

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Plastik

Plastik merupakan bahan polimer kimia yang banyak digunakan dalam kehidupan manusia. Hampir setiap produk menggunakan plastik sebagai kemasan atau bahan dasar karena plastik mempunyai keunggulan seperti ringan tetapi kuat, transparan, tahan air serta harganya relatif murah dan terjangkau oleh semua kalangan masyarakat. Plastik yang digunakan saat ini merupakan polimer sintetik dari bahan baku minyak bumi yang terbatas jumlahnya dan tidak dapat diperbaharui. Penggunaan plastik berakibat terciptanya sampah plastik yang merupakan salah satu jenis sampah yang sulit penanganannya sehingga dapat menyebabkan masalah lingkungan. Jenis plastik seperti polipropilen (PP), polietilen (PE), polivinil klorida (PVC), polistiren (PS), dan polietilen tereftalat (PET) merupakan plastik sintetik yang tidak dapat terdegradasi oleh mikroorganisme di lingkungan karena mikroorganisme tidak mampu mengubah dan mensintesa enzim yang khusus untuk mendegradasi polimer petrokimia (Yuliana, 1996 dalam Anggara, 2001), akibatnya plastik yang tertimbun dalam tanah akan mempengaruhi kualitas air tanah serta dapat memusnahkan kandungan humus yang menyebabkan tanah menjadi tidak subur. Penimbunan sampah plastik sangat mengganggu sirkulasi udara dari dan ke dalam tanah karena bahan plastik umumnya memiliki sifat perintang yang cukup tinggi terhadap permeabilitas O₂ dan CO₂ (Ani Sutiani, 2001), untuk itulah diperlukan usaha lain dalam mengatasi sampah plastik yaitu dengan membuat plastik yang dapat terurai secara biologis (plastik biodegradable).

2.2 Bioplastik

Bioplastik atau plastik organik adalah salah satu jenis plastik yang terbuat dari sumber biomassa terbarukan, seperti minyak nabati, pati jagung, pati kacang polong dan mikrobiota, jika dibandingkan dengan plastik konvensional yang terbuat dari bahan baku petroleum. Bioplastik pada umumnya bersifat dapat terdegradasi secara alami. Plastik *biodegradable* telah berkembang lebih dari 10

tahun lalu, dan perkembangan kearah plastik komersial sangat lambat. Hal ini disebabkan umumnya karena harga mahal dan sifat agak lain dari plastik konvensional. Namun dengan isu menipisnya cadangan minyak bumi maka bioplastik akan segera menjadi kompetitif dibanding plastik lainnya. Kelebihan lain dari plastik *biodegradable* adalah diproduksi dari sumber terbarukan bukan dari minyak dan mempunyai sifat dapat terdegradasi secara alami.

Plastik *biodegradable* adalah plastik yang dapat digunakan layaknya seperti plastik konvensional, namun akan hancur terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi hasil akhir air dan gas karbondioksida setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan. Karena sifatnya yang dapat kembali ke alam, plastik *biodegradable* merupakan bahan plastik yang ramah terhadap lingkungan (Pranamuda, 2001).

Menurut Guilbert (1986), tahapan pembuatan *Bioplastik* adalah sebagai berikut:

a. Pensuspensian bahan dalam pelarut

Pembuatan larutan film diawali dengan pensuspensian bahan dalam pelarut seperti etanol, air atau bahan pelarut lain.

b. Penambahan *plastizicer*

Plastizicer ditambahkan untuk memperbaiki sifat mekanik yaitu memberikan fleksibilitas pada sebuah polimer film sehingga film lentur ketika dibengkokkan, tidak mudah putus dan kuat.

c. Pengaturan suhu

Pengaturan suhu pada pembuatan *edible film* bertujuan membentuk pati tergelatinisasi yang merupakan awal pembentukan *film*. Suhu pemanasan akan menentukan sifat mekanik *edible film* karena suhu ini menentukan tingkat gelatinisasi yang terjadi dan sifat fisik pasta yang terbentuk.

d. Pengeringan.

Pengeringan bertujuan untuk menguapkan pelarut sehingga diperoleh film. Suhu mempengaruhi waktu pengeringan dan kenampakan film yang dihasilkan.

Bila pasta yang terbentuk ketika proses gelatinisasi mendingin, energi kinetik tidak lagi cukup tinggi untuk melawan kecenderungan molekul-

molekul amilosa untuk bersatu kembali. Molekul-molekul amilosa berikatan kembali satu sama lain serta berikatan dengan cabang amilopektin pada pinggir-pinggir luar granula. Dengan demikian mereka menggabungkan butir pati yang membengkak itu menjadi semacam jaring-jaring membentuk mikrokristal dan mengendap. Proses kristalisasi kembali pati yang telah mengalami gelatinisasi tersebut disebut retrogradasi (Winarno, 2002).

