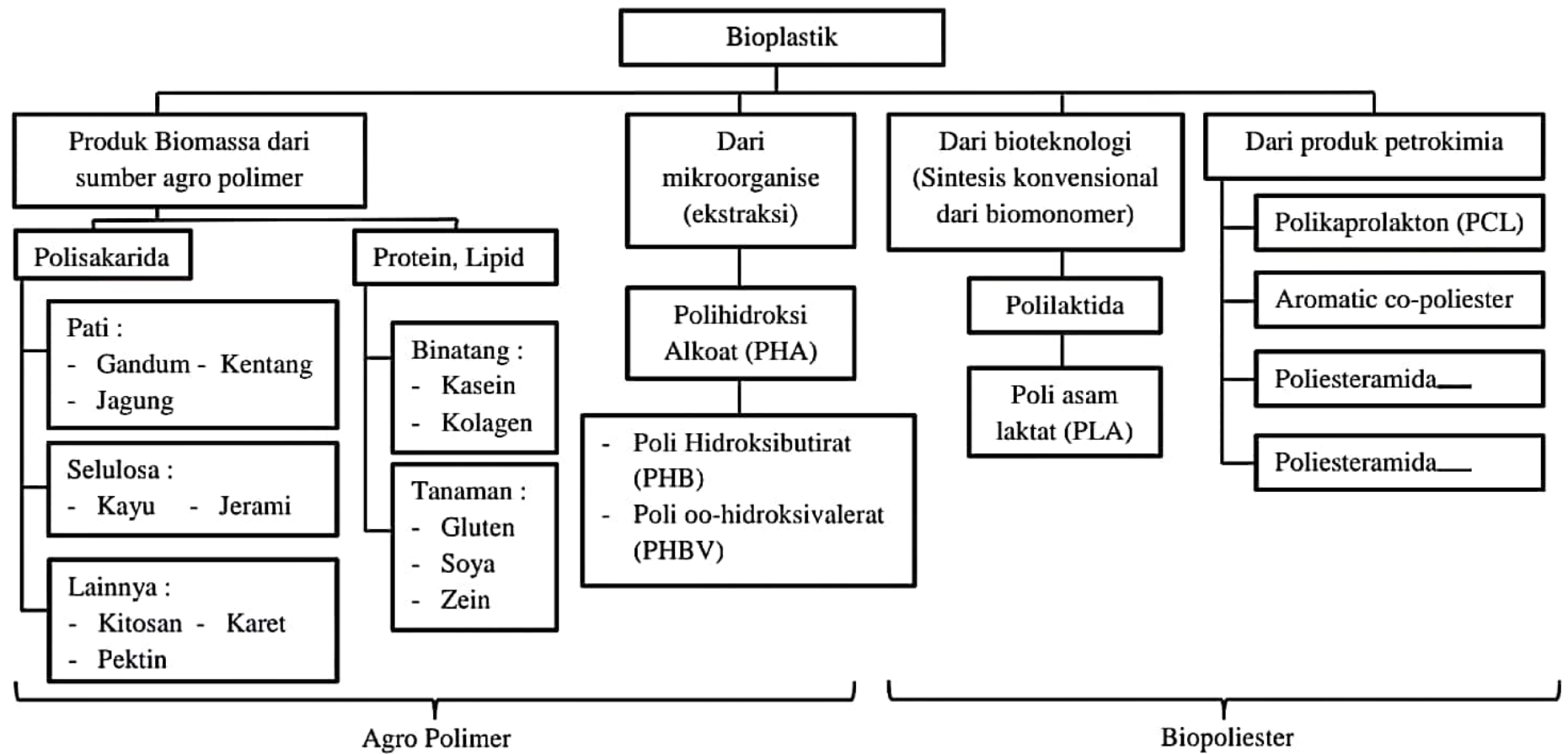
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Bioplastik

Bioplastik adalah plastik yang fungsinya sama dengan plastik komersil namun dapat terurai oleh mikroorganisme. Penguraian ini menghasilkan karbondioksida, air dan biomassa. Bioplastik pertama di ditemukan pertama kali oleh John Wesley Hyatt, Jr. Pada tahun 1869 yang mensintesis suatu turunan selulosa yang kemudian diberi nama celluloid dan dimanfaatkan oleh Henry Ford untuk membuat komponen-komponen mobil seperti *steering wheel* dan *dashboard* (Wijayanti, 2018). Klasifikasi bioplastik disajikan pada Gambar 2.1.

