

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Polimer

Polimer adalah salah satu bahan rekayasa bukan logam (non-metallic material) yang penting. Saat ini bahan polimer telah banyak digunakan sebagai bahan substitusi untuk logam terutama karena sifatnya yang cenderung ringan, tahan terhadap korosi dan bahan kimia, serta murah, terutama untuk pengaplikasian pada temperature rendah. Selain itu karena daya hantar listrik dan panas yang sangat rendah, kemampuannya dalam meredam kebisingan, variasi pada warna dan tingkat transparansi, serta kesesuaian desain dan manufaktur. (Coniwanti, Laila, & Alfira, 2014)

Proses pembentukan rantai molekul raksasa polimer dari unit-unit molekul terkecilnya (*mer* atau *meros*) melibatkan reaksi yang sangat kompleks. Proses polimerisasi tersebut secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua jenis reaksi, yaitu: (1) polimerisasi adisi, dan (2) polimerisasi kondensasi. Reaksi adisi, seperti yang terjadi pada proses pembentukan makro molekul polyethylene dari molekul-molekul etilen, terjadi secara cepat dan tepat tanpa produk samping sehingga sering disebut pula sebagai Pertumbuhan Rantai (*Chain Growth*). Sedangkan, polimerisasi kondensasi, misalnya terjadi pada pembentukan bakelit dari dua buah mer berbeda, berlangsung tahap demi tahap (*Step Growth*)

dengan menghasilkan produk samping, seperti molekul air yang dikondensasikan keluar.(Coniwanti et al., 2014)

Polimer alami adalah polimer yang dihasilkan dari monomer organik seperti pati, karet, kitosan, selulosa, protein dan lignin. Biopolimer banyak diminati oleh industri karena berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbarui, *biodegradable* (dapat diuraikan), mempunyai sifat mekanis yang baik, dan ekonomis. Saat ini, biopolimer banyak diteliti untuk menghasilkan film (plastik) yang dapat menggantikan keberadaan plastik sintetis. Terdapat tiga kelompok biopolimer yang menjadi bahan dasar dalam pembuatan film kemasan *biodegradable*, yaitu :

a) Campuran biopolimer dengan polimer sintetis : film jenis ini dibuat dari campuran granula pati (5 – 20 %) dan polimer sintetis serta bahan tambahan (prooksidan dan autooksidan).Komponen ini memiliki angka *biodegradabilitas* yang rendah dan *biofragmentasi* sangat terbatas.

b) Polimer mikrobiologi (poliester): Biopolimer ini dihasilkan secara bioteknologis atau fermentasi dengan mikroba genus *Alcaligenes*. Berbagai jenis ini diantaranya polihidroksi butirat (PHB), polihidroksi valerat (PHV), asam polilaktat dan asam poliglikolat. Bahan ini dapat terdegradasi secara penuh oleh bakteri, jamur dan alga. Tetapi karena

proses produksi bahan dasarnya yang rumit mengakibatkan harga kemasan biodegradable ini relatif mahal.

c) Polimer pertanian: biopolimer ini tidak dicampur dengan bahan sintetis dan diperoleh secara murni dari hasil pertanian. Polimer pertanian ini diantaranya selulosa (bagian dari dinding sel tanaman), kitin (pada kulit *Crustaceae*) dan *pullulan* (hasil fermentasi pati oleh *Pullularia pullulans*). Polimer ini memiliki sifat termoplastik, yaitu mempunyai kemampuan untuk dibentuk atau dicetak menjadi film kemasan. Kelebihan dari polimer jenis ini adalah ketersediaan sepanjang tahun (*renewable*) dan mudah hancur secara alami (*biodegradable*). Polimer pertanian yang potensial untuk dikembangkan antara lain adalah pati gandum, pati jagung, kentang, *casein*, *zein*, *concentrate whey* dan *soy protein*.(Coniwanti et al., 2014)

Plastik adalah polimer rantai panjang dari atom yang mengikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang, atau "monomer". Istilah plastik mencakup produk polimerisasi sintetis, namun ada beberapa polimer alami yang termasuk plastik. Plastik terbentuk dari kondensasi organik atau penambahan polimer dan bisa juga terbentuk dengan menggunakan zat lain untuk menghasilkan plastik yang ekonomis (Azizah, 2009 dalam Ningsih SW,2010).

Plastik adalah senyawa polimer dengan struktur kaku yang terbentuk dari polimerisasi monomer hidrokarbon yang membentuk rantai panjang. Plastik mempunyai titik didih dan titik leleh yang beragam, hal ini berdasarkan pada monomer pembentukannya. Monomer yang sering digunakan dalam pembuatan plastik adalah propena ( $C_3H_6$ ), etena ( $C_2H_4$ ), vinil klorida ( $CH_2$ ), nylon, karbonat ( $CO_3$ ), dan styrene ( $C_8H_8$ ).