Produk pangan biasanya sangat kompleks, efek dari kandungan lainnya juga mempengaruhi ketika mengevaluasi fungsional pati yang berhubungan dengan viskositas. Lemak, gula, protein dan garam dapat mempengaruhi gelatinisasi, pengentalan dan retrogradasi. Biasanya, adanya kandungan yang berinteraksi (pelapisan, ikatan, atau membentuk kompleks) dengan granula atau bersaing dengan granula untuk berikatan dengan air dapat memberikan dampak negatif pada kekentalan. Sebagai contoh, lemak memiliki kecenderungan untuk berinteraksi dengan granula pati dan menghalangi hidrasi, menghasilkan perkembangan kekentalan yang rendah. Gula dan padatan lain membatasi gelatinisasi dan pengentalan dengan bersaing untuk keberadaan air. Kandungan pangan lainnya, seperti protein dan garam, juga dapat merubah kenampakan pati dan harus betul-betul dipertimbangkan ketika kandungan pati pangan diformulasi (Anonymous, 2006).

Plastik *biodegradable* adalah polimer yang dapat berubah menjadi biomassa, H₂O, CO₂ dan atau CH₄ melalui tahapan depolimerisasi dan mineralisasi. Depolimerisasi terjadi karena kerja enzim ekstraseluler (terdiri atas endo dan ekso enzim). Endo enzim memutus ikatan internal pada rantai utama polimer secara acak, dan ekso enzim memutus unit monomer pada rantai utama secara berurutan. Bagian-bagian oligomer yang terbentuk dipindahkan ke dalam sel dan menjadi mineralisasi. Proses mineralisasi membentuk CO₂, CH₄, N₂, air, garam-garam, mineral dan biomassa. Definisi polimer biodegradable dan hasil akhir yang terbentuk dapat beragam

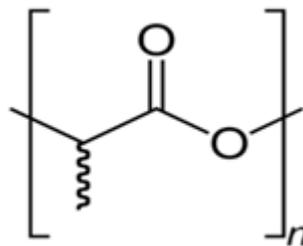
bergantung pada polimer, organisme, dan lingkungan (Kaplan et al, 1993 dalam Hartoto et al, 2005).

Averous (2008), mengelompokkan polimer biodegradable ke dalam dua kelompok dan empat keluarga berbeda. Kelompok utama adalah: (1) *agro-polymer* yang terdiri dari polisakarida, protein dan sebagainya; dan (2) biopoliester (*biodegradable polyesters*) seperti poli asam laktat (PLA), polyhydroxyalkanoate (PHA), aromatik and alifatik kopoliester. *Biopolymer* yang tergolong *agro-polymer* adalah produk-produk biomassa yang diperoleh dari bahan-bahan pertanian. seperti polisakarida, protein dan lemak. Biopoliester dibagi lagi berdasarkan sumbernya. Kelompok Polyhydroxyalkanoate (PHA) didapatkan dari aktivitas mikroorganisme yang didapatkan dengan cara ekstraksi. Contoh PHA diantaranya Poly(hydroxybutyrate) (PHB) dan Poly (hydroxybutyrate co-hydroxyvalerate) (PHBV). Kelompok lain adalah biopoliester yang diperoleh dari aplikasi bioteknologi, yaitu dengan sintesa secara konvensional monomer-monomer yang diperoleh secara biologi, yang disebut kelompok polilaktida. Contoh polilaktida adalah poli asam laktat. Kelompok terakhir diperoleh dari produk-produk petrokimia yang disintesa secara konvensional dari monomer-monomer sintetis. Kelompok ini terdiri dari *polycaprolactones* (PCL), *polyesteramides*, *aliphatic co-polyesters* dan *aromatic co-polyesters*.

2.2.1 Proses Produksi Poli Asam Laktat (PLA)

Salah satu jenis biodegradable polyester adalah Poli asam laktat (*polylactic acid*). Poli asam laktat (PLA) ditemukan pada tahun 1932 oleh Carothers (DuPont) yang memproduksi PLA dengan berat molekul rendah dengan memanaskan asam laktat pada kondisi vakum. Pada tahap selanjutnya, DuPont dan Ethicon memfokuskan pembuatan aplikasi *medical grade sutures*, implan dan kemasan obat. Baru-baru ini, beberapa perusahaan seperti Shimadzu dan Mitsui Tuatsu di Jepang telah memproduksi sejumlah PLA untuk aplikasi plastik. Poli asam laktat atau Poli laktida (PLA) dengan

rumus kimia $(\text{CH}_3\text{CHOHCOOH})_n$ adalah sejenis polimer atau plastik yang bersifat *biodegradable*, *thermoplastic* dan merupakan poliester alifatik yang terbuat dari bahan-bahan terbarukan seperti pati jagung atau tanaman tebu. Walaupun PLA sudah dikenal sejak abad yang lalu, namun baru diproduksi secara komersial dalam beberapa tahun terakhir dengan keunggulan kemampuan untuk terdegradasi secara biologi ([http://en.wikipedia.org/wiki/Poly\(lactic_acid\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Poly(lactic_acid))).



