

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Plastik**

Plastik merupakan bahan yang banyak digunakan oleh masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Harga plastik yang relatif murah dan tahan lama menjadi salah satu alasan tingginya penggunaan plastik baik sebagai bahan pembuatan peralatan rumah tangga, mainan anak-anak bahkan kemasan makanan. Salah satu produk plastik yang sering digunakan adalah kantong plastik. Kebutuhan plastik yang sangat besar menyebabkan permasalahan skala global yaitu sampah plastik.

Plastik memiliki kelebihan yaitu ringan, mudah dibentuk, kuat, dan harga yang terjangkau. Namun plastik memiliki kekurangan sulit terdegradasi sehingga berdampak negatif dan mencemari lingkungan. Plastik yang sebagian besar berasal dari polimer sintetis akan terdegradasi puluhan bahkan ratusan tahun dan jika dibakar emisi karbon yang dihasilkan juga dapat mencemari lingkungan (Cahyaningtyas, dkk. 2019). Plastik mudah terbakar, sehingga mengakibatkan ancaman terjadinya kebakaran pun semakin meningkat. Asap hasil pembakaran bahan plastik sangat berbahaya karena mengandung gas-gas beracun seperti hidrogen sianida (HCN) dan karbon monoksida (CO). Hidrogen sianida berasal dari polimer berbahan dasar akrilonitril, sedangkan karbon monoksida sebagai hasil pembakaran tidak sempurna. Hal inilah yang menyebabkan sampah plastik sebagai salah satu penyebab pencemaran udara dan mengakibatkan efek jangka panjang berupa pemanasan secara global pada atmosfer bumi (Purwaningrum. 2016).

Plastik merupakan senyawa sintetik hidrokarbon rantai pendek yang berasal dari minyak bumi kemudian dibuat dengan reaksi monomer yang sama sehingga strukturnya menjadi kaku dan membentuk rantai panjang serta akan memadat kembali setelah mencapai suhu pembentukannya. Plastik memiliki ikatan karbon rantai panjang sehingga sulit untuk terdegradasi oleh mikroorganisme (Nahir. 2017). Sifat-sifat plastik sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) ditunjukkan pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1.** Sifat Mekanik Plastik Sesuai SNI

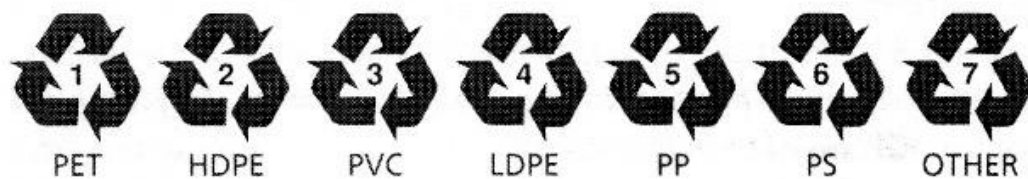
No.	Karakteristik	Nilai
1.	Kuat Tarik (MPa)	24,7-302
2.	Persen Elongasi (%)	21-220
3.	Hidrofobisitas (%)	99

Sumber: Darni dan Herti (2010)

berdasarkan ketahanan plastik terhadap perubahan suhu, maka plastik dibagi menjadi dua, yaitu (Gunawan, dkk. 2019):

- a) Thermoplastic Jenis plastik ini meleleh pada suhu tertentu, melekat mengikuti perubahan suhu, bersifat reversible (dapat kembali ke bentuk semula atau mengeras bila di dinginkan). Contoh: Polyethylene (PE), Polypropylene (PP), Polyethylene Terephthalate (PET), Poliviniclorida (PVC), Polistirena (PS).
- b) Thermoset atau thermodursisabel Jenis plastik ini tidak dapat mengikuti perubahan suhu (tidak reversible) sehingga bila pengerasan telah terjadi maka bahan tidak dapat dilunakkan kembali. pemanasan dengan suhu tinggi tidak akan melunakkan jenis plastik ini melainkan akan membentuk arang dan terurai. karena sifat thermoset yang demikian maka bahan ini banyak digunakan sebagai tutup ketel.

Dalam usaha mengurangi sampah plastik dengan melakukan daur ulang sampah plastik maka perlu mengenal jenis-jenis plastik yang berada di pasaran. Berdasarkan *American Society of Plastik Industry*, telah dibentuk sistem pengkodean resin untuk plastik yang dapat di daur ulang (*recycle*). Kode / simbol tersebut berbentuk segitiga arah panah yang merupakan simbol daur ulang dan di dalamnya terdapat nomor yang merupakan kode dan resin yang dapat di daur ulang seperti terlihat pada Gambar 2.1.

**Gambar 2.1** Kode Jenis Plastik

Sumber : Purwaningrum. 2016

Beberapa kode jenis plastik yaitu (Dwiputri. 2015) :

1. PET atau PETE, atau *polyethylene terephthalate*

Biasa dipakai untuk botol plastik transparan seperti botol air mineral, botol minuman, botol jus, botol minyak goreng, botol kecap, dan botol sambal. Dapat mengeluarkan zat karsinogenik  $\text{SbO}_3$  (Antimon Trioksida) apabila digunakan berulang kali terutama pada kondisi panas. PETE/PET direkomendasikan 'hanya untuk sekali pakai'. Buang botol yang sudah lama dan baret-baret.