Sifat – sifat plastik sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.1. Sifat Mekanik Plastik Sesuai SNI

No. Karakteristik	Nilai
1. Kuat tarik (MPa)	24,7-302
2. Persen elongasi (%)	21-220
3. Hidrofobitas (%)	99

Sumber: Darni dan Herti (2010)

## 2.2 Bioplastik

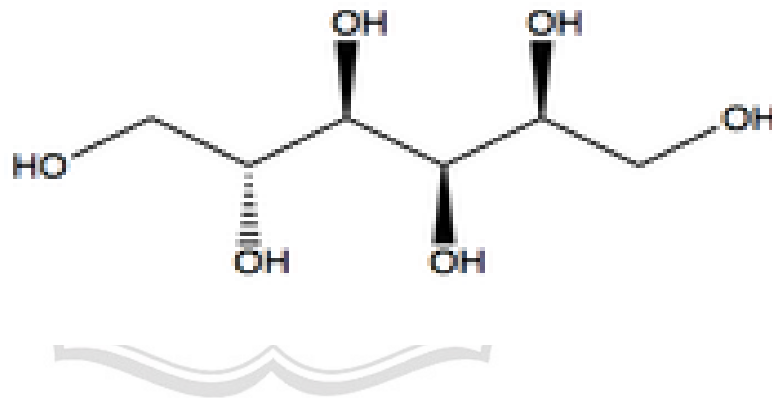
Bioplastik adalah plastik yang dapat digunakan layaknya seperti plastik konvensional, namun akan hancur terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi hasil akhir berupa air dan gas karbondioksida setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan tanpa meninggalkan sisa yang beracun. Karena sifatnya yang dapat kembali ke alam, plastik biodegradabel merupakan bahan plastik yang ramah terhadap lingkungan. Bioplastik dapat diperoleh melalui sumber – sumber yang bervariasi. Seperti protein, lipid dan polisakarida (Gonzalez – Gutierrez, 2010).

Biodegradasi yaitu proses pemecahan cemaran organik oleh aktivitas mikroorganisme seperti bakteri, jamur dan alga yang melibatkan serangkaian reaksi enzimatik. Umumnya terjadi karena senyawa tersebut dimanfaatkan sebagai sumber makanan (substrat). Biodegradasi yang lengkap disebut juga sebagai mineralisasi, dengan produk akhirnya berupa karbondioksida dan air (Penguat & Clay, 2012)

## 2.3 Sorbitol Sebagai *Plasticizer*

*Plasticizer* menurunkan kekuatan inter dan intra molekular dan meningkatkan mobilitas dan fleksibilitas film (Sanchez et al., 1998). Semakin banyak penggunaan *plasticizer* maka akan meningkatkan kelarutan. Begitu pula dengan penggunaan *plasticizer* yang bersifat

hidrofilik juga akan meningkatkan kelarutannya di dalam air. Semakin banyak penggunaan *plasticizer*, kelarutan juga akan semakin meningkat. Demikian pula dengan penggunaan *plasticizer* yang bersifat hidrofilik juga akan meningkatkan kelarutannya dalam air. Peningkatan suhu pemanasan juga akan menurunkan persentase pemanjangan dari *edible film*. Permeabilitas terhadap kelarutan dan uap air akan cenderung menurun seiring dengan naiknya suhu pemanasan (Bourtoom, 2007).



Gambar 2.1 Struktur Kima Sorbitol

Sorbitol adalah senyawa *monosakarida polyhidric alcohol*. Nama kimia lain dari sorbitol adalah hexitol atau glusitol dengan rumus kimia  $C_6H_{14}O_6$ . Struktur molekulnya mirip dengan struktur molekul glukosa hanya yang berbeda gugus aldehid pada glukosa diganti menjadi gugus alkohol.

Sorbitol dapat dibuat dari glukosa dengan proses hidrogenasi katalitik bertekanan tinggi. Sorbitol umumnya digunakan sebagai bahan baku industri barang konsumsi dan makanan seperti pasta gigi, permen, kosmetik, farmasi, vitamin C, dan termasuk industri tekstil dan kulit (Othmer, 1960 Dalam Aryani, 2014).

Sorbitol adalah termasuk jenis pemanis nutritif alami buatan yang mengandung nutrisi dan mampu menghasilkan sejumlah kalori (3,994 kkal setiap gramnya setara dengan gula tebu yaitu 3,940 kkal/gr). Sorbitol seperti dekrosa, menghasilkan rasa dingin pada lidah. Sorbitol mempunyai kemampuan untuk mengurangi ikatan hydrogen internal dan meningkatkan jarak intermolekuler. Kemampuan seperti inilah yang menjadikan sorbitol sebagai *plasticizer* dan penambahan dalam *edible film* diperlukan untuk mengatasi sifat rapuh yang disebabkan oleh kekuatan intermolekuler ekstensif. Penambahan sorbitol juga dapat menginduksi film sehingga dapat dikelim (Mc Hugh dan krochta, 1994).