Gambar 2.3 Rumus struktur poli asam laktat

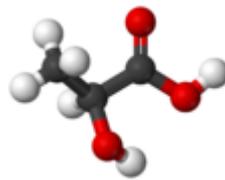
Sumber : (Hartman, 1998 dalam Averous, 2008)

Menurut Averous (2008), sintesa PLA adalah sebuah proses yang terdiri dari beberapa langkah, dimulai dari produksi asam laktat sampai pada tahap polimerisasi. Poli asam laktat dapat diproduksi melalui tiga metode, yaitu: (1) Polikondensasi langsung (*direct condensation-polymerization*) asam laktat yang menghasilkan PLA dengan berat molekul rendah dan rapuh sehingga sebagian besarnya tidak dapat digunakan kecuali jika ditambahkan *chain coupling agent* untuk meningkatkan panjang rantai polimer; (2) Kondensasi dehidrasi azeotropik (*Azeotropic dehydration condensation*) asam laktat dengan menggunakan pelarut azeotropik, yang dapat menghasilkan PLA dengan berat molekul mencapai 15.400 dan rendemen sebesar 89% dan (3) polimerisasi pembukaan cincin (*ring opening polymerization*, ROP), yang dilakukan melalui tiga tahapan yaitu polikondensasi asam laktat, depolimerisasi sehingga membentuk dimer siklik (*lactide*) dan dilanjutkan dengan polimerisasi pembukaan cincin, sehingga diperoleh PLA dengan berat molekul tinggi. Polimerisasi pembukaan cincin

menghasilkan PLA dengan berat molekul 2×10^4 hingga 6.8×10^5 . Metoda ROP ini telah dipatenkan oleh Cargill (Amerika Serikat) pada tahun 1992.

2.2.2 Produksi Asam Laktat

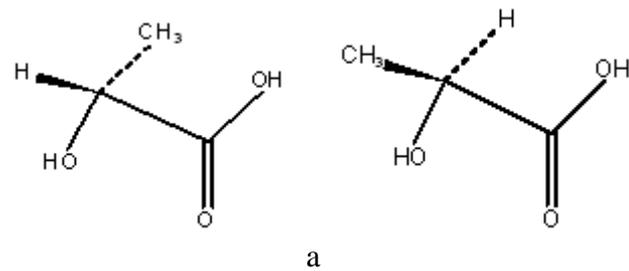
Langkah pertama dalam sintesa PLA adalah produksi asam laktat. Asam laktat (IUPAC: 2-hydroxypropanoic acid) yang biasa disebut sebagai asam susu adalah salah bahan kimia yang berperan penting dalam industri biokimia. Asam laktat pertama kali berhasil diisolasi oleh ahli kimia Swedia, Carl Wilhelm Scheele pada tahun 1780. Asam laktat mempunyai rumus kimia $C_3H_6O_3$, termasuk keluarga asam hidroksi propionat dengan rumus molekul $CH_3CHOHCOOH$. Asam laktat dalam larutan akan kehilangan satu proton dari gugus asam dan menghasilkan ion laktat $CH_3CH(OH)COO^-$. Asam laktat larut dalam air dan etanol serta bersifat higroskopik (http://en.wikipedia.org/wiki/Lactic_acid).



Gambar 2.5 Struktur molekul asam laktat

Sumber : (Hartman, 1998 dalam Averous, 2008).

Asam laktat adalah cairan pekat tak berwarna, tak berbau, larut di dalam air dalam berbagai perbandingan, alkohol dan eter tetapi tidak larut dalam kloroform. Senyawa ini termasuk asam lemah dengan daya penguapan yang rendah. Asam ini memiliki sebuah atom asimetri. Di alam terdapat dalam bentuk D-, L- dan DL-. Produk-produk komersial biasanya dalam bentuk DL- (Tjokroadikoesoemo, 1986 dalam Aulana, 2005).



Gambar 2.6 (a) Asam laktat Levorotatory (D (-) *Lactic Acid*), (b) Asam laktat Dekstrorotary (L (+) *Lactic Acid*)
 Sumber : (Hartman, 1998 dalam Averous, 2008).

Asam laktat dapat dihasilkan melalui proses fermentasi atau secara sintesis kimiawi. Reaksi dasar proses kimiawi adalah mengubah laktonitril (asetaldehid sianohidrin) menjadi asam laktat. Beberapa metode kimia yang memungkinkan sintesis asam laktat adalah degradasi gula dengan alkali seperti kapur atau NaOH, interaksi asetaldehid dan karbonmonoksida pada suhu dan tekanan yang dinaikkan, dan hidrolisa dari asam α -kloropropionat (Mark et al, 1967 dalam Aulana, 2005). Fermentasi merupakan metoda yang paling banyak digunakan oleh industri untuk menghasilkan asam laktat. Menurut Hofvendahl dan Hahn-Hägerdal (2000), dari 80.000 ton dari asam laktat yang dihasilkan di seluruh dunia setiap tahun sekitar 90% dibuat dengan cara fermentasi bakteri asam laktat dan sisanya dihasilkan melalui sintesis kimia yaitu hidrolisis laktonitril. Averous (2008) juga menjelaskan hal senada dengan perkiraan produksi asam laktat dunia 200.000 ton pertahun. Salah satu keunggulan metode fermentasi adalah asam laktat yang dihasilkan bisa diatur hanya terdiri dari satu enantiomer berdasarkan bakteri yang digunakan (Hofvendahl dan Hahn-Hägerdal, 2000).