2. HDPE (*high density polyethylene*)

Biasa dipakai untuk botol kosmetik, botol obat, botol minuman, botol susu yang berwarna putih susu, tupperware, galon air minum, kursi lipat, dan jerigen, dan pelumas. Memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi. HDPE direkomendasikan hanya untuk sekali pakai, karena pelepasan senyawa  $\text{SbO}_3$  (Antimon Trioksida) terus meningkat seiring waktu.

3. V/PVC (*polyvinyl chloride*)

Biasa dipakai pada plastik pembungkus (*cling wrap*), untuk mainan, selang, pipa bangunan, taplak meja plastik, botol kecap, botol sambal dan botol shampoo. Jenis plastik yang paling sulit didaur ulang. PVC mengandung DEHA yang mudah melebur jika terdapat kontak antara permukaan plastik dengan minyak, berbahaya untuk ginjal dan hati.

4. LDPE (*low density polyethylene*)

Biasa dipakai untuk tempat makanan, plastik kemasan, botol-botol yang lembek, tutup plastik, kantong/tas kresek, dan plastik tipis lainnya. Bersifat fleksibel, kuat, sulit dihancurkan. Pada suhu di bawah  $600^\circ\text{C}$  sangat resisten terhadap senyawa kimia.

5. PP (*polypropylene*)

Merupakan pilihan bahan plastik terbaik dan paling aman, terutama untuk tempat makanan dan minuman seperti tempat menyimpan makanan, tutup botol, cup plastik, mainan anak, botol minum dan yang terpenting, pembuatan botol minum untuk bayi. Bersifat elastis.

#### 6. PS (*polystyrene*)

Biasa dipakai sebagai bahan tempat makan *styrofoam*, tempat minum sekali pakai seperti sendok, garpu gelas. Polystyrene dapat mengeluarkan bahan *Styrene* ke dalam makanan ketika makanan tersebut bersentuhan, berbahaya untuk otak dan sistem saraf, memiliki bahaya yang sama seperti asap rokok dan asap kendaraan. Bahan ini sulit didaur ulang.

#### 7. *Other*

##### a. SAN (*styrene acrylonitrile*)

Memiliki resistensi yang tinggi terhadap reaksi kimia dan suhu; kekuatan, kekakuan, dan tingkat kekerasan telah ditingkatkan sehingga merupakan salah satu bahan plastik yang sangat baik untuk digunakan dalam kemasan makanan minuman. Biasanya terdapat pada mangkuk mixer, pembungkus termos, piring, alat makan, penyaring kopi, dan sikat gigi.

##### b. ABS (*acrylonitrile butadiene styrene*)

Memiliki resistensi yang tinggi terhadap reaksi kimia dan suhu; kekuatan, kekakuan, dan tingkat kekerasan telah ditingkatkan sehingga merupakan salah satu bahan plastik yang sangat baik untuk digunakan dalam kemasan makanan minuman. ABS biasa digunakan sebagai bahan mainan lego dan pipa.

##### c. PC (*polycarbonate*)

Dapat ditemukan pada botol susu bayi, gelas anak batita, dan kaleng kemasan makanan dan minuman, kaleng susu formula. Dapat mengeluarkan bahan utamanya yaitu Bisphenol-A ke dalam makanan dan minuman yang berbahaya bagi sistem hormon.

##### d. Plastik PA (*Nylon*)

Biasa digunakan sebagai bahan tekstil.

## 2.2 Bioplastik

Bioplastik merupakan plastik yang dibuat dari bahan-bahan alami yang dapat diuraikan menggunakan mikroorganisme, sehingga lebih ramah lingkungan bila dibandingkan dengan plastik komersial. Bioplastik merupakan plastik dengan

bahan dasar yang berasal dari alam sehingga dapat menghasilkan plastik yang mudah terdegradasi. Bioplastik memiliki sifat *biodegradable* dan dapat terurai hingga 67% dalam waktu 2-3 minggu pada media *shudge* aktif pengolahan air limbah (Andahera. 2019).

Bioplastik terbuat dari bahan-bahan alami antara lain selulosa, pati, kolagen, kasein, protein, khitosan, khitin, atau lipid dari hewan. Bahan-bahan alami ini termasuk sumber daya alam yang dapat diperbaharui dan sampah plastik yang dihasilkan dapat didegradasi sehingga tidak menjadi beban lingkungan (*biodegradable*) (Sinaga. 2014).

Plastik *biodegradable* atau bioplastik adalah plastik yang dapat digunakan layaknya seperti plastik konvensional, namun akan hancur terurai oleh mikroorganisme setelah dibuang ke lingkungan. Plastik *biodegradable* atau bioplastik terbuat dari material yang dapat diperbaharui, yaitu dari senyawa yang terdapat dalam tanaman seperti pati maupun yang terdapat dalam hewan seperti kitosan. Salah satu bahan untuk membuat bioplastik adalah pati dan selulosa yang mudah terurai di alam dan juga dapat diperbaharui. Selain itu, biaya untuk pati ataupun selulosa relatif murah dikarenakan ketersediaannya yang banyak di alam (Saputro dan Ovita. 2017).