Penambahan *plasticizer* akan meningkatkan permeabilitas O<sub>2</sub> dan uap air serta daya elongasi dari film yang dihasilkan, sedangkan kekuatan mekanik lainnya akan menurun, seperti pada pengaruh *plasticizer* seperti gliserin, sorbitol dan polietilen glikol (PEG) pada *edible film* dari protein didih. Memberikan fleksibilitas tinggi per unit meningkatkan permeabilitas uap air diantara *plasticizer* yang diamati.

Peningkatan permeabilitas  $O_2$  yang diakibatkan oleh penambahan sorbitol, lebih rendah dibandingkan dengan dengan penambahan gliserol (Mc Hugh dan krochta, 1994).

Sorbitol adalah jenis gula alkohol yang tidak memiliki gugus karbonil bebas, sehingga tidak mengalami reaksi maillard dan lebih stabil terhadap panas daripada mono dan disakarida yang sama. Polialkohol juga lebih resistan terhadap degradasi mikroba gula. Sorbitol sangat higroskopis sehingga membutuhkan perhatian selama pengolahan. Selain aplikasinya dalam makanan diet khusus, sorbitol juga digunakan sebagai humaktan, sekuestran untuk logam tertentu, penstabil dan senyawa pengontrol viskositas (Dwivedi, 1978).

Sifat-sifat Fisika :

- Specific gravity : 1.472 ( $-5^{\circ}C$ )
- Titik lebur :  $93^{\circ}C$  (Metasable form)  $97,5^{\circ}C$  (Stable form)
- Titik didih :  $296^{\circ}C$
- Kelarutan dalam air : 235 gr/100 gr  $H_2O$
- Panas Pelarutan dalam air : 20.2 KJ/mol
- Panas pembakaran : -3025.5 KJ/mol

Sifat-sifat Kimia :

- Berbentuk kristal pada suhu kamar
- Berwarna putih tidak berbau dan berasa manis
- Larut dalam air, glycerol dan propylene glycol



- Sedikit larut dalam metanol, etanol, asam asetat dan phenol
- Tidak larut dalam sebagian besar pelarut organik (Perry, 1950)

## 2.4 Pati

Pati merupakan simpanan karbohidrat dalam tumbuhan dan merupakan karbohidrat utama yang dimakan manusia di seluruh dunia. Komposisi amilopektin dan amilosa berbeda dalam pati berbagai bahan makanan. Amilopektin pada umumnya terdapat dalam jumlah lebih besar. Sebagian besar pati mengandung antara 15% dan 35% amilosa. Dalam butiran pati, rantai-rantai amilosa dan amilopektin tersusun dalam bentuk semi kristal, yang menyebabkannya tidak larut dalam air dan memperlambat pencernaannya oleh amilase di pankreas (Almatsier, 2004).

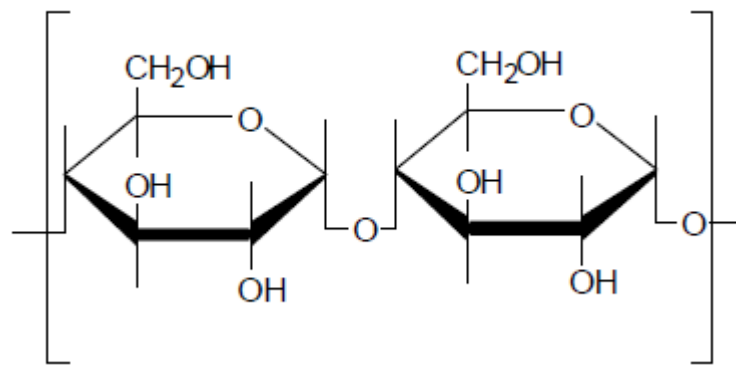
Pati adalah cadangan makanan utama pada tanaman. Senyawa ini sebenarnya campuran dua polisakarida, yaitu amilosa yang terdiri dari 70 hingga 350 unit glukosa yang berikatan membentuk garis lurus dan amilopektin yang terdiri hingga 100.000 unit glukosa yang berikatan membentuk struktur rantai bercabang. Kira-kira 20% dari pati adalah amilosa. Pati berwarna putih, berbentuk serbuk bukan kristal yang tidak larut dalam air dingin. Tidak seperti monosakarida dan disakarida, pati dan polisakarida lain tidak mempunyai rasa manis. Hidrolisis pati dapat dilakukan oleh asam atau enzim (Gaman dan Sherrington, 1992).

Pati merupakan bentuk karbohidrat yang ditimbun di dalam tanaman dan sebagai sumber energi pada makanan. Pati terdiri dari rantai molekul-molekul glukosa yang panjang dengan 2 jenis, yaitu amilosa dari rantai molekul glukosa yang panjang dan lurus serta amilopektin yang terdiri dari rantai molekul glukosa yang lebih pendek dan bercabang. Apabila pati dipanasi dengan panas basah atau direbus, butir-butir pati tersebut akan menyerap air dan mengembang dan dinding sel-sel akan pecah (hancur) sehingga lebih mudah dicerna oleh enzim-enzim pencerna. Amilopektin mempunyai sifat koloidal sehingga jika dipanaskan, campuran air dengan pati akan menjadi kental (*thickening*). (Purba, *et al*, 1984).

