

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Plastik

2.1.1 Pengertian plastik

Polimer berasal dari kata *poly* (banyak) dan *meros* (bagian-bagian). Polimer biasa disebut juga dengan makromolekul yang merupakan molekul besar yang dibangun dengan pengulangan oleh molekul sederhana yang disebut monomer yang berikatan dalam suatu rantai. Sifat sifat polimer berbeda dari monomer-monomer yang menyusunnya. 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 khlorida* (CH_2), *nylon*, karbonat (CO_3), dan *styrene* (C_8H_8).

Istilah plastik dan polimer seringkali dipakai secara sinonim. Namun tidak berarti semua polimer adalah plastik. Plastik merupakan polimer yang dapat dicetak menjadi berbagai bentuk yang berbeda. Polimer dibagi menjadi dua yaitu polimer termoplastik dan polimer *termosetting*.

Plastik dibagi menjadi dua klasifikasi utama berdasarkan pertimbangan-pertimbangan ekonomis dan kegunaannya yaitu, plastik komoditi dan plastik teknik. Jenis plastik beragam dengan bahan baku yang beragam pula. Bahan baku yang dipakai tersebut sukar diuraikan oleh mikroorganisme. Pada makanan yang dibungkus dengan plastik, kemungkinan akan terjadi migrasi zat-zat monomer dari plastik kedalam makanan, terutama jika makanan tersebut tidak cocok dengan kemasan atau wadahnya. Migrasi monomer terjadi karena pengaruh suhu dan cara penyimpanannya (Ningsih, 2010).

Plastik mudah terbakar sehingga ancaman terjadinya kebakaran semakin meningkat Asap hasil pembakaran bahan plastik juga 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 (Ningsih, 2010).

Sampah plastik yang berada dalam tanah tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme menyebabkan mineral-mineral dalam tanah baik organik maupun anorganik semakin berkurang. Hal ini menyebabkan jaranginya fauna tanah, seperti cacing dan mikroorganisme tanah. Hal itu dikarenakan sulitnya untuk memperoleh makanan dan berlindung. Selain itu juga kadar O₂ dalam tanah semakin sedikit, sehingga fauna tanah sulit untuk bernafas, dan akhirnya mati. Tumbuhan membutuhkan mikroorganisme tanah sebagai perantara dalam kelangsungan hidupnya (Ningsih, 2010).

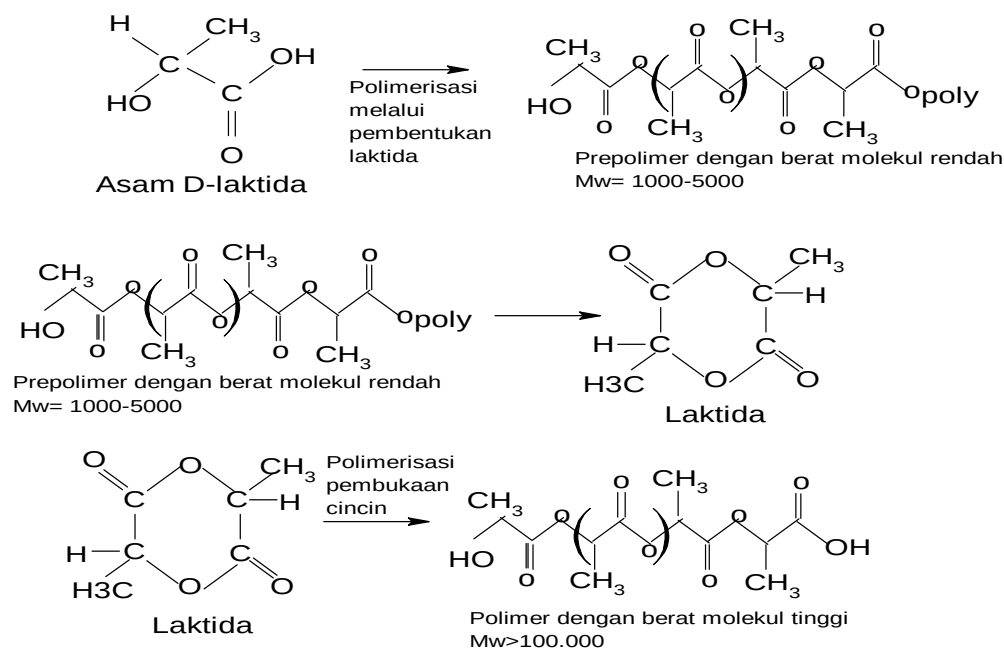
2.1.2 Plastik *Biodegradable*

Biodegradable dapat diartikan dari tiga kata yaitu *bio* yang berarti makhluk hidup, *degra* yang berarti terurai dan *able* berarti dapat. Jadi, film plastik *biodegradable* adalah film plastik yang dapat terurai oleh mikroorganisme. Film plastik ini, biasanya digunakan untuk pengemasan. Kelebihan film plastik antara lain tidak mudah ditembus uap air sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengemas (Mahalik, 2009).

Bioplastik atau yang sering disebut plastik *biodegradable*, merupakan salah satu jenis plastik yang hampir keseluruhannya terbuat dari bahan yang dapat diperbarui, seperti pati, minyak nabati, dan mikrobiota. Ketersediaan bahan dasarnya di alam sangat melimpah dengan keragaman struktur tidak beracun. Bahan yang dapat diperbarui ini memiliki biodegradabilitas yang tinggi sehingga sangat berpotensi untuk dijadikan bahan pembuat bioplastik (Stevens, 2002).

Teknologi kemasan plastik *biodegradable* adalah salah satu upaya yang dilakukan untuk keluar dari permasalahan penggunaan kemasan plastik yang *non degradable* (plastik konvensional), karena semakin berkurangnya cadangan minyak bumi, kesadaran dan kepedulian terhadap lingkungan serta resiko kesehatan. Indonesia sebagai negara yang kaya sumber daya

alam (hasil pertanian), potensial menghasilkan berbagai bahan biopolimer, sehingga teknologi kemasan plastik mudah terurai mempunyai prospek yang baik (Darni dan Herti, 2010). Salah satu contoh plastik *biodegradable* ialah plastik poli asam laktat (PLA). Gambar 1 menunjukkan mekanisme reaksi yang terjadi pada proses pembuatan plastik PLA.



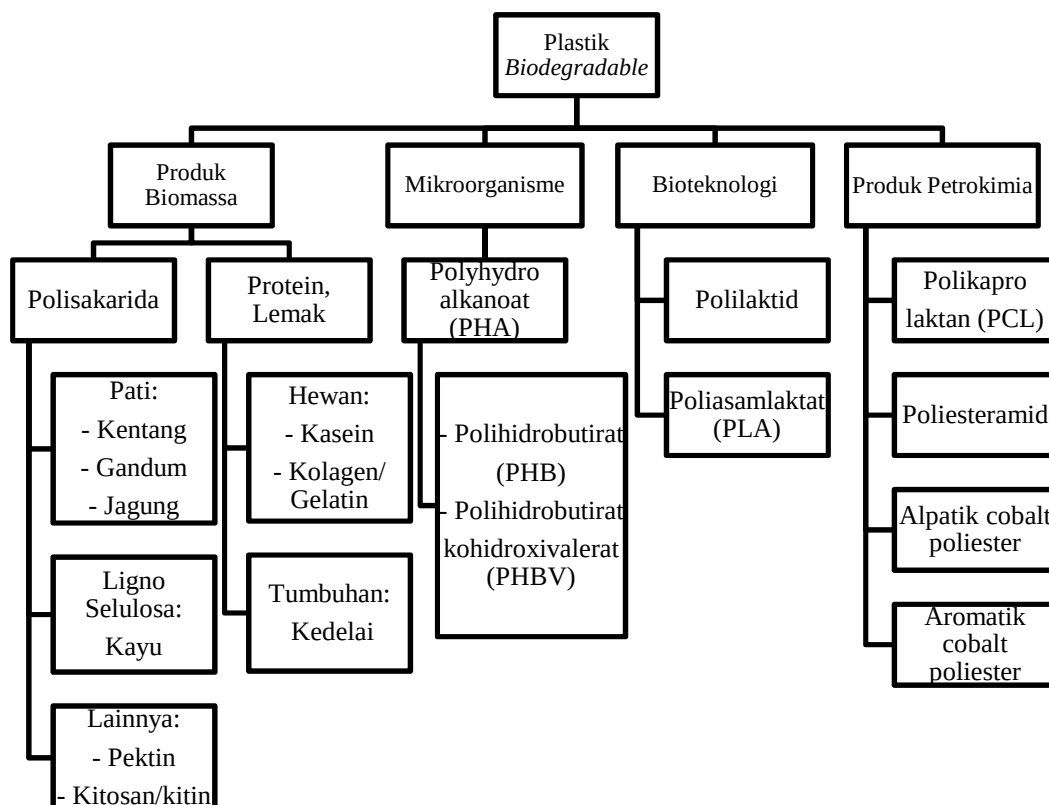
Sumber: Gunawan, dkk, 2012.