Dalam pembuatan plastik *biodegradable* ada beberapa faktor yang harus diperhatikan seperti (Putra. 2015) :

1. Temperatur Perlakuan suhu diperlukan untuk membentuk plastik *biodegradable* yang utuh tanpa adanya perlakuan panas kemungkinan terjadinya interaksi molekul sangatlah kecil sehingga pada saat plastik dikeringkan akan menjadi retak dan berubah menjadi potongan-potongan kecil. Perlakuan panas diperlukan untuk membuat plastik tergelatinisasi, sehingga terbentuk pasta pati yang merupakan bentuk awal dari plastik. Kisaran suhu gelatinisasi pati rata-rata 64,5°C-70°C (Mc Hugh dan Krochta, 1994).
2. Konsentrasi Polimer Konsentrasi pati ini sangat berpengaruh terutama pada sifat fisik plastik yang dihasilkan dan juga menentukan sifat pasta yang dihasilkan. Menurut Krochta dan Johnson (1997), semakin besar konsentrasi

pati maka jumlah polimer penyusun matrik plastik semakin besar sehingga dihasilkan plastik yang tebal.

### 3. *Plasticizer*

*Plasticizer* ini merupakan bahan *nonvolatile* yang ditambah kedalam formula plastik akan berpengaruh terhadap sifat mekanik dan fisik plastik yang terbentuk karena akan mengurangi sifat intermolekul dan menurunkan ikatan hidrogen internal. *Plasticizer* mempunyai titik didih tinggi dan penambahan *plasticizer* diperlukan untuk mengatasi sifat rapuh plastik yang disebabkan oleh kekuatan intermolekul ekstensif (Gotard, dkk. 1993). Menurut Krocht dan Jonhson (1997), *plasticizer polyol* yang sering digunakan yakni gliserol dan sorbitol.

## 2.3 Karakteristik Bioplastik

### 2.3.1. Ketahanan Air

Ketahan air dilakukan untuk mengetahui terjadinya ikatan dalam polimer Serta tingkatan atau keteraturan ikatan dalam polimer yang ditentukan melalui presentase penambahan berat polimer setelah mengalami pengembangan. Proses terdifusinya molekul pelarut kedalam polimer akan menghasilkan gel yang mengembang. Sifat ketahanan bioplastik terhadap air ditentukan dengan uji swelling, yaitu presentase pengembangan film oleh adanya air (Sanjaya. 2010).

### 2.3.2. Biodegradabilitas

Biodegradabilitas merupakan salah satu parameter pengamatan yang dapat menunjukkan bahwa bioplastik ramah lingkungan ataupun tidak, uji biodegradasi dilakukan untuk mengetahui seberapa cepat plastik biodegradable terdegradasi oleh mikroorganisme di suatu lingkungan. Media yang digunakan adalah tanah karena di dalam tanah terdapat banyak jenis mikroorganisme (jamur, bakteri maupun alga) dan dalam jumlah yang banyak pula, sehingga akan menunjang proses degradasi yang akan dilakukan (Apriani dan Sedyadi. 2015).

### 2.3.3. Kuat Tarik (*Tensile Strength*)

Dalam istilah umum, strength atau kekuatan adalah tegangan maksimum yang bisa ditahan oleh sebuah bahan ketika diregangkan atau ditarik, sebelum bahan tersebut patah. Kemampuan suatu struktur untuk menahan beban tanpa mengalami kerusakan. Kerusakan dapat terjadi oleh perpecahan karena tekanan yang berlebihan, atau kemungkinan juga disebabkan oleh deformasi struktur. *Tensile* termasuk juga ketahanan material terhadap kuat tekan atau tegangan. Jumlah kekuatan yang dibutuhkan untuk memecah material. Hasil pengukuran ini berhubungan erat dengan jumlah *plasticizer* yang ditambahkan pada proses pembuatan plastik (Nahir. 2017).



**Gambar 2.2** Alat Uji Kuat Tarik

### 2.3.4. Elongasi (Persen Pemanjangan)

Elongasi atau persen pemanjangan merupakan pemanjangan maksimal film bioplastik saat mulai putus. Pengujian elongasi atau persen pemanjangan ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan rentang putus film bioplastik yang

dihasilkan. Makin tinggi nilai rentangnya maka makin baik film bioplastik yang dihasilkan dan apabila nilai rentang rendah maka kurang baik film bioplastik tersebut (Nahir. 2017). Pada umumnya adanya penambahan *plasticizer* dalam jumlah lebih besar akan menghasilkan nilai persen pemanjangan suatu film semakin lebih besar. Tanpa penambahan *plasticizer*, amilosa dan amilopektin akan membentuk suatu film dan struktur dengan satu daerah kaya amilosa dan amilopektin. Interaksi-interaksi antara molekul-molekul amilosa dan amilopektin mendukung formasi film, menjadikan film pati jadi rapuh dan kaku (Kristiani. 2015).