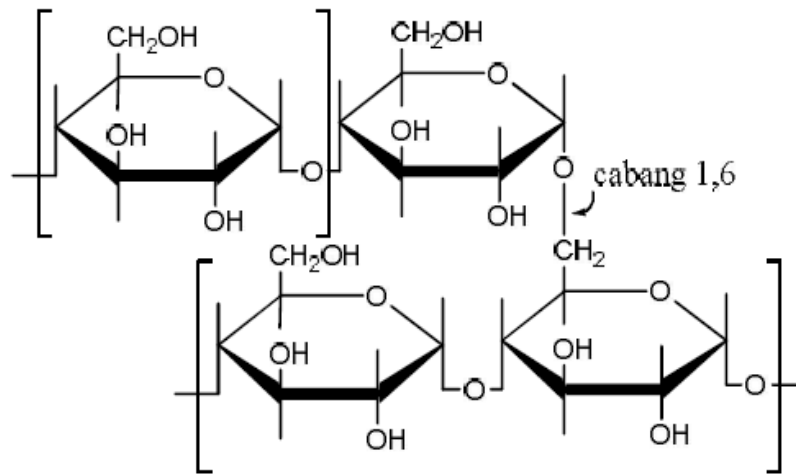
Pati dapat digolongkan berdasarkan sifat-sifat pasta yang dimasak. Pati serealialia (jagung, gandum, beras dan sorghum) membentuk pasta kental yang mengandung bagian-bagian pendek dan pada pendinginan membentuk gel yang buram. Pati akar dan umbi (kentang, ketela dan tapioka) membentuk pasta sangat kental dan mengandung bagian-bagian panjang. Pasta ini biasanya jernih dan pada pendinginan hanya membentuk gel lunak. (deMan, 1997).

Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan  $\alpha$ -glikosidik. Berbagai macam pati tidak sama sifatnya, tergantung dari panjang rantai C, serta apakah lurus atau bercabang rantai molekulnya. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas.

Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi yang tidak terlarut dinamakan amilopektin. Amilosa memiliki struktur lurus dengan ikatan  $\alpha$ -(1,4)-D-glukosa sedangkan amilopektin mempunyai cabang dengan ikatan  $\alpha$ -(1,6)-D-glukosa sebanyak 4-5 dari berat total (Winarno, 1997). Struktur amilosa dapat dilihat pada Gambar 1 dan amilopektin pada Gambar 2.



Gambar 2.2. Struktur Kimia Amilosa (Hanfa Z., Quanzhou L., Dongmei Z.,2001)



Gambar 2.3. Struktur Kimia Amilopektin (Hanfa Z., Quanzhou L., Dongmei Z., 2001)

Apabila pati mentah dimasukkan ke dalam air dingin, granula patinya akan menyerap air dan membengkak. Namun demikian jumlah air yang terserap dan pembengkakannya terbatas. Air yang terserap tersebut hanya dapat mencapai 30%. Peningkatan volume granula pati yang terjadi di dalam air pada suhu antara  $55^{\circ}\text{C}$  sampai  $65^{\circ}\text{C}$  merupakan pembengkakan yang sesungguhnya, dan setelah pembengkakan ini granula pati dapat kembali pada kondisi semula. Granula pati dapat dibuat membengkak luar biasa, tetapi bersifat tidak dapat kembali lagi pada kondisi semula. Perubahan tersebut dinamakan gelatinisasi. Suhu gelatinisasi tergantung pada konsentrasi pati. Makin kental larutan, suhu tersebut makin lambat tercapai,

sampai suhu tertentu kekentalan tidak bertambah, bahkan kadang-kadang turun (Winarno, 1997).

Pada fraksinasi diketahui kandungan amilosa pati hanya sedikit, perbandingan amilosa : amilopektin sekitar 1 : 3. beberapa varietas genetik dari jagung, barley dan beras tidak mempunyai amilosa tetapi hanya amilopektin. Namun lebih banyak jenis kacang polong, jagung dan barley yang mempunyai karakteristik genotip dengan kandungan amilosa yang tinggi (60-80%) (Whistler, *et al*, 1984).

Beberapa sifat pati adalah mempunyai rasa yang tidak manis, tidak larut dalam air dingin tetapi di dalam air panas dapat membentuk gel atau sol yang bersifat kental. Sifat kekentalannya ini dapat digunakan untuk mengatur tekstur makanan dan sifat gelnya dapat diubah oleh gula atau asam. Penguraian tidak sempurna dari pati dapat menghasilkan dekstrin yaitu suatu bentuk oligosakarida (Winarno, *et al*, 1980).