Gambar 1. Mekanisme Reaksi Pembentukan Plastik PLA

Pada Gambar 1 dapat diketahui bahwa mekanisme reaksi terdiri dari 3 tahap yaitu prepolimerisasi, sintesis kristal laktida dan polimerisasi. Pada tahap prepolimerisasi menghasilkan prepolimer yang bermassa molekul rendah. Prepolimer yang terbentuk merupakan hasil dari penggabungan secara kondensasi (berulang) dari monomer (*L*)-Lactic Acid. Reaksi penggabungan (*L*)-Lactic Acid menghasilkan prepolimer bermassa molekul rendah dengan berat 1000-5000. Reaksi yang terjadi pada sintesis kristal laktida merupakan reaksi esterifikasi. Asam laktat memiliki gugus hidroksil dan karboksil. Kedua gugus ini dimanfaatkan dalam pembentukan kristal laktida. Pada reaksi polimerisasi polimer yang terbentuk merupakan hasil dari pembukaan cincin laktida dengan memiliki berat molekul yang tinggi (Gunawan, dkk, 2012).

2.1.2.1 Penggolongan Plastik *Biodegradable*

Averous (2006) menyatakan bahwa plastik *biodegradable* dikelompokkan menjadi dua kelompok dan empat keluarga yang berbeda. Penggolongan plastik *biodegradable* dapat dilihat pada Gambar 2.



Sumber : Averous, 2006

Gambar 2. Klasifikasi Plastik *Biodegradable*

Berdasarkan Gambar 2 dapat diketahui bahwa kelompok utama plastik *biodegradable* ialah *agropolymer* yang terdiri dari polisakarida, protein dan lain sebagainya; dan yang kedua ialah biopoliester (*biodegradable polyesters*) seperti poli asam laktat (PLA), *polyhydroxyalkanoate* (PHA), aromatik dan alifatik kopoliester. Biopolimer yang tergolong agro polimer adalah produk – produk biomassa yang diperoleh dari bahan – bahan pertanian seperti polisakarida, protein dan lemak. Biopoliester dibagi lagi berdasarkan sumbernya. Kelompok *polyhydroxy-alkanoate* (PHA) didapatkan dari aktivitas mikroorganisme yang didapatkan dengan cara ekstraksi. Contoh PHA diantaranya

Poly(hydroxybutyrate) (PHB) dan *Poly(hydroxybutyrate co-hydroxyvalerate)* (PHB). Kelompok lain adalah biopoliester yang diperoleh dari aplikasi bioteknologi, yaitu dengan sintesis secara konvensional monomer-monomer yang diperoleh secara biologi yang disebut kelompok polilaktida. Contoh polilaktida ialah poli asam laktat. Kelompok terakhir diperoleh dari produk-produk petrokimia yang disintesis secara konvensional dari monomer – monomer sintesis. Kelompok ini terdiri dari *polycaprolactones* (PCL), *polyesteramides*, *aliphatic co-polyester* dan *aromatic co-polyester*.

Plastik *biodegradable* dapat dihasilkan melalui beberapa cara, salah satunya adalah biosintesis menggunakan bahan berpati atau berselulosa. Vilpoux dan Averous (2006) melaporkan potensi penggunaan pati sebagai bahan baku pembuatan plastik *biodegradable* berkisar 80-95% dari pasar plastik *biodegradable* yang ada, perbedaan antara plastik konvensional, plastik campuran dan plastik *biodegradable* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Plastik Konvensional, Plastik Campuran dan Plastik *Biodegradable*

Pengamatan	Plastik Konvensional	Plastik Campuran	Plastik <i>Biodegradable</i>
Komposisi	Polimer Sintetik	Polimer Sintetik dan Polimer Alam	Polimer Alam
Sifat dan Bahan Baku	- Tidak dapat diperbaharui (<i>Unrenewable</i>) - Sangat baik dan bervariasi	Sebagian dapat diperbaharui	Dapat diperbaharui (<i>Renewable</i>)
Sifat Mekanik dan Fisik	Sangat baik dan bervariasi	Bervariasi	Baik dan bervariasi tapi penggunaannya terbatas
Biodegrabilitas	Tidak Ada	Rendah	Tinggi
Kompostabilitas	Tidak Ada	Rendah	Tinggi
Hasil Pembakaran	Stabil	Agak stabil	Kurang stabil
Contoh	PP PE Polistirena	Pe + Pati Pe + Selulosa	PLA PHA

Sumber: Averous. 2006

Tabel 1 menjelaskan bahwa plastik *biodegradable* mengandung polimer alam dan tingkat biodegradabilitasnya tinggi dibandingkan dengan jenis plastik lain.

2.1.2.2 Karakteristik Plastik *Biodegradable*

Keberhasilan suatu proses pembuatan film kemasan plastik *biodegradable* dapat dilihat dari karakteristik film yang dihasilkan. Karakteristik film yang dapat diuji adalah karakteristik mekanik, permeabilitas dan nilai biodegradabilitasnya. Adapun pengertian masing-masing karakteristik tersebut adalah:

1. Karakteristik mekanik

Karakteristik mekanik suatu film kemasan terdiri dari: kuat tarik (*tensile strength*), kuat tusuk (*puncture strength*), persen pemanjangan (*elongation to break*) dan elastisitas (*elastic/young modulus*). Parameter-parameter tersebut dapat menjelaskan bagaimana karakteristik mekanik dari bahan film yang berkaitan dengan struktur kimianya. Selain itu, juga menunjukkan indikasi integrasi film pada kondisi tekanan (*stress*) yang terjadi selama proses pembentukan film. Kuat tarik adalah gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh film selama pengukuran berlangsung. Kuat tarik dipengaruhi oleh bahan pemlastis yang ditambahkan dalam proses pembuatan film. Sedangkan kuat tusuk menggambarkan tusukan maksimum yang dapat ditahan oleh film. Film dengan struktur yang kaku akan menghasilkan nilai kuat tusuk yang tinggi atau tahan terhadap tusukan. Adapun persen pemanjangan merupakan perubahan panjang maksimum film sebelum terputus. Berlawanan dengan itu, adalah elastisitas akan semakin menurun jika seiring dengan meningkatnya jumlah bahan pemlastis dalam film. Elastisitas merupakan ukuran dari kekuatan film yang dihasilkan.