#### 2.4 Tandan Kosong Kelapa Sawit ( TKKS )

Kelapa sawit merupakan contoh tanaman non pangan yang mengandung selulosa, dimana Kalimantan Timur merupakan salah satu penghasil kelapa sawit terbesar di Indonesia dengan produksi kelapa sawit sebesar 2.966.400 ton pada tahun 2018 berdasarkan data BPS. Dari produksi kelapa sawit yang melimpah ini menjadi potensi bahan dasar bioplastik berbasis selulosa. Dari satu ton buah segar (TBS) akan dihasilkan TKKS sebanyak 23% atau sebanyak 230 kg TKKS dan selama ini TKKS baru dimanfaatkan sebagai pupuk organik, bahan baku pembuatan kertas, briket, dan umumnya baru sampai pada pemanfaatan serat sebagai bahan pengisi suatu medium (Andahera, dkk. 2019).

TKKS tersusun dari beberapa zat penting yang dapat dimanfaatkan dan diolah menjadi bahan lain yang lebih bernilai ekonomi. Komponen penyusunnya antara lain selulosa, lignin, holoselulosa, hemiselulosa, air dan zat ekstraktif lain (Dewanti. 2018). Komposisi zat kimia TKKS dapat dilihat pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2** Komposisi Kimia TKKS

Komposisi	Kadar (%)
Abu	15
Selulosa	40
Liqnin	21
Hemiselulosa	24

Sumber : Agustin. 2020

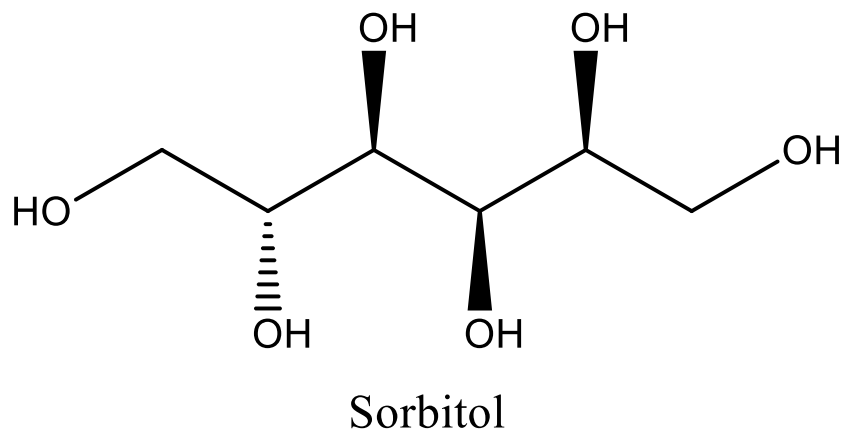


## 2.5 Bahan Pemlastis (*Plasticizer*)

Plastik pada umumnya harus memiliki sifat elastis, sehingga dalam pembuatan bioplastik perlu ditambahkan bahan yang menciptakan sifat elastis pada plastik atau dikenal dengan *plasticizer* (Wijayanti. 2018).

### 2.5.1 Sorbitol

Sorbitol pertama kali ditemukan oleh ahli kimia dari Perancis yaitu Joseph Boosingault pada tahun 1872 dari biji tanaman bunga ros. Proses hidrogenasi gula menjadi sorbitol mulai berkembang pada tahun 1930. Secara alami sorbitol juga dapat dihasilkan dari berbagai jenis buah (Lukita dan Susanti. 2011). Rumus kimia sorbitol dapat dilihat pada Gambar 2.3.



**Gambar 2.3** Struktur Molekul Sorbitol

Sumber :Soesilo, dkk. 2005

Sorbitol adalah senyawa monosakarida polyhidrik alkohol. Nama kimia lain dari sorbitol adalah hexitol atau glusitol dengan rumus kimia  $C_6H_{14}O_6$  digunakan sebagai agen pengontrol kelembaban sedangkan untuk fungsi spesifiknya sebagai *plasticizer*. Sorbitol merupakan suatu poliol (alkohol gula) bahan pemanis yang ditemukan dalam berbagai produk makanan, kemanisan sorbitol sekitar 60% dari kemanisan sukrosa (gula tebu) dengan ukuran kalori sekitar sepertiganya. Lebih lanjut dikemukakan bahwa sorbitol bersifat nonkarsinogenik (tidak menyebabkan kanker) dan dapat berguna bagi orang-orang penderita diabetes, secara kimiawi sorbitol sangat reaktif dan stabil. Sorbitol dapat berada pada suhu tinggi dan tidak mengalami reaksi Maillard (pencoklatan) (Nofita. 2011).

Film yang menggunakan *plasticizer* sorbitol dapat menghasilkan kekuatantarik film yang lebih besar dibandingkan film dengan *plasticizer* gliserol. Hal ini menunjukkan bahwa efisiensi sorbitol dalam pengujian kekuatan tarik film sebagai *plasticizer* lebih besar daripada gliserol (Wirawan, dkk. 2012). Polioliol seperti sorbitol merupakan *plasticizer* yang cukup baik untuk mengurangi ikatan hidrogen internal sehingga akan meningkatkan jarak intermolekul. Penggunaan sorbitol sebagai *plasticizer* diketahui lebih efektif, sehingga dihasilkan film dengan permeabilitas oksigen yang lebih rendah bila dibandingkan dengan menggunakan gliserol (Widyaningsih. 2012). Edible film dengan *plasticizer* sorbitol memiliki nilai permeabilitas uap air yang lebih besar dari pada dengan *plasticizer* gliserol. Hal ini disebabkan karena sorbitol memiliki ukuran molekul yang lebih besar dibandingkan gliserol yang akan memperbesar volume bebas antar rantai polimer sehingga mempermudah transfer molekul air. Dari segi sifat film yang terbentuk, film dengan *plasticizer* gliserol lebih fleksibel dan elastis daripada film dengan *plasticizer* sorbitol (Wirawan, dkk. 2012).