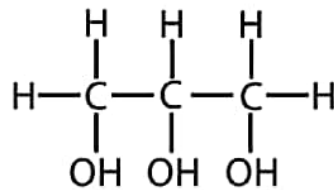
Bioplastik dapat dibuat dari tanaman penghasil pati. Pati merupakan bentuk penyimpanan utama dari tanaman yang mengandung glukosa. Pati terdiri dari dua komponen yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa pada pati memiliki struktur lurus dengan ikatan  $\alpha$ - (1,4)-D-glukosa, sedangkan amilopektin pada pati memiliki struktur bercabang dengan ikatan  $\alpha$ -(1,4)-D-glukosa dengan percabangan pada ikatan  $\alpha$ -(1,6) (Akbar dkk., 2013). Pati dapat digunakan menjadi bahan pembuatan bioplastik karena dihasilkan dari sumber yang terbarukan (*renewable*), harganya murah dan ketersediaannya cukup berlimpah di Papua. Bioplastik berbahan baku pati dapat dibuat dengan menambahkan bahan lain dalam pembuatan bioplastik seperti *plasticizer* (gliserol).



Gambar 2. 1 Klasifikasi bioplastik (Kumar, 2012)

### 2.1.1 Penggunaan Gliserol dalam Bioplastik

Gliserol adalah senyawa organik (alkohol) dengan gugus hidroksil yang berjumlah 3 buah. Gliserol (1,2,3 propanetriol) memiliki rumus kimia  $\text{HOCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$ . Gliserol berbentuk *liquid* seperti sirup, bening, tidak memiliki bau, memiliki rasa manis, larut air, dan memiliki titik didih  $290^\circ \text{C}$ . Gliserol memiliki sifat higroskopis yaitu dapat menyerap air dengan mudah dan dapat terurai dengan mudah di alam. Struktur gliserol disajikan pada Gambar 2.2.

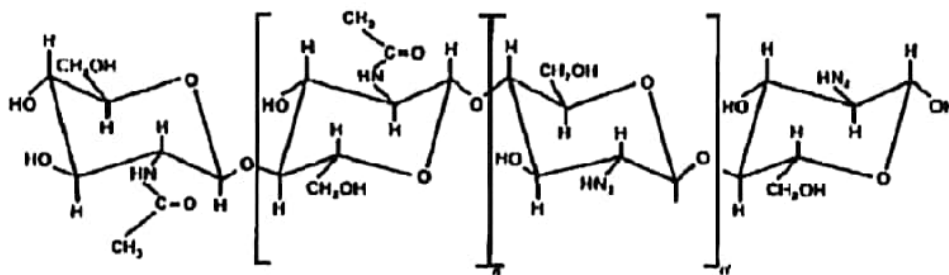


Gambar 2. 2 Struktur Gliserol

Dalam pembuatan bioplastik, gliserol mempunyai peranan yang cukup penting. Gliserol adalah salah satu agen pemlastis yang sering digunakan karena gliserol merupakan bahan yang murah, sumbernya mudah diperoleh, dapat diperbaharui, dan juga akrab dengan lingkungan karena mudah didegradasi oleh alam serta merupakan bahan *plasticizer* yang paling sesuai untuk polimer yang dapat larut dalam air seperti pati. Gugus hidroksil yang terdapat dalam gliserol akan berinteraksi secara intra dan antar molekul melalui ikatan hidrogen dalam rantai polimer dan memberi fleksibilitas kepada struktur plastik sehingga dapat dibentuk menjadi bahan pengemas (Kumoro, 2014). Pati yang merupakan polimer alam yang tidak mahal dan terbaharukan yang hadir dalam bentuk butiran tidak dapat diproses menjadi material termoplastik karena kuatnya ikatan hidrogen intermolekular dan intramolekular. Tetapi dengan adanya air dan *plasticizer* dalam hal ini gliserol, pati dapat diolah menjadi polimer yang *biodegradable* yang biasa disebut *thermoplastic starch*.

### 2.1.2 Penggunaan Kitosan dalam Bioplastik

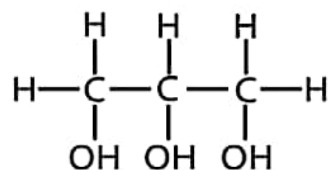
Kitosan umumnya digunakan sebagai bahan campuran pati dalam pembuatan bioplastik dengan tujuan meningkatkan sifat mekanik bioplastik yang dihasilkan. Kitosan dapat diperoleh dari deasetilisasi kitin dengan larutan basa konsentrasi tinggi. Kitosan dibuat dari limbah udang dan kepiting. Penggunaan kitosan dalam bioplastik adalah untuk meningkatkan sifat mekanik, yang mana kitosan yang bersifat hidrofobik. Kitosan bersifat hidrofobik. Struktur kitosan disajikan pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Struktur kitosan (Kurniasih, 2011)