Proses fermentasi dapat digolongkan berdasarkan jenis bakteri yang digunakan; (1) metoda heterofermentatif, menghasilkan kurang dari 1.8 mol asam laktat per mol heksosa dengan hasil fermentasi lainnya dengan jumlah yang signifikan diantaranya asam asetat, etanol, gliserol, manitol dan karbondioksida; (2) metoda homofermentatif yang hanya menghasilkan asam laktat, atau menghasilkan produk samping dengan jumlah yang sangat

kecil. Metoda homofermentatif ini banyak digunakan di industri, dengan konversi yield glukosa menjadi asam laktat lebih dari 90% (Hofvendahl dan Hahn–Hägerdal, 2000).

2.2.3 Polimerisasi Asam Laktat

Langkah selanjutnya dari sintesa PLA adalah polimerisasi asam laktat. Polimerisasi asam laktat sendiri terdiri dari tiga metode, yaitu:

- Polimerisasi PLA dengan metode Polikondensasi Langsung

Polimerisasi kondensasi adalah metoda paling murah untuk menghasilkan PLA, namun sangat sulit untuk mendapatkan PLA dengan berat molekul yang tinggi (Averous, 2008). Polikondensasi langsung (konvensional) ini dimungkinkan, menurut Hasibuan (2006), karena adanya gugus hidroksil dan karboksil pada asam laktat. Namun, reaksi polikondensasi konvensional asam laktat ini tidak cukup dapat meningkatkan bobot molekulnya dan pada metode ini dibutuhkan waktu yang sangat lama karena sulitnya untuk mengeluarkan air dari produk yang memadat, sehingga produk air yang dihasilkan justru akan menghidrolisis polimer yang terbentuk. Reaksi polikondensasi konvensional hanya mampu menghasilkan PLA dengan bobot kurang dari $1,6 \times 10^4$ (Hyon *et al.*, 1998 dalam Hasibuan, 2006) yang cirinya seperti kaca yang getas (*brittle*). Pada perkembangannya, polikondensasi langsung ini selalu melibatkan pengurangan kadar air hasil kondensasi dengan menggunakan pelarut pada tekanan vakum dan temperatur tinggi.

Berat molekul dapat ditingkatkan dengan penggunaan *coupling* atau *esterification-promoting agents* yang berfungsi memperpanjang ikatan kimia, namun biaya produksi meningkat karena proses yang cukup rumit dan panjang (*multistep process*). *Chain-extending agents* berfungsi untuk mereaksikan gugus hidroksil (OH) atau karboksil yang berada di ujung molekul PLA sehingga membentuk polimer *telechelic*. Penggunaan agen ini memberikan beberapa keuntungan karena reaksi

hanya melibatkan sedikit agen dan bisa diselesaikan tanpa perlu dipisahkan dengan proses yang lain. Kemampuan untuk mengembangkan desain kopolimer dengan gugus fungsi yang beraneka macam juga bisa diperluas. Kelemahannya adalah polimer mungkin masih mengandung *chain-extending agents* yang tidak bereaksi, oligomer dan sisa-sisa pengotor logam yang berasal dari katalis. Beberapa *chain-extending agents* juga dapat mengurangi sifat biodegradabilitas polimer. Beberapa agen yang digunakan diantaranya anhydride, epoxide and isocyanate. Produk-produk seperti ini digunakan untuk pengembangan PLA yang cocok untuk bahan dasar pencampuran (*PLA-based blends*). Kelemahan penggunaan isosianat sebagai *chain extenders* adalah sifatnya yang beracun (*eco-toxicity*).

Keuntungan penggunaan *esterification-promoting adjuvants* adalah produk akhir dengan kemurnian yang tinggi dan bebas dari sisa-sisa katalis dan/atau oligomer. Kekurangannya adalah biaya yang tinggi sehubungan dengan banyaknya tahap yang dilibatkan dan pemurnian tambahan dari residu dan produk samping, karena produk samping yang dihasilkan harus dinetralkan atau bahkan dihilangkan (Averous, 2008).