## 2.6 Kitosan

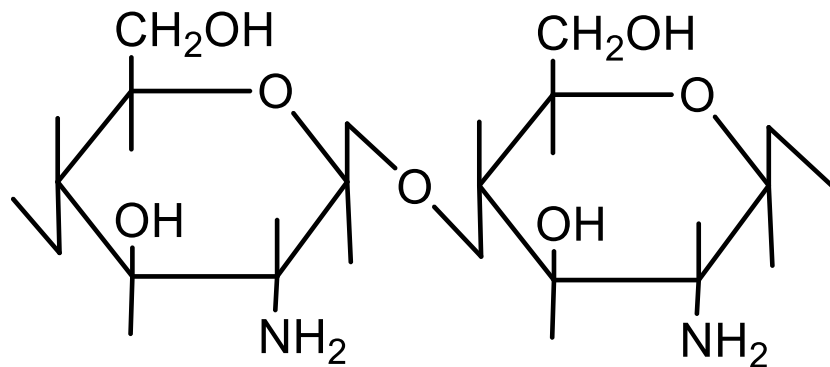
Kitosan merupakan bahan yang ramah lingkungan, dan berfungsi menambah sifat mekanik bioplastik serta ketahanan terhadap air semakin baik. Kitosan mudah terdegradasi, mudah digabungkan dengan material lainnya, dan bersifat antimikrobakterial (Dutta. 2009). Berdasarkan hasil penelitian Coniwanti, dkk (2015), Penambahan konsentrasi kitosan yang semakin tinggi akan meningkatkan nilai kuat tarik bioplastik, sedangkan nilai elongasi semakin menurun. Pemberian kitosan yang semakin banyak akan memperlambat kerusakan bioplastik (Hartatik dkk. 2014).

Kitosan adalah suatu biopolimer dari D-glukosamin yang dihasilkan dari proses deasetilasi kitin. Kitosan dapat diperoleh dari bahan alam yang mengandung kitin seperti cangkang udang, cangkang kepiting, kerang, dan lain sebagainya. Kitosan mudah larut dalam asam organik seperti asam formiat, asam asetat, dan asam sitrat (Rahayu. 2007). Tahapan yang dilalui pada proses pembuatan kitosan antara lain proses deproteinasi (penghilangan protein), demineralisasi (penghilangan mineral), dan depigmentasi (penghilangan zat warna atau pemutihan) hingga terbentuk kitin. Tahap selanjutnya adalah proses

deasetilasi kitin berupa penghilangan gugus asetil ( $-\text{COCH}_3$ ) pada gugus asetil amino kitin menjadi gugus amino bebas kitosan dengan menggunakan larutan basa hingga diperoleh biopolimer kitosan. Larutan basa konsentrasi tinggi seperti NaOH 50% dapat digunakan untuk deasetilasi kitin sehingga dapat memutuskan ikatan yang kuat antara ion nitrogen dan gugus karboksil (Nurhayati dan Agusman, 2011).

Kitosan adalah padatan amorf putih yang tidak larut dalam alkali dan asam mineral kecuali pada keadaan tertentu. Kelarutan kitosan yang paling baik ialah dalam larutan asam asetat 1%, asam format 10% dan asam sitrat 10%. Kitosan tidak dapat larut dalam asam piruvat, asam laktat dan asam-asam anorganik pada pH tertentu, walaupun setelah dipanaskan dan diaduk dengan waktu yang agak lama (Meriatna, 2008). Kitosan juga merupakan suatu polimer multifungsi karena mengandung tiga jenis gugus fungsi yaitu asam amino, gugus hidroksil primer dan sekunder. Adanya gugus fungsi ini menyebabkan kitosan mempunyai reaktifitas yang tinggi. Kitosan merupakan senyawa yang tidak larut dalam air dan larutan basa kuat namun sedikit larut dalam asam klorida ( $\text{HCl}$ ), asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) dan asam posfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) (Silvia, dkk. 2014).

Struktur kitosan dapat dilihat pada Gambar 2.4.



**Gambar 2.4** Struktur Kitosan

Sumber : Sari dan Abdiani. 2015

Kitosan murni umumnya bersifat kohesif, kompak, dan memiliki lapisan yang mulus tak berpori dan retak (Skurtys, dkk. 2011). Karakteristik mutu kitosan dapat dilihat pada Tabel 2.3

**Tabel 2.3** Sifat dan mutu kitosan

Parameter Pengamatan	Nilai
Ukuran Partikel	Serpihan bubuk <2 mm
Kadar Air	<10,00%
Kadar Abu	<2,00%
Protein	-
Derajat deasetilasi	$\geq 70\%$
Bau	Tidak Berbau
Warna	Jernih/Putih
Viskositas	Rendah : < 200 cps Medium : 200-799 cps Tinggi : 800-2000 cps Ekstra Tinggi : >2000 cps
Kelarutan dalam asam asetat 1%	>99%