2. Uji Ketahanan Terhadap Air

Uji ketahanan air ini diperlukan untuk mengetahui sifat bioplastik yang dibuat sudah mendekati sifat plastik sintetis atau belum, karena konsumen plastik memilih plastik dengan sifat yang sesuai keinginan, salah satunya adalah tahan terhadap air (Darni dan Herti, 2010).

3. Biodegradabilitas

Biodegradasi adalah penyederhanaan sebagian atau penghancuran seluruh bagian struktur molekul senyawa oleh reaksi-reaksi fisiologis yang dikatalisis oleh mikroorganisme (Madsen, 1997).

Biodegradasi adalah perubahan senyawa kimia menjadi komponen yang lebih sederhana melalui bantuan mikroorganisme. Dua batasan tentang biodegradasi adalah (1) Biodegradasi Tahap Pertama (*Primary Biodegradation*), merupakan perubahan sebagian molekul kimia menjadi komponen lain yang lebih sederhana; (2) Biodegradasi Tuntas (*Ultimate Biodegradation*), merupakan perubahan molekul kimia secara lengkap sampai terbentuk CO₂, H₂O dan senyawa organik lain (Ummah, 2013).

Bioplastik akan terurai oleh aktivitas pengurai melalui proses biodegradasi, polimer-polimer yang mampu terdegradasi harus memenuhi beberapa kriteria yaitu mengandung salah satu dari jenis ikatan asetal, amida, atau ester, memiliki berat molekul dan kristalinitas rendah, serta memiliki sifat hidrofilitas yang tinggi (Robert, 1992). Secara umum biodegradasi atau penguraian bahan organik oleh mikroorganisme dapat terjadi bila terjadi transformasi struktur sehingga terjadi perubahan integritas molekuler. Proses ini berupa rangkaian reaksi kimia enzimatik atau biokimia yang mutlak memerlukan kondisi lingkungan yang sesuai dengan pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroorganisme.

Metode yang digunakan adalah metode *soil burial test* yaitu dengan metode penanaman sampel dalam tanah. Sampel berupa film bioplastik ditanamkan pada tanah yang ditempatkan dalam pot dan diamati per-hari terdegradasi secara sempurna. Proses degradasi film plastik dalam tanah. Analisis biodegradasi film plastik dilakukan melalui pengamatan film secara visual. Bagaimanapun, biodegradasi tidak sepenuhnya berarti bahwa material *biodegradable* akan selalu terdegradasi (Sanjaya dan Puspita, 2010).

Kaplan, dkk, (1994) menyatakan bahwa bahan yang dapat terbiodegradasi adalah harus sepenuhnya terdegradasi oleh mikroorganisme dalam suatu proses pengomposan yang akan menghasilkan hanya “*natural compound*” (CO₂, H₂O, metana, biomassa).

2.1.2.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pembuatan Plastik *Biodegradable*

Dalam pembuatan plastik *biodegradable* ada beberapa faktor yang harus diperhatikan seperti:

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 (Kaplan dkk, 1994).

2. Konsentrasi Polimer

Konsentrasi pati ini sangat berpengaruh terutama pada sifat fisik plastik yang dihasilkan dan juga menentukan sifat pasta yang dihasilkan. Kaplan, dkk, (1994) menyatakan bahwa 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. Kaplan, dkk, (1994) menyatakan bahwa *plasticizer* yang sering digunakan yakni gliserol dan sorbitol.

2.1.2.4 Standar untuk Plastik *Biodegradable*

Pengujian sifat *biodegradable* bahan plastik dapat dilakukan menggunakan enzim, mikroorganisme dan uji penguburan. Metode uji standar dan protokol diperlakukan untuk menetapkan dan mengkuantifikasi degradabilitas dan

biodegradasi polimer, dan konfirmasi dengan alam dari *breakdown* produk. Standar telah dibangun atau dibawah pembangunan oleh badan Standar Nasional Amerika (ASTM); Eropa (CEN); Jerman (DIN); Jepang (JIS) dan Organisasi Standar Internasional (ISO).

Berdasarkan standar *European Union* tentang biodegradasi plastik, plastik *biodegradable* harus terdekomposisi menjadi karbondioksida, air, dan substansi humus dalam waktu maksimal 6 sampai 9 bulan

Salah satu jenis plastik *biodegradable* ialah plastik poli asam laktat (PLA). Standar sifat fisik dan mekanik PLA dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Standar Sifat Fisik dan Mekanik PLA

Sifat Fisik dan Mekanik	Nilai
Kerapatan	1,25
Titik leleh	161 °C
Kristalinitas	0-1 %
Suhu peralihan kaca (Tg)	61 °C
Modulus	2050 Mpa
Regangan	9 %
Biodegradasi	100
Permeabilitas air	172 g/me
Tegangan permukaan	50 mN.nm

Sumber: Kaplan, dkk, 1994.

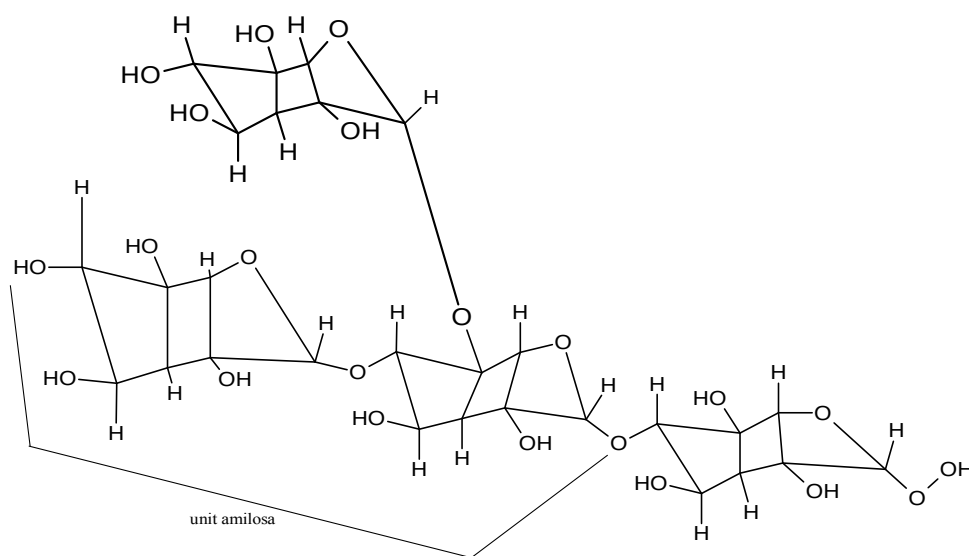
Tabel 2 menjelaskan bahwa plastik PLA dapat menjadi standar dalam pembuatan plastik *biodegradable* dikarenakan plastik PLA merupakan plastik yang kuat karena memiliki nilai modulus (kekuatan) sebesar 2050 Mpa.

2.2 Pati

Pati merupakan senyawa terbanyak kedua yang dihasilkan oleh tanaman setelah selulosa. Pemanfaatan pati dalam pembuatan plastik dikarenakan keunggulan-keunggulan yang dimiliki pati, yakni sifatnya yang dapat diperbaharui, penahan yang baik untuk oksigen, ketersediaan yang melimpah, harga murah dan mampu terdegradasi. Pati memiliki stabilitas termal dan

minimum interfance dengan sifat pencairan yang cukup untuk membentuk produk dengan kualitas yang baik. Campuran biopolimer hidrokarbon dan pati sering digunakan untuk menghasilkan lembaran dan film berkualitas tinggi untuk kemasan. (Nolan-ITU, 2002).