- Polimerisasi PLA dengan metode Polikondensasi Azeotropik

Reaksi polikondensasi azeotropik merupakan modifikasi dari reaksi polikondensasi konvensional yang dapat menghasilkan bobot molekul yang lebih tinggi (Ajioka *et al*, 1998 dalam Hasibuan, 2006), dan tidak menggunakan *chain-extenders* atau *adjuvants* dan beberapa kelemahannya (Averous, 2008). Mitsui Chemical (Jepang) telah mengkomersialkan proses ini dimana asam laktat dan katalis didehidrasi secara azeotropik dalam sebuah *refluxing*, pemanasan dengan temperatur tinggi, pelarut *aprotic* pada tekanan rendah untuk menghasilkan PLA dengan berat molekul mencapai ≥ 300.000 .

Reaksi polikondensasi azeotropik menggunakan pelarut seperti difenil eter, xilena, bifenil dan klorobenzena untuk memudahkan pemisahan air dari produk pada atmosfer normal atau tekanan rendah.

Reaksi ini juga dapat menggunakan berbagai jenis katalis seperti asam protonat, logam, oksida logam, logam halida dan garam asam organik dari logam. Logam memiliki orbital p dan d yang bebas dan dapat menginisiasi terbentuknya kompleks koordinasi. Salah satu logam yang dapat digunakan sebagai katalis reaksi polikondensasi azeotropik adalah logam timah. Logam timah memiliki toksisitas yang rendah, merupakan katalis yang direkomendasikan FDA dan dapat dipisahkan dari polimer setelah polimerisasi. Fungsinya adalah untuk mempercepat reaksi pembentukan PLA. Polikondensasi azeotropik dalam larutan dapat mencegah terjadinya reaksi pesaing, yaitu pembentukan laktida dan reaksi degradasi PLA yang terbentuk (Hasibuan, 2006).

Hasibuan (2006) dalam penelitiannya berhasil mengembangkan metode polikondensasi konvensional menjadi polikondensasi azeotropik pada poli asam laktat, menghasilkan PLA dengan bobot molekul sampai 22.000. Optimasi reaksi polimerisasi asam laktat dengan metode polikondensasi azeotropik dicapai pada lama polimerisasi 30 jam dan konsentrasi katalis logam timah 0.5%. Namun, untuk menghasilkan PLA dengan bobot molekul yang lebih besar perlu dikembangkan proses polimerisasi dengan pelarut yang memiliki titik didih yang lebih tinggi dari xilena, seperti pelarut difenil eter dan *o*-klorotoluen.

- Polimerisasi PLA dengan metode *Ring Opening Polymerization*

Ring opening polymerization (ROP, reaksi polimerisasi pembukaan cincin) merupakan metoda yang lebih baik untuk menghasilkan PLA dengan bobot molekul yang tinggi, dan sekarang telah diadaptasi untuk proses komersial seiring dengan kemajuan teknologi fermentasi dekstroza jagung. Metoda ini pertama kali diperkenalkan oleh Carothers pada tahun 1932, namun belum bisa menghasilkan PLA dengan bobot molekul yang tinggi sampai teknik pemurnian asam laktat membaik, seperti yang dikembangkan oleh DuPont pada tahun 1954. Mekanisme-mekanisme ROP bisa berupa

reaksi ionik (anionik atau kationik) atau *coordination-insertion*, bergantung kepada sistem katalisnya (Averous, 2008).

Secara umum, proses ROP pada produksi PLA dimulai dari polimerisasi kondensasi asam laktat untuk menghasilkan PLA dengan bobot molekul rendah (prepolimer), dilanjutkan dengan depolimerisasi untuk menghasilkan dimer laktida yang berbentuk molekul siklik. Laktida kemudian dengan bantuan katalis dipolimerisasi ROP untuk menghasilkan PLA dengan bobot molekul yang tinggi.

2.3 Pisang (*Musa paradisiaca*)

Pisang merupakan tanaman asli daerah Asia Tenggara termasuk Indonesia, nama latinnya adalah *Musa paradisiaca*. Nama ini diberikan sejak sebelum Masehi, diambil dari nama dokter kaisar Romawi Octavianus Augustus (63 SM–14 M) yang bernama Antonius Musa (Munadjim, 1988 dalam Dewati, 2008). Tanaman pisang ini oleh masyarakat dapat dimanfaatkan mulai dari bunga, buah, daun, batang sampai bonggolpun dapat dibuat sayur. Pisang merupakan tanaman hortikultura yang penting karena potensi produksinya yang cukup besar dan produksi pisang berlangsung tanpa mengenal musim (Dewati: 2008).

Dalam proses pengolahan buah pisang tentunya terdapat limbah kulit pisang. Masyarakat pedesaan memanfaatkan kulit pisang sebagai pakan ternak. Padahal kulit pisang mengandung 18,90 g karbohidrat pada setiap 100 g bahan (Susanto dan Saneto, 1994 dalam Dewati: 2008). Karena kulit pisang mengandung zat pati maka kulit pisang dapat diolah menjadi sebuah plastik polimer alami yang dapat dipakai oleh seluruh umat manusia didunia, sehingga yang awalnya sebuah sampah yang tidak ada manfaatnya bagi masyarakat menjadi suatu produk yang bernilai tinggi ekonominya dan menambah devisa negara Indonesia serta membuka peluang usaha baru bagi masyarakat.