Meskipun suatu gel adalah sistem dispersi koloid zat cair dalam zat padat namun tidak berarti zat cair sebagai fase dispersinya harus lebih sedikit daripada zat padat sebagai medium dispersi. Pada kenyataannya malah dijumpai bahwa persentase zat padat pada hampir semua gel adalah jauh lebih kecil dari pada persentase zat cairnya. Semua gel mempunyai konsistensi padat atau hampir padat dengan

harga plastisitas yang tinggi. Dan gel pati merupakan golongan gel elastis, reversibel yang dapat kembali membentuk sol (Sulaiman, 1995).

Pati dalam bahan pangan terdapat dalam bentuk granula, yaitu tempat dimana amilosa dan amilopektin berada. Granula pati berbeda-beda ukuran dan bentuknya, tergantung sumber atau asal patinya. Bentuk dan ukuran pati ini dapat dibedakan satu sama lain secara mikroskopis. Granula pati memiliki sifat *birefringence*, yaitu sifat yang mampu merefleksikan cahaya terpolarisasi sehingga terlihat kontras gelap terang yang tampak sebagai warna biru-kuning. Sifat ini akan terlihat bila granula pati diamati di bawah mikroskop polarisasi. Sifat *birefringence* ini akan hilang apabila granula pati mengalami gelatinisasi (Murano 2003).

Perbedaan ukuran diameter granula ( $\sim 1 - 100 \mu\text{m}$ ), bentuk (bulat, bersudut/lentikular, poligonal), tingkat penyebaran, asosiasi sebagai satuan 10 tunggal atau kumpulan granula, dan komposisi (kandungan  $\alpha$ -glukan, lemak, air, protein, dan mineral) menentukan asal botaninya (Tester dan Karkalas, 2002).

#### **2.4.1 Gelatinisasi**

Gelatinisasi adalah peristiwa hilangnya sifat *birefringence* granula pati akibat penambahan air secara berlebih dan pemanasan pada waktu dan suhu tertentu sehingga granula membengkak dan tidak

dapat kembali pada kondisi semula (irreversible) (Belitz dan Grosch 1999). Pati memiliki sifat tidak larut dalam air dingin. Namun bila suspensi pati dimasak perlahan-lahan hingga mencapai suhu pemasakan, kelarutan pati meningkat yang diikuti dengan meningkatnya kekentalan suspensi pati tersebut (Murano 2003).

Gelatinisasi pati terjadi karena granula pati secara bertahap menyerap air ketika suspensinya dipanaskan yang menyebabkan volumenya meningkat secara perlahan-lahan. Suhu pada saat granula pati mulai menyerap air yang ditandai dengan mulai meningkatnya kekentalan disebut dengan suhu gelatinisasi (Murano 2003).

Setelah mencapai suhu gelatinisasi, semakin tinggi suhu pemanasan, maka granula akan semakin besar menyerap air, hingga pada suhu tertentu granula pati tidak akan mampu lagi menyerap air. Pada kondisi dimana granula pati mencapai penyerapan air secara maksimum, suspensi pati akan mencapai kekentalan maksimum. Setiap jenis pati akan mencapai kekentalan maksimum pada nilai dan suhu yang berbeda-beda. Apabila pemanasan dilanjutkan pada suhu yang lebih tinggi, maka granula akan pecah (*breakdown*) dan kekentalan suspensi pati akan menurun tajam dengan meningkatnya suhu (Murano 2003).

Proses gelatinisasi terjadi pada dasarnya melalui tiga fase antara lain: air secara perlahan-lahan dan bolak-balik masuk ke dalam

granula pati, fase kedua ditandai dengan pengembangan granula dengan cepat sehingga kehilangan sifat *birefringent*, dan fase ketiga terjadi jika suhu terus naik, maka molekul amilosa terdifusi keluar granula (Cready 1970).

Harper (1981) mengemukakan bahwa mekanisme gelatinisasi diawali dengan adanya pemberian air yang mengganggu kristanilitas amilosa dan mengganggu struktur heliksnya. Granula pati mengembang dan volumenya menjadi 20-30 kalinya. Meyer (2003) menyatakan pula bahwa pengembangan granula pati dalam air dingin dapat mencapai 25-30% dari berat semula. Bila diberi air panas terus-menerus maka amilosa akan keluar dari granula. Jika proses gelatinisasi terus berlanjut maka granula akan pecah dan terbentuklah struktur gel koloidal. Pada keadaan tersebut granula pati tidak larut dalam air dingin tetapi terbentuk suspensi. Pengembangan granula pati ini disebabkan oleh molekul-molekul air berpenetrasi masuk ke dalam granula dan terperangkap pada susunan molekul-molekul amilosa dan amilopektin. Dengan naiknya suhu suspensi pati dalam air, maka pengembangan granula semakin besar. Mekanisme pengembangan tersebut disebabkan oleh molekul-molekul amilosa dan amilopektin secara fisik hanya dipertahankan oleh ikatan-ikatan hidrogen yang lemah. Atom hidrogen dari gugus hidroksil akan tertarik pada muatan negatif atom oksigen dari gugus hidroksil yang lain.