### 2.1.3 Penggunaan Asam Asetat dalam Bioplastik

Asam asetat disebut juga *acetic acid* atau *ethanoic acid* yang tergolong dalam golongan gugus karboksil ( $-\text{COOH}$ ). Rumus kimia dari asam asetat adalah ( $\text{CH}_3\text{-COOH}$ ). Karakteristik dari gugus karboksil adalah bersenyawa polar karena adanya ikatan polar O-H dan C=O, mempunyai *strong hydrogen bonding*, kemampuan *water solubility* ( $20^\circ\text{C}$ ) semakin turun dengan bertambahnya jumlah karbon/*atomic weight* ( $60,05\text{ gr/mol}$ ) begitu pun sebaliknya, mempunyai *melting point* ( $17^\circ\text{C}$ ) dan *boiling point* ( $118,1^\circ\text{C}$ ) yang sangat tinggi (Selpiana, 2016). Struktur asam asetat disajikan pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Struktur asam asetat

## 2.2 Pati Sagu

Pati sagu tersusun atas amilosa dan amilopektin dengan amilosa sebanyak 28,84% dan amilopektin sebanyak 71,16% (Jading dkk., 2011). Kadar amilosa dan amilopektin mempengaruhi sifat fungsional pati sagu. Amilopektin dengan kandungan yang tinggi lebih mudah membentuk gel karena suhu gelatinisasinya tinggi. Gelatinisasi adalah proses membengkaknya granula pati karena adanya air dan panas yang mengakibatkan granula pati tidak dapat kembali ke bentuk awalnya. Klasifikasi tanaman sagu dan karakteristik fisika-kimia pati sagu disajikan pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2, berturut-turut.

Tabel 2. 1 Klasifikasi tanaman sagu (McClatchey, 2006)

Kingdom	<i>Plantae</i>
Divisi	<i>Magnoliophyta</i>
Kelas	<i>Liliopsida</i>
Ordo	<i>Arecales</i>
Famili	<i>Arecaceae</i>
Genus	<i>Metroxylon</i>
Spesies	<i>Metroxylon sago</i>

Tabel 2. 2 Karakteristik fisika-kimia pati sagu asal Papua (Jading dkk. 2011)

Karakteristik	Pati sagu basah	Pati sagu kering
Kadar air (b/b)	42.51	13.69
Kadar abu (% bk)	0.20	0.20
Kadar lemak (% bk)	0.63	0.76
Kadar protein (% bk)	0.45	0.46
Kadar karbohidrat (% bk)	56.22	84.46
Ukuran granula ( $\mu\text{m}$ )	5.0-57.5	7.5-55.0
Kadar amilosa (%)	27.45	28.84
Kadar Amilopektin(%)	72.45	71.16
Suhu gelatinisasi ( $^{\circ}\text{C}$ )	66.0-73.0	65.0-71.5

Daya serap pati terhadap air (%)	11.10	51.34
Sweeling power (Pati 10%)		
55°C	2.89	3.39
75°C	30.11	35.62
90°C	40.60	42.05
Kelarutan pati (°Brix)		
55°C	00.00	0.20
75°C	00.00	0.60
90°C	0.60	0.90

Sagu merupakan komoditas penghasil karbohidrat yang potensial. Sagu umumnya ditemukan di hutan hujan tropis dan hutan gambut di Asia Tenggara. Selain itu sagu juga dapat dijumpai di Thailand, Semenanjung Malaysia, Indonesia, dan Filipina yang memiliki area tanah gambut. Tanaman sagu dapat tumbuh dari Filipina hingga Pulau Rote dan dari Kepulauan Pasifik Barat Indonesia hingga India Bagian Timur (Timur Indonesia). Indonesia merupakan negara yang memiliki area pertanaman sagu terluas di dunia dengan Papua yang terbesar di Indonesia.

Menurut Kementerian Pertanian (Kementan), produksi sagu di Indonesia pada 2021 diperkirakan mencapai 381.065 ton. Jumlah ini naik tipis sebesar 4,2% dari tahun lalu yang sebesar 365.665 ton. Dilihat dari luas wilayahnya, Kementan memperkirakan pada 2021 areal sagu nasional seluas 206.150 ha, luasnya sedikit bertambah dari tahun lalu yang sebesar 200.518 ha. Luas areal perkebunan sagu nasional didominasi oleh perkebunan rakyat, yakni 205.462 ha pada 2021. Berdasarkan provinsi, Riau merupakan provinsi yang paling banyak memproduksi sagu, yakni 261,7 ribu ton pada 2020. Selain itu, wilayah lain yang banyak memproduksi sagu, yaitu Papua sebesar 67,9 ribu ton, Maluku sebesar 10,04 ribu ton, dan Kalimantan Selatan sebesar 3,6 ribu ton. Indonesia memiliki potensi lahan sagu mencapai 5,5 juta ha.