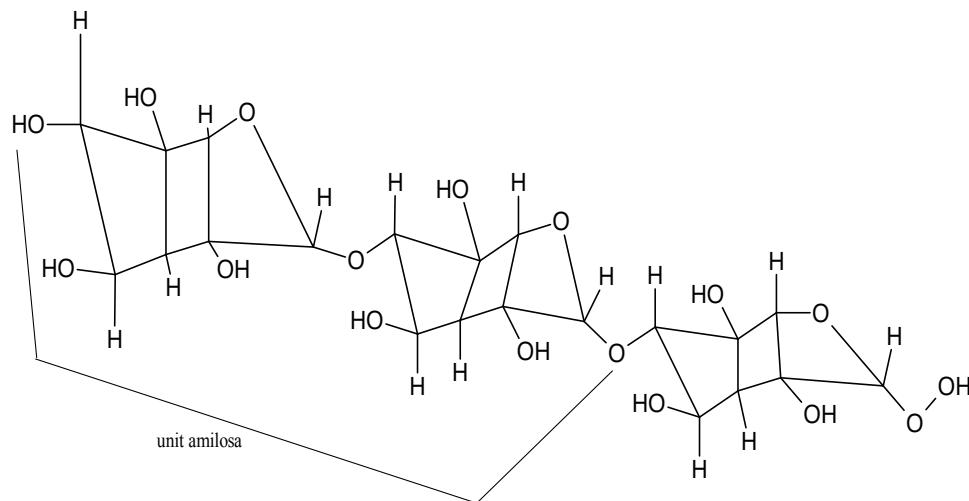
Pati merupakan polimer yang tersimpan dalam granul, dan berfungsi sebagai cadangan makanan bagi sejumlah tanaman (Lies, 2005). Pati bukan merupakan senyawa homogen. Pati merupakan campuran dua komponen polimer glukosa utama, yakni molekul rantai linier amilosa serta molekul polimer glukosa bercabang amilopektin (Lies, 2005). Molekul pati umumnya terdiri dari campuran 20% amilosa dan 80% amilopektin namun terdapat juga molekul pati yang hanya terdiri dari amilosa saja atau amilopektin saja. Struktur amilopektin dapat dilihat pada Gambar 3.



Sumber: Nolan-ITU, 2002

Gambar 3. Stuktur Amilopektin

Gambar 3 menjelaskan bahwa amilopektin berbentuk rantai cabang, dimana cabangnya dengan pita polimer yang lain terletak pada atom C-6. Setiap 20 hingga 25 satuan α -D-glukopiranososa baru terdapat percabangan. Massa molar amilopektin adalah 200.000 hingga 2.000.000 g/mol. Struktur amilosa dapat dilihat pada Gambar 4.

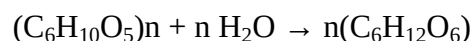


Sumber: Nolan-ITU, 2002

Gambar 4. Struktur Amilosa

Gambar 4 menjelaskan bahwa amilosa dibentuk dari satuan disakarida-maltosa yang terdiri dari ratusan monomer α -D-glukopiranososa berbentuk spiral (heliks), serta mempunyai massa molar 60.000-600.000 g/mol.

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 (Nolan-ITU, 2002). Reaksi hidrolisis pati berlangsung menurut persamaan reaksi sebagai berikut :



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:



(Nolan-ITU, 2002).

2.3 Singkong Karet

2.3.1 Definisi

Ketela pohon berasal dari benua Amerika, tepatnya dari Brasil. Penyebarannya hampir ke seluruh dunia, antara lain Afrika, Madagaskar, India, dan Tiongkok. Tanaman ini masuk ke Indonesia pada tahun 1852. Ketela pohon berkembang di negara-negara yang terkenal dengan wilayah pertaniannya (Sosrosoedirdjo, 1993).

Kebanyakan tanaman singkong dapat dilakukan dengan cara generatif (biji) dan vegetatif (stek batang). Generatif (biji) biasanya dilakukan pada skala penelitian (pemulihan tanaman) untuk menghasilkan varietas baru, singkong lazimnya diperbanyak dengan stek batang. Para petani biasanya menanam tanaman singkong dari golongan singkong yang tidak beracun untuk mencukupi kebutuhan pangan. Sedangkan untuk keperluan industri atau bahan dasar untuk industri biasanya dipilih golongan umbi yang beracun. Karena golongan ini mempunyai kadar pati yang lebih tinggi dan umbinya lebih besar serta tahan terhadap kerusakan, misalnya perubahan warna (Sosrosoedirdjo, 1993).

Lies (2005) menyatakan bahwa kelebihan dari tanaman singkong pada pertanian kurang lebih adalah sebagai berikut :

- a. Dapat tumbuh di lahan kering dan kurang subur.
- b. Daya tahan terhadap penyakit relatif tinggi.
- c. Masa panen tidak diburu waktu sehingga bisa dijadikan lumbung hidup, yakni dibiarkan pada tempatnya untuk beberapa minggu.
- d. Daun dan umbinya dapat diolah menjadi aneka makanan.

Salah satu jenis singkong yang memiliki sumber pati yang sangat potensial untuk dijadikan bahan baku pembuatan plastik *biodegradable* yang berasal tumbuhan yaitu singkong karet (*Manihot glazovii*). Salah satu alasan penggunaan singkong karet (*Manihot glazovii*) sebagai bahan baku pembuatan plastik *biodegradable* adalah karena singkong karet merupakan salah satu jenis singkong pohon yang mengandung senyawa beracun, yaitu HCN, sehingga tidak diperdagangkan dan kurang dimanfaatkan oleh masyarakat. Singkong karet (*Manihot glazovii*) kurang dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat karena

beracun, padahal singkong karet dapat memproduksi umbi hampir 4 kali lebih banyak daripada singkong karet biasa. Oleh karena itu sangat tepat sekali bila singkong jenis ini digunakan sebagai bahan baku pembuatan plastik *biodegradable*.

2.3.2 Klasifikasi



Gambar 5. Singkong Karet (dokumentasi pribadi)

Dalam klasifikasi atau sistematika tumbuhan (taksonomi), singkong karet (*Manihot glaziovii*) termasuk dalam famili *Euphorbiaceae* (Lies, 2005). Lies (2005) menyatakan bahwa klasifikasi tanaman singkong karet adalah sebagai berikut:

Singkong Karet (*Manihot glaziovii* M.A.)

Nama Umum : Singkong Karet (Indonesia)

Kingdom : *Plantae* (Tumbuhan)

Subkingdom : *Tracheobionta* (Tumbuhan berpembuluh)

Super Divisi : *Spermatophyta* (Menghasilkan biji)

Divisi : *Magnoliophyta* (Tumbuhan berbunga)

Kelas : *Magnoliopsida* (berkeping dua / dikotil)

Sub Kelas : *Rosidae*

Ordo : *Euphorbiales*

Famili : *Euphorbiaceae*

Genus : *Manihot*

Spesies : *Manihot glaziovii* M.A.

2.3.3 Kandungan di dalam Singkong Karet dan Kulit Singkong Karet

Kandungan pati di dalam singkong karet ini cukup banyak begitu pula pada kulit singkong karet. Kandungan pati yang terdapat di dalam singkong karet dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan yang Terdapat di dalam Singkong Karet.

No	Analisa	Kadar (%)
1	Kadar Abu	0,4734
2	Kadar Lemak Kasar	0,5842
3	Kadar Serat Kasar	0,0067
4	Kadar Protein Kasar	0,4750
5	Kadar Karbohidrat	98,4674

Sumber: Laboratorium Ilmu Makanan FK Undip, 2015

Tabel 3 menjelaskan bahwa kadar karbohidrat atau pati yang terkandung di dalam singkong karet sangat tinggi yaitu 98,4674%. Kandungan karbohidrat pada umbi-umbian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan Karbohidrat pada Umbi-umbian

No	Jenis Tanaman	Karbohidrat (%)
1	Beras	78,9
2	Jagung	73,7
3	Singkong Karet	98,4
4	Gadung	23,3
5	Kentang	19,1
7	Ubi jalar	29,7

Sumber: BPOM, 2015

Tabel 4 menjelaskan bahwa singkong karet merupakan umbi-umbian yang memiliki kadar karbohidrat atau pati yang tertinggi dibandingkan dengan umbi-umbian lain sehingga sangat berpotensi sebagai bahan baku pembuatan plastik *biodegradable*.