Secara umum pisang mempunyai kandungan gizi yang baik. Buah ini kaya karbohidrat, mineral, dan vitamin. Mengacu dari Wikipedia, 100 gr pisang memasok 136 kalori. Ini berarti kandungannya 2 kali lipat dibandingkan apel. Kandungan energi pisang merupakan energi instan, yang mudah tersedia dalam

waktu singkat, sehingga bermanfaat dalam menyediakan kebutuhan kalori sesaat. Sedangkan kandungan protein dan lemak pisang sangat rendah, yaitu hanya 2,3 persen dan 0,13 persen. Karena itu, tidak perlu takut kegemukan walau mengonsumsi pisang dalam jumlah banyak (Rumpis, 2011).

Menurut hasil penelitian dari Balai Penelitian dan Pengembangan Industri, tanaman pisang mengandung berbagai macam senyawa seperti air, gula pereduksi, sukrosa, pati, protein kasar, pektin, lemak kasar, serat kasar, dan abu. Sedangkan di dalam kulit pisang terkandung senyawa pektin yang cukup besar (Ahda dan Berry: 2008).

Tabel 2.1 Kandungan Berbagai Senyawa Dalam Pisang

No.	Hasil Test Kimiawi Laboratorium	Kadar
1.	Air	73,60 %
2.	Protein	2,15 %
3.	Lemak	1,34 %
4.	Gula Pereduksi	7,62 %
5.	Pati	11,48 %
6.	Serat Kasar	1,52 %
7.	Abu	1,03 %

Sumber: Dewati, 2008.

2.3.1 Pisang Raja (*Musa sapientum*)

1. Definisi Buah Pisang Raja (*Musa sapientum*)

Pisang Raja (*Musa sapientum*) merupakan salah satu buah tropikal yang banyak sekali tumbuh di wilayah Asia Tenggara termasuk Indonesia dan Malaysia. Buah yang satu ini cukup populer karena rasanya yang tergolong sangat manis bila dibandingkan dengan buah pisang lainnya. Tidak hanya rasa manisnya saja yang membuat pisang raja digemari, kandungan Vitamin C dan Vitamin A yang tinggi membuat buah ini menjadi primadona. Vitamin C dan Vitamin A yang terkandung dalam buah ini merupakan anti oksidan yang sangat baik untuk mengurangi dampak radikal bebas dan mencegah kanker. *Buah*

Pisang raja yang telah matang biasanya langsung dikonsumsi secara langsung, namun beberapa penikmat buah ini terkadang juga mengolahnya menjadi pisang rebus atau pisang goreng. Tidak jarang pula buah pisang yang masih belum matang digunakan sebagai bahan pembuat keripik pisang, sale pisang.

1. Klasifikasi Pisang Raja (*Musa sapientum*)

Sama seperti buah pisang lainnya, Pisang raja memiliki batang lunak yang berwarna dominan hijau dan memiliki daun yang sangat lebar. Buah yang dihasilkan tersusun dalam tandan, dan dalam satu tandan bisa terdapat beberapa sisir dengan buah yang tersusun secara menjari. Pisang raja berwarna hijau saat mentah dan akan berubah warna menjadi kuning dengan becak kehitaman ketika matang.

Berikut ini klasifikasi pisang raja secara lengkap :

Kingdom : Plantae
 Divisi : Magnoliophyta
 Kelas : Liliopsida
 Ordo : Musales
 Famili : Musaceae
 Genus : Musa
 Species : Musa paradisiaca

2.4 Amilum atau Pati

Amilum atau dalam bahasa sehari-hari disebut pati terdapat dalam berbagai jenis tumbuh-tumbuhan yang disimpan dalam akar, batang buah, dan sebagai cadangan makanan. Pati adalah polimer Glukosa dan ditemukan sebagai karbohidrat simpanan dalam tumbuh-tumbuhan, misalnya ketela pohon, pisang, jagung dan lain-lain (Poedjiadi A, 1994). Hidrolisis adalah reaksi kimia antara air dengan suatu zat lain yang menghasilkan satu zat baru atau lebih dan juga dekomposisi suatu larutan dengan menggunakan air. Proses ini melibatkan pengionan molekul air ataupun peruraian senyawa

yang lain. (Pudjatmaka dan Qodratillah, 2002). Reaksi hidrolisis pati berlangsung menurut persamaan reaksi sebagai berikut :