## 2.3 Karakterisasi Bioplastik

### 2.2.1 Uji mekanik

Sifat mekanik suatu material yaitu kuat tarik dan pemanjangan menunjukkan kekuatan material tersebut. Penggunaan suatu material baik didalam industri maupun kehidupan sehari-hari sangat tergantung pada sifat mekanik material. Sifat mekanik ini terdiri dari kuat tarik dan perpanjangan yang baik. Karakterisasi kuat tarik dilakukan dengan menambahkan beban secara perlahan-lahan hingga barang tersebut sobek. Pertambahan panjang ini yang menjadi nilai elongasi yang dapat dilihat di persamaan 2.1.

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100\% \quad (2.1)$$

Dimana :

$\varepsilon$  = Elastisitas/Renggang (%)

$l_0$  = Panjang mula-mula (m)

$\Delta l$  = Pertambahan panjang

Kuat tarik dapat dilakukan dengan sobeknya bahan tersebut akibat tidak mampu menahan beban yaitu dapat dilihat melalui persamaan 2.2.

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A_0} \quad (2.2)$$

Dimana :

$\sigma$  = kuat tarik (MPa)

$F_{maks}$  = Beban maksimum (kg)

$A_0$  = Luas penampang (cm<sup>2</sup>)

### 2.2.2 Fourier Transform Infrared (FT-IR) Spectroscopy

*Fourier Transform Infrared (FT-IR) Spectroscopy* digunakan untuk analisa gugus fungsi dari bahan padat atau cairan dengan menggunakan metode ATR (*Attenuated Total Reflectance*). Hasil yang didapat berupa grafik adsorbance atau

transmitan. Spektroskopi FTIR digunakan untuk mengamati interaksi molekul menggunakan radiasi elektromagnetik yang berada pada  $0,75 \mu\text{m} \leq \lambda \leq 1000 \mu\text{m}$  atau pada  $1300 \text{ cm}^{-1} \leq \bar{\nu} \leq 10 \text{ cm}^{-1}$ . Pengukuran menggunakan spektrum inframerah dilakukan pada  $2,5 \mu\text{m} \leq \lambda \leq 50 \mu\text{m}$  atau pada  $4000 \text{ cm}^{-1} \leq \bar{\nu} \leq 200 \text{ cm}^{-1}$ . Gambar alat FTIR dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5 *Fourier Transform Infrared (FT-IR) Spectroscopy*

### 2.2.3 Biodegradabilitas

Biodegradasi merupakan suatu proses oksidasi senyawa organik dari mikroorganisme, baik tanah maupun perairan. Biodegradasi terjadi karena bakteri dapat melakukan metabolisme zat organik melalui sistem enzim untuk menghasilkan karbon dioksida maupun air. Pengujian biodegradabilitas bertujuan untuk memastikan bahwa bahan dapat terdegradasi dengan baik dilingkungan. Persen degradasi dihitung dengan rumus 2.4 (Ramesh dkk., 2023).

$$\text{Degradasi (\%)} = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100 \quad (2.3)$$

Keterangan

$W_i$  = Massa awal sebelum 24 jam (gram)

$W_f$  = Massa akhir setelah 24 jam (gram)



#### 2.2.4 Densitas

Densitas merupakan perbandingan antara massa dan volume benda. untuk mengukur densitas dapat menggunakan persamaan 2.4.

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2.4)$$

Keterangan :

$\rho$  = Densitas (gram/cm<sup>3</sup>)

$m$  = Massa (gram)

$v$  = Volume (cm<sup>3</sup>)

#### 2.2.5 Laju Transmisi Uap Air (Water Vapor Transmission Rate)

*Water Vapor Transmission Rate* (WVTR) merupakan suatu parameter yang dapat menggambarkan kemampuan suatu kemasan dalam menahan keluar masuknya uap air dari dan ke dalam suatu produk kemasan. Tujuannya dilakukan pengujian ini ialah untuk menentukan efektivitas bioplastik dalam menjaga mutu produk. Secara sederhananya untuk menentukan uji laju uap air ini dapat dilihat dari persamaan 2.3 (Basha, 2011).

$$WVTR = \frac{W_i - W_f}{A \times 24} \quad (2.5)$$

Keterangan :

WVTR = Laju transmisi uap air (g/m<sup>2</sup>)

A = Luas sampel (m<sup>2</sup>)

$W_i$  = Massa awal sebelum 24 jam (gram)

$W_f$  = Massa akhir setelah 24 jam (gram)