Ikatan hidrogen tersebut makin melemah dengan naiknya suhu suspensi. Di sisi lain, molekul-molekul air mempunyai energi kinetik yang lebih tinggi sehingga dengan mudah berpenetrasi ke dalam granula, tetapi ikatan hidrogen antar molekul air makin melemah. Akhirnya jika suhu suspensi meningkat, air akan terikat secara simultan dalam sistem amilosa dan amilopektin sehingga menghasilkan ukuran granula makin besar (Meyer 2003). Pati yang telah mengalami gelatinisasi dapat dikeringkan, tetapi molekul-molekul tersebut tidak dapat kembali lagi ke sifat-sifat sebelum gelatinisasi. Bahan yang dikeringkan tersebut mampu menyerap air kembali dalam jumlah yang besar (Winarno 2008).

#### **2.4.2 Retrogradasi**

Retrogradasi merupakan perubahan amilosa dari bentuk amorf ke bentuk kristalin. Retrogradasi terjadi apabila antara ikatan hidrogen dan gugus hidroksil molekul amilosa yang berdekatan saling berikatan dalam bentuk pasta. Retrogradasi terjadi ketika pati yang telah digelatinisasi didiamkan beberapa lama sehingga terjadi penurunan suhu (Wurzburg, 1989).

Setelah proses pemasakan, suspensi pati yang telah mengalami gelatinisasi (biasanya disebut dengan pasta) akan mengalami proses

pembentukan gel ketika didinginkan. Pembentukan gel terjadi karena terbentuknya ikatan-ikatan hidrogen kembali antar molekul pati, khususnya amilosa. Semakin tinggi kandungan amilosa dari pati, semakin tinggi kemampuannya membentuk gel. Sedangkan pati yang mengandung amilopektin yang tinggi umumnya memiliki kemampuan membentuk gel yang lemah dan lengket (Murano 2003).

Jika gel pati didiamkan beberapa lama maka akan terjadi perluasan daerah kristal sehingga mengakibatkan pengkerutan struktur gel yang biasanya diikuti dengan keluarnya air dari gel. Pati tergelatinisasi yang kemudian mengalami penurunan suhu dapat mengkristal kembali, peristiwa ini disebut dengan retrogradasi (BeMiller dan Whistler 1996).

Bila pati didinginkan energi kinetik tidak cukup tinggi untuk mencegah kecenderungan molekul-molekul amilosa untuk berikatan satu sama lain. Dengan demikian terjadi semacam jaring-jaring yang membentuk mikrokristal dan mengendap (Winarno 2008). Retrogradasi mengakibatkan perubahan sifat gel pati diantaranya meningkatkan ketahanan pati terhadap hidrolisis enzim amilolitik, menurunkan kemampuan melewatkan cahaya (transmisi) dan kehilangan kemampuan untuk membentuk kompleks berwarna biru dengan iodin.

Faktor yang mendukung terjadinya retrogradasi adalah temperature yang rendah, derajat polimerisasi yang relatif rendah, konsentrasi amilosa yang tinggi, dan adanya ion-ion organik tertentu (Jane 2004). Antara molekul amilosa akan cenderung beragregasi membentuk ikatan yang sangat kuat pada suhu rendah karena energi kinetik yang kurang untuk mencegah pembentukan ikatan tersebut. Retrogradasi semakin mudah dengan semakin tingginya konsentrasi amilosa dan rendahnya derajat polimerisasinya amilosa tersebut.

## 2.5 Jagung

Tanaman jagung (*Zea Mays L*) merupakan salah satu komoditas strategis dan bernilai ekonomis, serta mempunyai peluang untuk dikembangkan karena kedudukannya sebagai sumber utama karbohidrat dan protein setelah beras. Disamping itu jagung berperan sebagai pakan ternak, bahan baku industri dan rumah tangga. Beberapa tahun terakhir kebutuhan jagung terus meningkat, hal ini sejalan dengan semakin meningkatnya laju pertumbuhan jumlah penduduk dan peningkatan kebutuhan untuk pakan. ( Alam Nur, 2008).

Salah satu produk olahan jagung yang penting dan belum banyak diketahui oleh petani adalah pati jagung. Pati jagung dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk produksi *High Fructose Corn Syrup* (sirup jagung), makanan ringan, sohun dan bahan pengental

dalam pembuatan berbagai macam saus. Sebagai bahan industri non pangan, pati jagung dibutuhkan antara lain dalam industri plastik, industri kertas, industri tekstil, dan untuk bahan perekat.(Alam Nur, 2008).