Jumlah kulit singkong karet dalam satu pohon singkong karet ialah 20% yang terdiri dari kulit bagian luar dan bagian dalam yang memisahkan antara daging singkong karet dengan kulit bagian luar. Kulit singkong karet juga

mengandung pati yang berpotensi sebagai bahan baku pembuatan plastik *biodegradable*. Kandungan pati yang terdapat di dalam singkong karet dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kandungan yang Terdapat di dalam Kulit Singkong Karet.

No	Analisa	Kadar (%)
1	Kadar Pati	77 – 81
2	Kadar Karbohidrat Struktural	3 – 16
3	Kadar Protein Kasar	0,2 – 8
4	Kadar Protein Kasar	0,4750
5	Kadar Karbohidrat	98,4674

Sumber: US National Library of Medicine National Institutes of Health, 2014

Tabel 5 menjelaskan bahwa kadar karbohidrat atau pati yang terkandung di dalam singkong karet cukup tinggi yaitu dalam rentang 77 – 81%. sehingga sangat berpotensi sebagai bahan baku pembuatan plastik *biodegradable*.

2.3.4. Asam Sianida

Asam sianida merupakan senyawa yang terdapat dalam bahan makanan nabati dan secara potensial sangat beracun karena dapat terurai dan mengeluarkan hidrogen sianida. Hidrogen sianida dikeluarkan bila komoditi tersebut dihancurkan, dikunyah, mengalami pengirisan, atau rusak. Asam sianida terdapat pada berbagai tanaman dengan nama senyawa yang berbeda seperti amigladin pada biji almonds, aprikot dan apel, dhurin pada biji shorgum, dan linamarin pada kara (lima bean) dan singkong. Nama kimia bagi amigladin adalah glukosida benzaldehida sianohidrin, dhurin, glukosida p-hidroksida-benzaldehida sianohidrin, linamarin, glukosida aseton sianohidrin (Winarno, 2004). Zat glukosida ini diberi nama linamarin yang berasal dari aseton sianidrin yang bila dihidrolisis akan terurai menjadi glukosa, aseton dan HCN. Rumus molekul linamarin $C_{10}H_{17}O_6N$ dan mempunyai sifat yang mudah larut dalam air (Sosrosoedirdjo, 1993).

Sifat-sifat HCN murni mempunyai sifat tidak berwarna, mudah menguap pada suhu kamar dan mempunyai bau khas. HCN mempunyai berat molekul yang

ringan, sukar terionisasi, mudah berdifusi dan lekas diserap melalui paru-paru, saluran cerna dan kulit (Sosrosoedirdjo, 1993).

HCN dikenal sebagai racun yang mematikan. HCN akan menyerang langsung dan menghambat sistem antar ruang sel, yaitu menghambat sistem *cytochrome oxidase* dalam sel-sel, hal ini menyebabkan zat pembakaran (oksigen) tidak dapat beredar ketiap-tiap jaringan sel-sel dalam tubuh. Dengan sistem keracunan ini maka menimbulkan tekanan dari alat-alat pernafasan yang menyebabkan kegagalan pernafasan, menghentikan pernafasan dan jika tidak tertolong akan menyebabkan kematian. Bila dicerna, HCN sangat cepat terserap oleh alat pencernaan masuk ke dalam saluran darah. Tergantung jumlahnya HCN dapat menyebabkan sakit hingga kematian (dosis yang mematikan 0,5 - 3,5 mg HCN/kg berat badan) (Winarno, 1983).

Contoh racun salah satunya ialah asam sianida yang terdapat di dalam tanaman pangan serta gejala keracunannya dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Contoh Racun pada Tanaman Pangan dan Gejala Keracunannya

Racun	Tanaman	Gejala Keracunan
Asam Sianida	Singkong, gadung	Kegagalan pernapasan, kematian.
Fitohemaglutinin	Kacang merah	Mual, muntah, nyeri perut, diare.
Glikosida sianogenik	Singkong, rebung, biji buah-buahan.	Penyempitan saluran nafas, mual, muntah, sakit kepala.
Kumarin	Seledri	Sakit perut, nyeri pada kulit jika terkena sinar matahari.
Asam oksalat	Bayam dan teh	ram, mual, muntah, sakit kepala.

Sumber: BPOM, 2015

Tabel 6 menjelaskan bahwa racun yang terdapat di dalam singkong ialah asam sianida. Baik daun maupun umbinya mengandung suatu *glikosida*

cyanogenik, artinya suatu ikatan organik yang dapat menghasilkan racun biru atau HCN yang bersifat sangat toksik (Sosrosoedirdjo, 1993).

Kandungan sianida dalam singkong sangat bervariasi. Kadar sianida rata-rata dalam singkong manis dibawah 50 mg/kg berat asal, sedangkan singkong pahit/racun diatas 50 mg/kg. Menurut FAO, singkong dengan kadar 50 mg/kg masih aman untuk dikonsumsi manusia (Winarno, 1983).

Besarnya racun dalam singkong setiap varietas tidak konstan dan dapat berubah. Hal ini disebabkan adanya beberapa faktor yang mempengaruhi yaitu antara lain: keadaan iklim, keadaan tanah, cara pemupukan dan cara budidayanya.

2.3.5 Cara Mengurangi Kadar Asam Sianida

Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi kandungan HCN yang terdapat dalam singkong, yaitu dengan cara perendaman, pencucian, perebusan, pengukusan, penggorengan atau pengolahan lain. Dengan adanya pengolahan dimungkinkan dapat mengurangi kadar HCN sehingga bila singkong dikonsumsi tidak akan membahayakan bagi tubuh (Sumartono, 1987).

Pengolahan secara tradisional dapat mengurangi atau bahkan menghilangkan kandungan racun HCN. Pada singkong, kulitnya dikupas sebelum diolah, direndam sebelum dimasak dan difermentasi selama beberapa hari. Dengan perlakuan tersebut linamarin banyak yang rusak dan hidrogen sianidanya ikut terbuang keluar sehingga tinggal sekitar 10 - 40 mg/kg. (Winarno, 1983).

HCN dapat larut di dalam air maka untuk menghilangkan asam biru tersebut cara yang paling mudah adalah merendamnya di dalam air pada waktu tertentu (Kuncoro, 1993).

2.4 Kitosan

Kitosan adalah turunan kitin yang pertama kali ditemukan pada tahun 1894 oleh Hoppe Seyler. Proses deasetilasi dilakukan dengan merefluks kitin dalam kalium hidroksida (Kuncoro, 1993).