Pati air glukosa Karena reaksi antara pati dengan air berlangsung sangat lambat, maka untuk memperbesar kecepatan reaksinya diperlukan penambahan katalisator. Penambahan katalisator ini berfungsi untuk memperbesar keaktifan air, sehingga reaksi hidrolisis tersebut berjalan lebih cepat. Katalisator yang sering digunakan adalah asam sulfat, asam nitrat dan asam khlorida. Dalam reaksi ini menggunakan katalis asam Asetat sehingga persamaan reaksi yang terbentuk sebagai berikut : $(C_6H_{10}O_5)_n + n H_2O \rightarrow n(C_6H_{12}O_6)$ Pati air glukosa. Faktor-faktor yang berpengaruh pada proses Hidrolisa Hidrolisis adalah suatu proses kimia yang menggunakan H_2O sebagai pemecah suatu persenyawaan proses hidrolisis dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu :

- a. Jumlah kandungan karbohidrat pada bahan baku
- b. Jumlah kandungan karbohidrat pada bahan baku sangat berpengaruh terhadap hasil hidrolisis asam, dimana bila kandungan karbohidrat sedikit maka jumlah gula yang terjadi juga sedikit, dan sebaliknya bila suspensi terlalu tinggi mengakibatkan kekentalan campuran akan semakin meningkat, sehingga tumbukan antara molekul karbohidrat dan air akan semakin berkurang, dengan demikian maka reaksi pembentukan glukosa semakin berkurang.
- c. Bahan yang hendak dihidrolisa diaduk dengan air panas dan jumlah bahan kering umumnya sekitar 18 – 22%. pH: pH berpengaruh terhadap jumlah produk hidrolisa. pH ini erat hubungannya dengan konsentrasi asam yang digunakan pada umumnya. pH terbaik sekitar 2,3.
- d. Tekanan berpengaruh terhadap jumlah produk hidrolisis. Pada umumnya waktu hidrolisa yang dibutuhkan sekitar 40 – 50 menit. Untuk hidrolisis yang berlangsung pada tekanan atmosfer titik didih larutan $100^\circ C$.

- e. Suhu: Pengaruh suhu terhadap kecepatan hidrolisa karbohidrat akan mengikuti persamaan Arrhenius, bahwa semakin tinggi suhunya semakin tinggi konversi yang didapat, tetapi kalau suhu terlalu tinggi konversi yang diperoleh akan menurun. Hal ini disebabkan oleh adanya glukosa yang pecah menjadi arang, yang ditunjukkan oleh makin tuanya warna hasil. Disamping itu pada suhu yang tidak terlalu tinggi (tidak melebihi titik didih air) air sebagai zat penghidrolisa tetap berada pada fasa cair, sehingga terjadi kontak yang baik antara molekul – molekul serbuk kulit pisang dengan sebagian air. Dengan demikian reaksi dapat berjalan dengan baik.

2.5 Plastisizer

Plastisizer adalah bahan organik dengan berat molekul rendah yang ditambahkan dengan maksud untuk memperlemah kekakuan dari polimer (Ward and Hadley, 1993), sekaligus meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas polimer (Ferry, 1980). Beberapa plasticizers yang biasa digunakan dalam pembuatan plastik *biodegradable* antara lain glycerol, sorbitol dan polyethylene glycol.

1. Sorbitol

Sorbitol adalah sebuah gula alkohol dengan 4 kalori per gram. Nama “sorbitol” berasal dari Sorbus, nama ilmiah untuk sejenis genus dari tumbuhan-tumbuhan. Tumbuhan-tumbuhan bergenus sorbus inilah yang menghasilkan sorbitol. Tumbuhan lain yang juga menghasilkan sorbitol adalah rumput laut dan buah-buahan seperti plum. Selain dari bahan alam, sorbitol juga bisa dibuat secara sintetis. Sorbitol masuk dalam kelas senyawa yang disebut polioliol. Polioliol adalah alkohol yang memiliki beberapa ikatan hidroksil (-OH) dalam strukturnya. Molekul sorbitol terdiri dari enam rantai atom karbon dengan satu hidroksil melekat pada setiap atom karbon. Sorbitol itu bisa larut dalam air. Larutan sorbitol memiliki rasa manis dan tekstur mirip sirup. Tingkat rasa manis sorbitol kira-kira setengah dari manis gula tebu. Sorbitol

dapat berfungsi sebagai sumber energi ketika dicerna, serta digunakan sebagai pengganti gula dalam berbagai produk makanan (Bumbata).

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 aldehyd pada glukosa diganti menjadi gugus alkohol. Sorbitol pertama kali ditemukan dari juice Ash berry (*Sorbus aucuparia* L) di tahun 1872. Setelah itu, sorbitol banyak ditemukan pada buah-buahan seperti apel, plums, pears, cherries, kurma, peaches, dan apricots. Zat ini berupa bubuk kristal berwarna putih yang higroskopis, tidak berbau dan berasa manis, sorbitol larut dalam air, gliserol, propylene glycol, serta sedikit larut dalam metanol, etanol, asam asetat, phenol dan acetamida. Namun tidak larut hampir dalam semua pelarut organik. 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. Bahan baku produksi sorbitol adalah tepung singkong. Tanaman singkong sangat bagus pertumbuhannya di Indonesia. Hal itu dikarenakan tanaman singkong tidak membutuhkan lahan yang luas dalam proses produksinya dan tidak memakan waktu yang lama untuk memperoleh hasilnya. Singkong mengandung beberapa zat yang digunakan dalam proses produksi sorbitol, antara lain :