Sumber : Protan Laboratories Inc. (1987) dalam Agustini dan Sedjati. (2007)

Kitosan mempunyai gugus fungsional berupa gugus amino. Selain gugus amino, terdapat juga gugus hidroksil primer dan sekunder. Adanya gugus fungsi 12 tersebut menyebabkan kitosan mempunyai reaktifitas kimia yang tinggi dan menyebabkan kitosan mudah terbiodegradasi (Agustini dan Sedjati. 2007). Kitosan mempunyai potensi untuk dimanfaatkan pada berbagai jenis industri maupun aplikasi pada bidang kesehatan. Salah satu contoh aplikasi kitosan yaitu sebagai pengikat bahan-bahan untuk pembentukan alat-alat gelas, plastik dan karet (Joseph, dkk. 2011). Pemanfaatan kitosan sebagai bahan tambahan pada pembuatan bioplastik berfungsi untuk memperbaiki kekuatan lembar bioplastik yang dihasilkan. Semakin banyak kitosan yang digunakan, maka sifat mekanik dan ketahanan terhadap air dari produk bioplastik yang dihasilkan semakin baik (Sanjaya dan Puspita. 2011).

Kitosan telah menarik perhatian sebagai bahan tambahan makanan alami karena sifatnya yang tidak beracun, antibakteri, antioksidan, pembentuk film, biokompatibilitas dan biodegradabilitas. Banyak penelitian yang menggabungkan antara kitosan dengan bahan baku lain untuk membuat plastik, misalnya menggabungkan antara kitosan dengan pati. Kitosan mempunyai aktivitas

antimikroba karena sifat-sifat yang dimilikinya yaitu dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme perusak dan sekaligus melapisi produk yang diawetkan sehingga terjadi interaksi yang minimal antara produk dan lingkungannya. Pelarut terbaik yang digunakan dalam proses pembuatan membran polimer berbahan dasar kitosan adalah pelarut asam asetat. Pelarut yang umum digunakan untuk melarutkan kitosan adalah asam asetat dengan konsentrasi 1 – 2 %. Asam asetat adalah cairan tidak berwarna dengan karakteristik bau yang tajam, berasa asam, serta larut dalam air, alkohol dan gliserol. Rumus empiris asam asetat adalah  $C_2H_4O_2$  dan rumus strukturnya  $CH_3COOH$  (Fahnur, 2017).

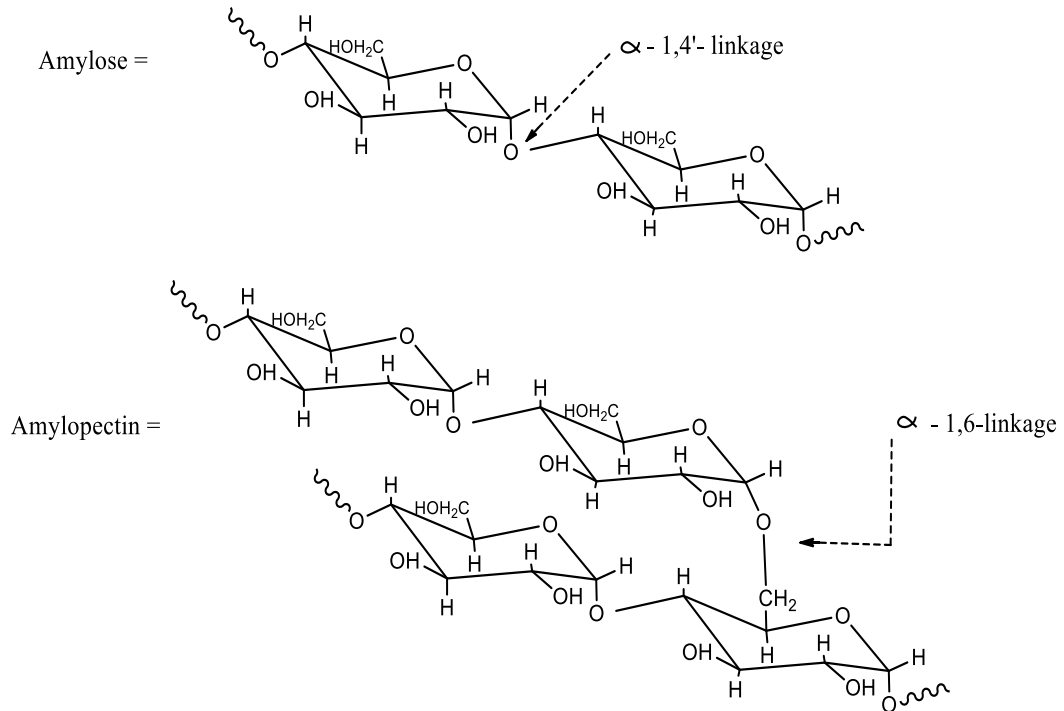
## 2.7 Pati

Bioplastik dibuat dari berbagai jenis polimer alam, salah satunya yaitu pati. Pati merupakan polimer yang banyak digunakan sebagai matriks dalam pembuatan bioplastik (Kamsiati, dkk. 2017). Bioplastik dari pati banyak dilakukan penelitian karena sifat pati yang ramah lingkungan, mudah diuraikan oleh mikroorganisme, banyak tersedia di alam, dan harganya yang relatif murah (González, dkk. 2011). Di Indonesia, pati mudah ditemukan dan melimpah. Bioplastik yang terbuat dari pati akan menghasilkan plastik biodegradable yang bisa terurai dengan mikroorganisme. Hal ini sangat berpengaruh baik untuk lingkungan (Intandiana, dkk. 2019).