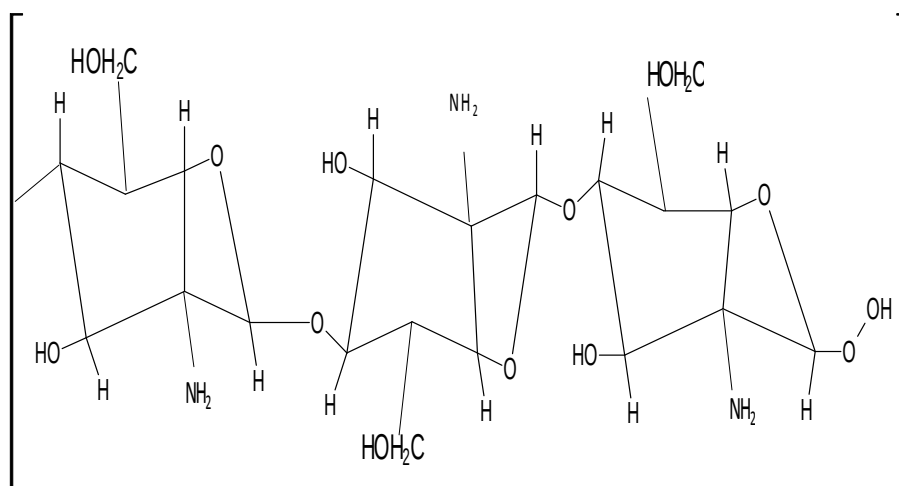
Kitosan merupakan polimer kationik yang bersifat *nontoksik*, dapat mengalami biodegradasi. Kitosan juga memiliki kegunaan yang sangat luas dalam

kehidupan sehari-hari misalnya sebagai adsorben limbah logam berat dan zat warna, pengawet, antijamur, kosmetik, farmasi, flokulan, antikanker, dan antibakteri. Kitosan dapat aktif dan berinteraksi dengan sel, enzim atau matrik polimer yang bermuatan negatif (Kuncoro, 1993).

Perkembangan penggunaan kitosan meningkat pada tahun 1940-an terlebih dengan makin diperlukannya bahan alami oleh berbagai industri sekitar tahun 1970-an. Penggunaan kitosan untuk aplikasi khusus seperti farmasi, kesehatan, bidang industri antara lain industri membran, biokimia, bioteknologi, pangan, pengolahan limbah, kosmetik, agroindustri, industri perkayuan, polimer, dan industri kertas (Sugita, 2009).

2.4.1 Struktur Kitosan

Sugita (2009) menyatakan bahwa kitosan adalah polisakarida alam yang diperoleh dari deasetilasi kitin. Jika sebagian besar gugus asetil pada kitin disubstitusikan oleh atom hidrogen menjadi gugus amino dengan penambahan larutan basa kuat berkonsentrasi tinggi, hasilnya dinamakan kitosan atau kitin terseasetilasi (Sinaga, 2011). Struktur kitosan dapat dilihat pada gambar 6.



Sumber: Sinaga, 2011.

Gambar 6. Struktur Kitosan

Gambar 6 menjelaskan bahwa kitosan disebut sebagai poli (β -(1,4)-2-amino-2-deoksi-D-Glukopiranos) yang mempunyai rumus umum $(\text{C}_6\text{H}_9\text{NO}_3)_n$. Kitosan bukan merupakan senyawa tunggal tetapi merupakan kelompok yang

terseasetilasi sebagian dengan derajat polimerisasi yang berbeda. Kitin dan kitosan adalah nama dua kelompok senyawa yang dibatasi dengan stoikiometri, kitin adalah poli N-asetilglukosamin yang terdeasetilasi sedikit (Sinaga, 2011)

Sinaga (2011) menuliskan bahwa deasetilasi adalah tahap transformasi kitin menjadi kitosan, yaitu dengan memberikan perlakuan dengan basa berkonsentrasi tinggi. Reaksi deasetilasi bertujuan untuk memutuskan gugus asetil yang terikat pada nitrogen dalam struktur senyawa kitin untuk memperbesar persentase gugus amina pada kitosan (Damayanti, 2013). Menurut Peniston dan Johnson (1980), kitosan terdeasetilasi sebanyak mungkin dengan derajat deasetilasi antara 80-90%.

Kitin dan kitosan adalah nama untuk dua kelompok senyawa yang dibatasi dengan stoikiometri, kitin adalah poli N-asetilglukosamin yang terdeasetilasi sedikit. Derajat deasetilasi biasanya bervariasi 8-15% tetapi tergantung pada sumber yang digunakan untuk memperoleh kitin, dan metode yang digunakan untuk isolasi dan pemurnian.

2.4.2 Sumber Kitosan

Kitosan merupakan senyawa kimia yang berasal dari bahan hayati kitin, suatu senyawa organik yang melimpah di alam ini setelah selulosa. Kitin ini umumnya diperoleh dari kerangka hewan *invertebrata* dari kelompok *Arthropoda* sp, *Molusca* sp, *Coelenterata* sp, *Annelida* sp, *Nematoda* sp, dan beberapa dari kelompok jamur. Selain dari kerangka hewan invertebrate, juga banyak ditemukan pada bagian insang ikan, *trachea*, dinding usus dan pada kulit cumi-cumi. Sebagai sumber utamanya ialah cangkang *Crustaceae* sp, yaitu udang, *lobster*, kepiting, dan hewan yang bercangkang lainnya, terutama asal laut.

Kitosan dengan rumus molekul ($C_6H_{11}NO_4$) yang dapat diperoleh dari deasetilasi kitin. Kitosan juga dijumpai secara alamiah di beberapa organisme. Proses deasetilasi kitin dapat dilakukan dengan cara kimiawi atau enzimatis. Ternyata penghilangan gugus asetil kitin meningkatkan kelarutannya, sehingga kitosan lebih banyak digunakan daripada kitin, antara lain di industri kertas, pangan, farmasi, fotografi, kosmetika. Selain itu kitosan juga bersifat *nontoksik*,

biokompatibel, dan *biodegradabel* sehingga aman digunakan. Sumber Kitin dan Kitosan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Sumber Kitin dan Kitosan

Jenis	Kadar Kitosan
Jamur / Cendawan	5-20%
Cumi-cumi	3-20%
Kalajengking	30%
Laba-laba	38%
Kumbang	35%
Ulat Sutra	44%
Kepiting	69%
Udang	70%

Sumber: Peniston dan Johnson, 1980.

Tabel 7 menjelaskan bahwa dapat dilihat bahwa sumber kitin dan kitosan yang banyak adalah terdapat pada udang-udangan (70%).

2.4.3 Sifat-sifat Kitosan

Kitosan merupakan senyawa polimer dari 2-amino-2-dioksi-D-Glukosa dengan bentuk padatan *amorf* yang berwarna putih kekuningan. Kitosan yang dapat dihasilkan dari kitin yang dihilangkan gugus asetilnya dengan menggunakan asam pekat (Peniston dan Johnson, 1980).

Kelarutan kitosan yang paling baik ialah dalam larutan asam asetat 2%. (Sugita, 2009). Kitosan mudah mengalami degradasi secara biologis dan tidak beracun, kationik kuat, flokulan dan koagulan yang baik, mudah membentuk membran atau film serta membentuk gel dengan anion bervalensi ganda. Kitosan tidak larut dalam air, pelarut-pelarut organik, alkali atau asam-asam mineral pada pH diatas 6,5. Kitosan larut dengan cepat dalam asam organik seperti asam formiat, asam sitrat dan asam asetat (Knoor, 1987)

Kitosan juga sedikit larut dalam HCl dan HNO₃ 0,5%, H₃PO₄. Sedangkan dalam H₂SO₄ tidak larut. Kitosan juga tidak larut dalam beberapa pelarut organik seperti alkohol, aseton, dimetil formida dan dimetil sulfoksida tetapi kitosan larut

dengan baik dengan asam formiat berkonsentrasi 0,2-100% dalam air (Knoor, 1987).

Sifat-sifat kitosan dihubungkan dengan adanya gugus amino dan hidoksil yang terikat. Adanya reaktifitas kimia yang tinggi dan menyumbangkan sifat sifat polielektrolit kation, sehingga dapat berperan sebagai amino pengganti. Perbedaan kandungan amida adalah sebagai patokan untuk menentukan apakah polimer ini dalam bentuk kitin atau kitosan. Kitosan mengandung gugus amida 60% sebaiknya lebih kecil dari 60% adalah kitin (Harahap, 1995).