Tanaman ini mempunyai batang berbentuk bulat, beruas-ruas dan tingginya antara 180 – 210 cm. Batang tanaman jagung diselimuti oleh pelepah-pelepah daun berwarna hijau ke hijau tua. Daun jagung berupa helai tunggal dengan ujung semakin meruncing, lurus, tipis, berwarna hijau dan bertulang daun sejajar. Bunga jantan merupakan malai yang tumbuh dari ujung batang dan berwarna putih kekuningan. Sedangkan bunga betina berbentuk tongkol yang keluar melalui ketiak daun. Masa berbunga selepas tanam adalah 50 hari. Tongkol jagung mempunyai panjang 16 – 19 cm. Tongkol tersebut umumnya tersusun 14 -16 baris biji jagung. Biji jagung secara botanis adalah sebuah biji *Caryopsis*, yaitu biji kering yang mengandung sebuah benih tunggal yang menyatu dengan jaringan-jaringan dalam buahnya.

Dalam taksonomi atau sistematika tumbuh-tumbuhan, jagung dapat diklasifikasikan ke dalam :

Kingdom : *plantae* (tumbuhan)

Divisi atau fillum : *angiospermae*

Kelas : *monocotyledoneae* (tumbuhan dengan biji berkeping satu)

Ordo atau bangsa : *poales*

Famili atau suku : *poaceae*

Genus atau marga : *zea*

Spesies atau jenis : *zea mays L*

(Astawan dan Wresdiyati, 2004).

### 2.5.1 pati jagung

Pati jagung pada umumnya diekstrak dari biji jagung dengan melalui proses penggilingan biji, pemisahan kulit dan lembaga, perendaman dengan air panas, penghancuran, pemisahan endapan, perendaman endapan dengan natrium metabisulfit, pencucian dengan natrium hidoksida dan air, reduksi kandungan air, pengeringan dan pengayakan (Rambitan, 1988).

Kandungan pati yang tinggi (72 %) merupakan basis penggunaan biji jagung. Pati biji jagung terdiri atas amilosa (27 %) dan amilopektin (83 %). Pati biji jagung dapat diperoleh dengan mengekstrak biji. Pati tersebut terdapat dalam beberapa tempat seperti endosperm (84,4 %), lembaga (8,2 %) dan tudung biji (5,3 %). Protein jagung terdapat dalam lembaga (8,5 %) dan endosperma (8,6 %).

Asam lemak essensial berupa asam linolenat, asam linoleat dan asam oleat berturut-turut adalah 59 %, 0,8 %, 27 % dari total kandungan lemak biji jagung. Komposisi kimia biji jagung selengkapnya tersaji dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Komposisi kimia jagung kering

Komponen	Jagung Kering
Kalori (kal)	355
Protein (g)	9.2
Lemak (g)	3.9
Karbohidrat (g)	73.7
Ca (mg)	10
P (mg)	256
Fe (mg)	2.4
Vitamin A (SI)	0.0
Vitamin B1(mg)	0.38
Air (g)	12

Sumber : Direktorat Gizi RI (1981)

## 2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai pembuatan plastik *biodegradable* dengan penambahan *plasticizer* sorbitol telah dilakukan sebelumnya. Beberapa diantaranya yaitu :

Penelitian yang mengkaji pengaruh penambahan sorbitol dan kalsium karbonat terhadap karakteristik dan sifat biodegradasi film dari pati kulit pisang yang dilakukan oleh Senny Widyaningsih dan Dwi Kartika pada tahun 2012. Karakteristik yang dikaji dalam penelitian ini adalah daya regang, panjang putus, ketahan sobek dan uji biodegradasi dalam tanah. Dalam penelitian ini kalsium karbonat yang ditambahkan bervariasi yaitu 0%, 0,2% dan 0,4%. Sedangkan penambahan sorbitol divariasikan dengan jumlah 0%, 20% dan 40% (b/b pati). Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

- daya regang antara 2,71-179,61 MPa, panjang putus antara 1,95-19,81 MPa, ketahanan sobek antara 2,50-26,32 MPa dan pada uji biodegradasi dalam tanah mengalami penurunan berat film antara 5,73-85,08%.
- Penambahan sorbitol dan kalsium karbonat akan menambah perpanjangan putus dan ketahanan sobek serta menurunkan nilai daya regang putus film.

- Semakin banyak sorbitol dan kalsium karbonat maka semakin besar presentase kehilangan berat film.

Pada tahun 2013 Sri Wahyu Murni dan Harso Pawignyo melakukan penelitian yaitu pembuatan edible film dari tepung jagung (*Zea Mays L.*) dan kitosan. Penelitian ini mengkaji tentang pembuatan edible film dari tepung jagung dan kitosan dengan penambahan sorbitol dan gliserol sebagai *plasticizer*, variabel yang dipelajari adalah pengaruh komposisi bahan, dengan parameter yang diuji adalah kelarutan dalam air, kuat renggang putus dan permeabilitas film terhadap uap air. Kesimpulan dari penelitian ini diperoleh bahwa semakin banyak volume *plasticizer* yang digunakan, maka daya larut dari edible film semakin besar, sedangkan tensile strength dari film menurun, dan permeabilitas uap air dari film meningkat. Formulasi yang relative baik untuk edible film dari tepung jagung dan kitosan dengan *plasticizer* gliserol dan sorbitol adalah formulasi 7 gr tepung jagung, 3 gr kitosan, *plasticizer* 1 ml sorbitol dan 1 ml gliserol dengan karakteristik daya larut sebesar 21,45%, tensile strength sebesar 15,5597 MPa dan permeabilitas uap air sebesar  $3,098 \times 10^{-8}$  g/m.s.kPa.