- Pati : 87,87 %
- Lemak : 0,51 %
- Protein : 1,60 %
- Air : 7,80 %
- Abu : 2,22 %

Proses pembuatan sorbitol bisa dilakukan dengan berbagai cara dan bahan baku yang digunakan juga bermacam-macam, dengan kondisi operasi dan konversi yang berbeda. Macam-macam proses pembuatan sorbitol dari sirup glukosa:

1. Proses reduksi elektrolitik.

2. Proses hidrogenasi katalitik.

1. Proses Reduksi Elektrolitik

Bagian utama dari proses ini adalah "elektrolitik cell" yang merupakan tempat terjadinya reduksi D-glukosa menjadi sorbitol. Biasanya pada bagian ini dilengkapi dengan sumber arus yang tidak berfluktuasi. Elektroda yang dipakai adalah amalgam sebagai katoda dan timbal sebagai anoda, sedangkan larutan yang dipakai NaOH dan Na_2SO_4 . Pada prinsipnya glukosa akan direduksi dengan H_2 sebagai hasil proses elektrolisis diatas. Dari proses diatas akan dihasilkan sorbitol.

2. Proses Hidrogenasi Katilitik

Proses pembuatan sorbitol dengan hidrogenasi katalitik dilakukan dengan cara mereaksikan dextrosa dan gas hirogen bertekanan tinggi dengan menggunakan katalis Raney nickel dalam reaktor, sehingga kontak yang terjadi semakin baik.

Deskripsi Proses

Proses hidrogenasi katalitik terdiri dari beberapa tahap:

1. Tahap pencampuran bahan baku
2. Tahap reaksi hidrogenasi
3. Tahap pemurnian dan pemekatan

Proses reaksi dilakukan secara kontiniu, tekanan 68 atm dan temperatur 145°C , didalam reaktor dilengkapi dengan pengaduk, sparger gas H_2 , serta coil yang bisa dilalui steam pemanas sekaligus air pendingin.

Plasticizers seperti sorbitol mempunyai kemampuan mengurangi ikatan hidrogen internal dan meningkatkan jarak intermolekuler (Lieberman & Gilbert, 1973 dalam Kristanoko, 1996). Menurut Mc Hugh et al. (1994), sorbitol memberikan tingkat kelenturan tertinggi diantara jenis plasticizers lainnya. Sorbitol adalah alkohol gula, dan merupakan pemanis yang ditemukan dalam sejumlah produk. Sorbitol merupakan zat humectant (pengatur kelembaban) dan texsturizing (Anonym, 2002).*

2. Gliserin

Gliserol ialah suatu trihidroksi alkohol yang terdiri atas tiga atom karbon. Gliserol larut baik dalam air dan tidak larut dalam eter. Gliserol merupakan cairan tidak berwarna, tidak berbau. Cairan kental dengan densitas 1,261, memiliki titik lebur 18,20C dan titik didih sebesar 2900C. Gliserol juga digunakan sebagai penghalus pada krim cukur, sabun, dalam obat batuk dan sirup atau untuk pelembab (Hart, 1983). Gliserol digunakan dalam industri farmasi dan kosmetika sebagai bahan dalam preparat yang dihasilkan. Di samping itu gliserol berguna bagi kita untuk sintesis lemak di dalam tubuh. Gliserol yang diperoleh dari hasil penyabunan lemak atau minyak adalah suatu zat cair yang tidak berwarna dan mempunyai rasa yang agak manis (Poedjiadi, 2006)

Gliserin adalah cairan kental yang tidak berwarna dan jika dicicipi terasa manis. Ia memiliki titik didih tinggi dan membeku dalam bentuk pasta. Yang paling umum gliserin yang digunakan adalah dalam sabun dan produk kecantikan lainnya seperti lotion, meskipun juga digunakan, dalam bentuk nitrogliserin, untuk menciptakan dinamit. Gliserin yang dapat dilarutkan dengan mudah ke dalam alkohol dan air tetapi tidak menjadi minyak. Senyawa kimia murni disebut Gliserol, yang menunjukkan bahwa itu adalah alkohol. Faktanya juga mudah menyerap air dari udara sekitarnya berarti bahwa gliserin adalah higroskopis. Jika sebagian gliserin dibiarkan di tempat terbuka, ia akan menyerap air dari udara sekitarnya hingga cairan itu akhirnya 20% air. Jika sejumlah kecil ditempatkan di lidah akan menyebabkan pelepuhan, karena dehidrasi. Ketika produk kecantikan yang mengandung senyawa ini digunakan pada kulit sebagai pelembap, dapat membantu menjaga kelembaban yang masuk.