Kitosan larut pada kebanyakan larutan asam organik pada pH sekitar 4,0 tetapi tidak larut pada pH lebih besar dari 6,5 juga tidak larut dalam pelarut air, alkohol, dan aseton. Dalam asam mineral pekat seperti HCl dan HNO₃, kitosan larut pada konsentrasi 0,15-1,1%, tetapi tidak larut pada konsentrasi 10%. Kitosan tidak larut dalam H₂SO₄ pada berbagai konsentrasi, sedangkan di dalam H₃PO₄ tidak larut pada konsentrasi 1% sementara pada konsentrasi 0,1% sedikit larut. Perlu untuk kita ketahui, bahwa kelarutan kitosan dipengaruhi oleh bobot molekul, derajat deasetilasi dan rotasi spesifiknya yang beragam bergantung pada sumber dan metode isolasi serta transformasinya.

Kitosan memiliki sifat unik yang dapat digunakan dalam berbagai cara serta memiliki kegunaan yang beragam, antara lain sebagai bahan perekat, aditif untuk kertas dan tekstil, penjernih air minum, serta untuk mempercepat penyembuhan luka, dan memperbaiki sifat pengikatan warna. Kitosan merupakan pengkelat yang kuat untuk ion logam transisi.

2.4.4 Kegunaan Kitosan

Dewasa ini aplikasi kitin dan kitosan sangat banyak dan meluas. Dibidang industri, kitin dan kitosan berperan antara lain sebagai kogulan polielektrolit pengolahan limbah cair, pengikat dan penyerap ion logam, mikroorganisme, pewarna, residu peptisida, lemak, mineral dan asam organik, gel dan pertukaran ion, pembentuk film dan membran mudah terurai, meningkatkan kualitas kertas, pulp, dan produk tekstil (Krochta dan Mulder, 1997).

Kitin dan kitosan dapat diterapkan di bidang industri maupun bidang kesehatan, diantaranya: Industri tekstil, bidang fotografi, bidang kedokteran/kesehatan, industri fungisida, industri kosmetika, industri pengolahan pangan, serta penanganan limbah.

Pemanfaatan kitosan sebagai bahan tambahan pada pembuatan film plastik berfungsi untuk memperbaiki transparansi film plastik yang dihasilkan (Joseph dkk, 2009). Besarnya nilai parameter standar yang dikehendaki untuk kitosan dalam dunia perdagangan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Mutu Standar Kitosan

Sifat-sifat kitosan	Nilai-nilai yang dikehendaki
Bentuk partikel	butiran-bubuk
Kadar air (% w)	< 10
Kadar abu (% w)	> 2
Viskositas (cP) Rendah	< 200
Viskositas (cP) Sedang	200 – 799
Viskositas (cP) Tinggi	800 – 2000
Paling tinggi	> 2000

Sumber: Ummah, 2013

Tabel 8 menjelaskan bahwa sifat-sifat kitosan seperti kadar air dan kadar abunya rendah namun sifat lain seperti viskositas memiliki nilai yang tinggi.

2.5 Asam Asetat

Asam asetat atau asam cuka adalah senyawa kimia asam organik yang dikenal sebagai pemberi rasa asam dan aroma dalam makanan. Asam cuka memiliki rumus empiris $C_2H_4O_2$. Rumus ini sering kali ditulis dalam bentuk CH_3-COOH , CH_3COOH , atau CH_3CO_2H . Asam asetat murni (disebut asam asetat glasial) adalah cairan higroskopis tak berwarna, dan memiliki titik beku $16,7^\circ C$.

Asam asetat merupakan salah satu asam karboksilat paling sederhana, setelah asam format. Larutan asam asetat dalam air merupakan sebuah asam lemah, artinya hanya terdisosiasi sebagian menjadi ion H^+ dan CH_3COO^- . Asam asetat merupakan pereaksi kimia dan bahan baku industri yang penting. Asam asetat digunakan dalam produksi polimer seperti polietilena tereftalat, selulosa

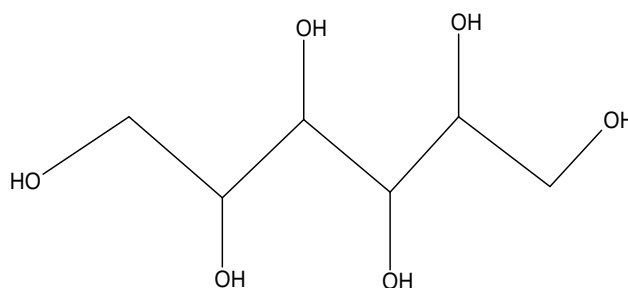
asetat, dan polivinil asetat, maupun berbagai macam serat dan kain. Dalam industri makanan, asam asetat digunakan sebagai pengatur keasaman. Di rumah tangga, asam asetat encer juga sering digunakan sebagai pelunak air.

2.6 Plasticizer 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. Pada tahun 1975 produsen utama sorbitol adalah Roguette Freres dari Perancis. Secara alami sorbitol juga dapat dihasilkan dari berbagai jenis buah.

Sorbitol secara umum dikenal sebagai produk yang aman oleh U.S. Food and Drug Administration dan disetujui penggunaannya oleh Uni Eropa serta banyak negara di seluruh dunia. Mencakup Australia, Austria, Kanada dan Jepang (Pranamuda, 2001).

Sorbitol ($C_6H_{14}O_6$) berasal dari golongan gula alkohol. Gula alkohol merupakan hasil reduksi dari glukosa di mana semua atom oksigen dalam molekul gula alkohol yang sederhana terdapat dalam bentuk kelompok hidroksil. Struktur rumus sorbitol dapat dilihat pada Gambar 7.



Sumber : Joseph dkk, 2009

Gambar 7. Struktur Sorbitol

Gambar 7 menjelaskan bahwa 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.

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.

Sifat-sifat Fisika :

1. *Specific gravity* : 1.472 (-5°C)
2. Titik lebur : 93 °C (*Metasable form*) 97,5 °C (*Stable form*)
3. Titik didih : 296 °C
4. Kelarutan dalam air : 235 gr/100 gr H₂O
5. Panas Pelarutan dalam air : 20,2 KJ/mol
6. Panas pembakaran : -3025,5 KJ/mol

Sifat-sifat Kimia :

1. Berbentuk kristal pada suhu kamar
2. Berwarna putih tidak berbau dan berasa manis
3. Larut dalam air, *glycerol* dan *propylene glycol*
4. Sedikit larut dalam metanol, etanol, asam asetat dan *phenol*
5. Tidak larut dalam sebagian besar pelarut organik

Sorbitol umumnya digunakan sebagai bahan baku industri barang konsumsi dan makanan seperti pasta gigi, permen, kosmetik, farmasi, vitamin C, dan termasuk industri textil dan kulit (Pranamuda, 2001).

Sorbitol berperan sebagai *plasticizer* dalam proses pembuatan plastik *biodegradable*. Penambahan *plasticizer* ini digunakan untuk meningkatkan sifat plastisitasnya, yaitu sifat mekanik yang lunak, ulet, dan kuat. Dalam konsep sederhana, *plasticizer* merupakan pelarut organik dengan titik didih tinggi yang ditambahkan ke dalam resin yang keras dan kaku sehingga akumulasi gaya intermolekul pada rantai panjang akan menurun. Akibatnya kelenturan, pelunakan dan pemanjangan resin akan bertambah. Oleh karena itu, plastisasi akan mempengaruhi sifat fisik dan mekanisme film seperti kekuatan tarik, elatisitas, kekerasan dan sebagainya.