Pada tahun 2015 choirunniza melakukan penelitian mengkaji pengaruh variasi komposisi *plasticizer* sorbitol dan gliserol terhadap sifat mekanik plastic dari pati umbi keladi (*collocasia Esculenta*).



Karakteristik sifat mekanik yang dikaji dalam penelitian ini adalah elongasitas dan kuat tarik. Kesimpulan dari penelitian ini didapatkan kondisi optimum untuk menghasilkan plastik *biodegradable* adalah pada konsentrasi 10% sorbitol-30% gliserol yang memiliki persen elongasitas 2,5% dan kuat tarik sebesar 0,0050 Mpa.

## 2.7 Sifat Mekanik Plastik

### 2.7.1 Pemanjangan / elongation (%)

Persen pemanjangan merupakan keadaan dimana *edible film* patah setelah mengalami perubahan panjang dari ukuran yang sebenarnya pada saat mengalami peregangan. Sifat tersebut sangat penting dan mengindikasikan kemampuan *edible film* dalam menahan sejumlah beban sebelum *edible film* tersebut putus. Persen pemanjangan dapat dihitung dengan membandingkan panjang film saat putus dan panjang film sebelum ditarik oleh *Tensile Strength and Elongation Tester*. Adapun secara matematis persen pemanjangan (elongasi) dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

Persentase perpanjangan (Elongation) :

$$e (\%) = [(L1-L0) / L0] \times 100\%$$

dimana : L1= panjang akhir benda uji

L0= panjang awal benda uji

Perubahan panjang dapat dilihat dari film robek, semakin tinggi konsentrasi tepung tapioka yang digunakan, maka semakin menurunkan elongasi (pemanjangan) *edible film* yang dihasilkan.

### 2.7.2 *Tensile-Strength/Kuat Tarik (MPa)*

Kuat tarik atau kuat renggang putus (*tensile-strength*) merupakan tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai film dapat tetap bertahan sebelum putus. Pengukuran *tensile-strength* dimaksudkan untuk mengetahui besarnya gaya yang dicapai untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap satuan luas area film untuk merenggang atau memanjang. Hasil pengukuran ini berhubungan erat dengan jumlah *plastisizer* yang ditambahkan pada proses pembuatan film. Sedangkan persentase pemanjangan merupakan representasi kuantitatif kemampuan film untuk merenggang yaitu didefinisikan sebagai fraksi perubahan panjang bahan sebagai efek dari deformasi. (Alyanak, 2004).

Uji tarik (*tensile test*) merupakan prosedur paling umum digunakan untuk mempelajari hubungan tegangan-regangan (*stress-strain*). Uji tarik dilakukan dengan benda uji ditarik dari dua arah, sehingga panjangnya bertambah dan

diameternya mengecil. Besarnya beban dan pertambahan panjang dicatat selama pengujian.

*Tensile-strength* adalah beban maksimum yang mampu diterima bahan uji (Huda, 2009).

$$TS = F_{max} / A_0$$

dimana :  $TS = \textit{tensile-strength}$

$F_{max}$  = gaya maksimum

$A_0$  = luas permukaan awal

### 2.7.3 Uji biodegradabilitas

Uji biodegradabilitas dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan sampel film plastik sampai mengalami degradasi. Uji biodegradabilitas yang dipilih dengan menggunakan tanah sebagai pembantu proses degradasi atau yang disebut dengan teknik soil burial test (Subowo dan Pujiastuti, 2003).

### 2.7.4 *Effective microorganism* (EM4)

saat ini telah banyak dikembangkan produk bioaktifator/agen decomposer yang diproduksi secara komersial untuk meningkatkan kecepatan dekomposisi, meningkatkan penguraian materi organik, dan dapat meningkatkan kualitas produk akhir (Nuryani *et. al*, 2002).

Larutan EM4 ini berisi mikroorganisme fermentasi. Jumlah mikroorganisme fermentasi didalam EM4 sangat banyak, sekitar 80 genus. Dari sekian banyak mikroorganisme ada lima golongan pokok yang menjadi komponen utama, yaitu bakteri fotosintetik, laktobasilus sp, streptomyces sp, ragi.

Selain berfungsi dalam proses fermentasi dan dekomposisi bahan organik, EM-4 juga mempunyai manfaat yang lain seperti (a) memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah, (b) menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman dan (c) menyetatkan tanaman, meningkatkan produksi tanaman dan menjaga kestabilan produksi (Indriani , 2001)