Namun plastik berbahan pati mempunyai kelemahan, yaitu resitensinya terhadap air rendah karena sifat hidrofilik pati yang mempengaruhi stabilitasnya dan sifat mekaniknya yang rendah (Winarti, 2013). Hal ini menjadi permasalahan bioplastik yang tidak lebih efisien dibandingkan dengan plastik konvensional. Diperlukan solusi pada kelemahan bioplastik. Salah satu solusi yang diterapkan untuk mengatasi kelemahan ini adalah pencampuran pati dengan selulosa, kitin dan jenis biopolimer lainnya yang dapat memperbaiki kekurangan dari sifat plastik berbahan pati (Sulistyo dan Ismiyati, 2012).

Pati merupakan polisakarida yang ditemukan dalam sel tumbuhan dan beberapa mikroorganisme. Pati yang terdapat dalam sel tumbuhan berbentuk granula (butiran) dengan diameter beberapa mikron. Granula pati mengandung campuran dari dua polisakarida berbeda, yaitu amilosa dan amilopektin (Sunarya,

2012). Pembentukan pati diawali dengan terbentuknya ikatan glukosida (2 glukosa) yaitu ikatan antara molekul glukosa melalui oksigen pada atom karbon pertama seperti pada Gambar 2.5.



**Gambar 2.5** Struktur Molekul Amilosa dan Amilopektin

Sumber: Kristiani. 2015

Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan  $\alpha$ -glikosidik. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak larut disebut amilopektin. Struktur amilosa merupakan struktur lurus dengan ikatan  $\alpha$ -(1,4)-D-glukosa. Amilopektin terdiri dari struktur bercabang dengan ikatan  $\alpha$ -(1,4)-D-glukosa dan titik percabangan amilopektin merupakan ikatan  $\alpha$ -(1,6) D-glukosa. Rumus molekul pati adalah  $(C_6H_{10}O_5)_n$  dan berat molekul amilosa yaitu beberapa ribu hingga 500.000, begitu pula dengan amilopektin. Pati terdapat dalam beras, kentang dan tumbuhan hijau (Nahir. 2017).

Adanya ikatan hidrogen inter dan antar molekul diantara gugus hidroksil pada molekul pati, sehingga menunjukkan pati bersifat hidrofilik dan mudah

terdegradasi oleh mikroorganisme. Oleh karena itu pati merupakan bahan baku yang baik dimanfaatkan dalam pembuatan bioplastik.

### 2.7.1 Sifat Pati

Pati merupakan karbohidrat kompleks utama yang tidak larut dalam air dan berasal dari tanaman atau buah-buahan, bersifat tawar serta tidak berbau. Pati merupakan bahan utama yang dihasilkan oleh tumbuhan untuk menyimpan kelebihan glukosa (sebagai produk fotosintesis) dalam jangka panjang. Hewan dan manusia juga menjadikan pati sebagai sumber energi yang sangat penting dalam melakukan aktifitas (Wibowo, 2016). Pati memiliki sifat sebagai granula yang tidak larut dalam air. Granula pati tersebut terdiri atas daerah amorf dan kristal. Amilosa dalam pati bergabung dengan lipid dari struktur kristal yang lemah dan memperkuat granula tersebut. Sementara amilopektin larut dalam air, amilosa dan granula pati sendiri tidak larut dalam air dingin. Hal ini menyebabkan relatif mudah untuk mengekstrak granula pati dari sumber tanaman. Ketika suspensi pati dalam air dipanaskan, butiran pertama membengkak sampai tercapai suatu titik di mana terjadinya pembengkakan ireversibel. Proses pembengkakan ini disebut gelatinisasi (Kristiani, 2015).

Pembuatan bioplastik berbasis pati pada dasarnya menggunakan prinsip gelatinisasi, di mana air yang terserap dan pembengkakannya terbatas. Pati dapat menyerap air secara maksimal jika suspensi air dipanaskan pada temperatur 55°C sampai 80°C. Suhu gelatinisasi pati mempengaruhi perubahan viskositas larutan pati, dengan meningkatnya suhu pemanasan mengakibatkan penurunan kekentalan suspensi pati. Suhu pada saat granula pati pecah disebut suhu gelatinisasi. Gelatinisasi mengakibatkan ikatan amilosa akan cenderung saling berdekatan karena adanya ikatan hidrogen. Setelah terjadi proses gelatinisasi, kemudian larutan gelatin dicetak atau dituangkan pada tempat pencetakan dan dikeringkan selama 24 jam. Proses pengeringan akan mengakibatkan penyusutan sebagai akibat dari lepasnya air, sehingga gel akan membentuk bioplastik yang stabil (Ginting, dkk. 2014).