Prinsip proses plastisasi adalah dispersi molekul *plasticizer* ke dalam polimer. Jika mempunyai gaya interaksi dengan polimer, proses dispersi akan

berlangsung dalam skala molekul dan terbentuk larutan polimer *plasticizer*. Sifat fisik dan mekanik polimer-*plasticizer* ini merupakan fungsi distribusi dan sifat komposisi *plasticizer*. Oleh karena itu, karakteristik polimer yang terplastisasi dapat diketahui dengan melakukan variasi komposisi *plasticizer* (Joseph dkk, 2009).

Kegunaan sorbitol dalam industri adalah sebagai berikut (Pranamuda, 2001):

- a. Bidang makanan ditambahkan pada makanan sebagai pemanis dan untuk memberikan ketahanan mutu dasar yang dimiliki makanan tersebut selama dalam proses penyimpanan. Bagi penderita diabetes, sorbitol dapat dipakai sebagai bahan pemanis pengganti glukosa, fruktosa, maltosa, dan sucrosa. Untuk produk makanan dan minuman diet, sorbitol memberikan rasa manis yang sejuk di mulut.
- b. Bidang Farmasi Sorbitol merupakan bahan baku vitamin C dimana dibuat dengan proses fermentasi dengan bakteri *Bacillus suboxidant*. Dalam hal lain, sorbitol dapat digunakan sebagai pengabsorpsi beberapa mineral seperti Cs, Sr, F dan vitamin B12. Pada konsentrasi tinggi sorbitol dapat sebagai stabilisator dari vitamin dan antibiotik.
- c. Bidang Kosmetik dan pasta gigi Penggunaan sorbitol sangat luas di bidang kosmetika, diantaranya digunakan sebagai pelembab berbentuk cream untuk mencegah penguapan air dan dapat memperlincin kulit. Untuk pasta gigi, sorbitol dapat dipergunakan sebagai penyegar atau obat pencuci mulut yang dapat mencegah kerusakan gigi dan memperlambat terbentuknya karies gigi.
- d. Industri Kimia Sorbitol banyak dibutuhkan sebagai bahan baku surfaktan. Pada industri *Polyurethane*, sorbitol bersama dengan senyawa *polyhidric alcohol* lain seperti *glycerol* merupakan salah satu komposisi utama *alkyl resin* dan *rigid polyurethane foams*. Pada industri tekstil, kulit, semir sepatu dan kertas, sorbitol digunakan sebagai softener dan stabilisator warna, sedangkan pada industri rokok sorbitol digunakan sebagai stabilisator kelembaban, penambah aroma dan menambah rasa sejuk.

- e. Aplikasi lain, sorbitol digunakan sebagai bahan baku pembuatan vitamin C. Negara-negara barat mengaplikasikan sorbitol sebagai bahan baku pembuatan vitamin.

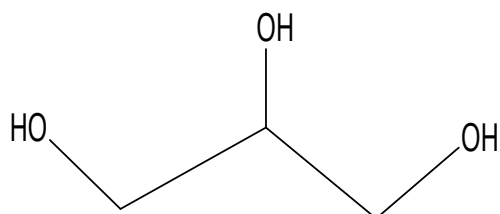
2.7 Plasticizer Gliserol

Gliserol merupakan senyawa yang banyak ditemukan pada lemak hewani maupun lemak nabati sebagai ester gliseril pada asam palmitat dan oleat. Gliserol adalah senyawa yang netral, dengan rasa manis tidak berwarna, cairan kental dengan titik lebur 20°C dan memiliki titik didih yang tinggi yaitu 290°C. Gliserol dapat larut sempurna dalam air dan alkohol, tetapi tidak dalam minyak. Sebaliknya, banyak zat dapat lebih mudah larut dalam gliserol dibanding dalam air maupun alkohol, oleh karena itu gliserol merupakan jenis pelarut yang baik (Joseph dkk, 2009).

Gliserol memiliki sifat yang mudah menyerap air dan kandungan energi yang dimilikinya membuat gliserol banyak digunakan pada industri makanan, farmasi maupun kosmetik. Gliserol dapat diperoleh secara komersil sebagai produk sampingan ketika lemak dan minyak yang dihidrolisis untuk menghasilkan asam lemak. Gliserol juga disintesis pada skala komersil dari *propylene* (diperoleh dengan cracking minyak bumi), karena pasokan gliserol alam tidak memadai.

Secara umum, senyawa poliol (polihidroksi termasuk gliserol) dari berbagai sumber, banyak dimanfaatkan untuk berbagai keperluan industri. Salah satu contoh pemanfaatan gliserol dalam industri polimer yakni sebagai pemlastik maupun pementap. Senyawa poliol dapat diperoleh dari hasil industri petrokimia, maupun langsung dari transformasi minyak nabati dan olahan industri oleokimia. Senyawa poliol khususnya gliserol yang terbuat dari minyak nabati dan industri oleokimia bersifat dapat diperbaharui, sumber mudah diperoleh, dan juga akrab dengan lingkungan karena mudah terdegradasi di alam. Gliserol juga larut sempurna dalam alkohol, dapat terlarut dalam pelarut tertentu misalnya eter dan etil asetat, namun bersifat tidak larut dalam hidrokarbon. Gliserol memiliki banyak kegunaan, hal ini ditunjukkan dengan adanya keragaman jenis produk

berbahan baku gliserol yang saat ini beredar secara luas di pasaran seperti dalam pembuatan pernis, tinta, permen dan lain sebagainya (Yusmarlela, 2009). Struktur rumus gliserol dapat dilihat pada Gambar 8.



Sumber : Joseph dkk, 2009

Gambar 8. Struktur Gliserol

Gambar 8 menjelaskan bahwa gliserol hadir dalam bentuk ester (gliserida) pada semua hewan, lemak dan minyak nabati. Gliserol (1,2,3 propanetriol) merupakan cairan yang tidak berwarna, tidak berbau dan merupakan cairan kental yang memiliki rasa manis (Joseph dkk, 2009).

Tabel 9. Karakterisasi Gliserol

Karakterisasi	Nilai-Nilai yang dikehendaki
Nama IUPAC	Propan 1,2,3 triol
Nama lain	Gliserin, 1,2,3 propanetriol, 1,2,3 tritydroxypropana, glyceritol, glycy alcohol
Rumus kimia	$C_3H_5(OH)_3$
Berat molekul	92,09382 g/mol
Densitas	1,261 g/ml
Viskositas	1,5 Pa.s
Titik leleh	17,8 °C (64,2°F)
Titik nyala	290 °C (554°F)
Titik lebur	18,2°C
Titik didih	290 °C

Sumber : Joseph dkk, 2009.

Tabel 9 menjelaskan bahwa sifat-sifat fisik dari gliserol memiliki nilai yang cenderung lebih rendah dari *plasticizer* sorbitol seperti titik leleh, titik didih dan sebagainya.

Gliserol mempunyai peranan yang cukup penting dalam pembuatan plastik *biodegradable*. Gliserol merupakan salah satu agen pemplastis yang sering digunakan karena gliserol merupakan bahan yang murah, sumbernya mudah diperoleh, dapat diperbarui, dan juga akrab dengan lingkungan karena mudah terdegradasi oleh alam. Pati yang merupakan polimer alam yang tidak mahal dan terbaharukan yang hadir dalam bentuk butiran tidak dapat diproses menjadi material termoplastik karena kuatnya ikatan hidrogen intermolekular dan intramolekular. Plastik *biodegradable* yang biasa disebut *thermoplastic starch*. Material plastisaasi umumnya merupakan molekul kecil yang larut dalam struktur yang *amorf* diantara moleku-molekul polimer yang lebih besar. Material plastisasi memacu proses pencetakan, dan meningkatkan fleksibilitas produk. Komposisi pencampuran yang sempurna diperlukan untuk memperoleh distribusi homogen (Choirunniza, 2015).