### 2.7.2 Pembuatan Pati

Pati dapat diperoleh dengan berbagai metode diantaranya:

#### a) Ekstraksi pati

Pati diperoleh melalui proses ekstraksi karbohidrat yaitu setelah dilakukan pengecilan ukuran melalui grinding (pemarutan) kemudian ekstrak dengan memakai pelarut (biasanya air) untuk mengeluarkan kandungan patinya dengan cara sedimentasi atau pengendapan yang selanjutnya dikeringkan pada suhu dengan lama waktu tertentu untuk mendapatkan pati yang siap digunakan (Martunis. 2012).

#### b) Hidrolisis pati

Proses hidrolisis merupakan pemecahan rantai polisakarida menjadi monomer-monomernya dengan menggunakan air. Tetapi reaksi hidrolisis antara air dan pati jalannya sangat lambat sehingga diperlukan bantuan katalisator untuk memperbesar keaktifan air. Katalisator yang biasa digunakan adalah asam klorida, asam nitrat dan asam sulfat. Bila hidrolisis dilakukan dengan bantuan katalisator 16 asam, reaksi harus dinetralkan terlebih dahulu dengan basa untuk menghilangkan sifat asamnya (Kristiani. 2015).

#### c) Metode Isolasi

Isolasi pati dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain metode alkalin merupakan metode yang paling sederhana di antara metode-metode yang lain dan menggunakan pelarut yang mudah didapat. Bahan baku yang digunakan pada metode ini adalah beras, di mana cara kerjanya yaitu dengan merendam bahan baku dengan pelarut yang telah ditentukan, dalam hal ini adalah larutan NaOH 0,1% pada suhu ruang yaitu 25°C selama 18 jam. Metode ultrasound dengan intensitas tinggi yang dikombinasikan dengan metode protease netral merupakan metode gabungan antara perendaman dengan pelarut protease netral 0,03%, dan menggunakan alat ultrasound dengan intensitas tinggi dengan amplitudo 25, 50, dan 75% selama 15, 30, dan 60 menit. Bahan baku yang digunakan pada metode tersebut di atas adalah beras. Metode tuber specific gravity menggunakan bahan baku dari kentang, adapun cara



kerja yang digunakan yaitu dengan merendam bahan baku dalam pelarut  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  1,7% pada suhu ruang yaitu  $25^\circ\text{C}$  selama 30 detik dan dihancurkan dengan menggunakan alat food processor. Chrastil and enzymatic method merupakan metode dengan merendam tepung gandum dengan bantuan enzim protease pada suhu  $45^\circ\text{C}$  selama 24 jam (Wibowo, 2016).

### 2.7.3 Pemanfaatan Pati

Pemanfaatan pati dewasa ini adalah sebagai bahan baku dalam industri makanan, obat-obatan serta produk non pangan seperti tekstil, kemasan, deterjen, dan sebagainya (Martunis, 2012). Pati yang dimanfaatkan sebagai bahan bakar 17 seperti yang dilakukan oleh Putri dan Dede (2008) yaitu memanfaatkan pati ganyong (*Canna edulis Ker*) menjadi bioetanol melalui hidrolisis asam dan fermentasi. Contoh lain dari pemanfaatan pati yaitu menggunakan pati singkong dengan penambahan kitosan dan gliserol untuk pembuatan dan karakterisasi bioplastik (Lazuardi dan Cahyaningrum, 2013).

### 2.7.4 Sumber Pati

Pati dapat diperoleh dari biji-bijian, umbi-umbian, sayuran, maupun buah-buahan. Sumber alami pati antara lain adalah jagung, labu, kentang, ubi jalar, pisang, barley, gandum, beras, sagu, ubi kayu, ganyong, dan sorgum. Pemanfaatan pati asli masih sangat terbatas karena sifat fisik dan kimianya kurang sesuai untuk digunakan secara luas. Oleh karena itu, pati akan meningkat nilai ekonominya jika dimodifikasi sifat-sifatnya melalui perlakuan fisik, kimia atau kombinasi keduanya (Herawati, 2016).

## 2.8 Tapioka

Tapioka bersifat larut di dalam air. Tapioka biasanya digunakan sebagai bahan pengental kuah ataupun sebagai bahan pengisi pada kue-kue kering. Bahan pangan ini merupakan pati yang 20 diekstrak dengan air dari umbi singkong (ketela pohon). Setelah disaring, bagian cairan dipisahkan dengan ampasnya. Cairan hasil saringan kemudian diendapkan. Bagian yang mengendap tersebut

selanjutnya dikeringkan dan digiling hingga diperoleh butiran-butiran pati halus berwarna putih, yang disebut tapioka (Dwiputri. 2015).

Tepung tapioka merupakan pati murni yang diperoleh dari ekstraksi penggilingan singkong. Kadar amilosa tepung tapioka berkisar sekitar 12,28% sampai 27,38% dan kadar amilopektin berkisar antara 72,61% sampai 87,71%. Kadar amilosa berpengaruh terhadap sifat mekanik bioplastik. Sedangkan kadar amilopektin akan memberikan sifat lengket yang optimal. Komposisi kimiawi beras ketan putih terdiri dari karbohidrat 79,4 % ; protein 6,7 % ; lemak 0,7 % ; Ca 0,012 % ; Fe 0,008 % ; P 0,148 % ; Vit B 0,0002 % dan Air 12% (Haryanto dan Saputri. 2017).