

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Plastik *Biodegradable*

2.1.1 Pengertian Plastik

Plastik mempunyai peranan besar dalam kehidupan sehari-hari biasanya digunakan sebagai bahan pengemas makanan dan minuman karena sifatnya yang kuat, ringan dan praktis. Menurut definisi dari Apriyanto (2007) dan Aryanti (2013) plastik sebagai material polimer atau bahan pengemas yang dapat dicetak menjadi bentuk yang diinginkan dan mengeras setelah didinginkan atau pelarutnya diuapkan. Polimer adalah molekul yang besar yang telah mengambil peran yang penting dalam teknologi karena mudah dibentuk dari satu bentuk ke bentuk lain dan mempunyai sifat, struktur yang rumit. Hal ini disebabkan oleh jumlah atom pembentuk yang jauh lebih besar dibandingkan dengan senyawa yang berat atomnya lebih rendah. Umumnya suatu polimer dibangun oleh satuan struktur yang tersusun secara berulang dan diikat oleh gaya tarik menarik yang kuat yang disebut ikatan kovalen (Steven, 2007).

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 sintetik, 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).

Plastik merupakan suatu komoditi yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Hampir semua peralatan atau produk yang digunakan terbuat dari plastik dan sering digunakan sebagai pengemas bahan baku. Namun pada kenyataannya, sampah plastik menjadi masalah lingkungan karena plastik membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mengalami proses daur ulang. Plastik memiliki beberapa keunggulan seperti ringan, fleksibel, kuat, tidak mudah pecah, transparan, tahan air serta ekonomis (Darni dkk., 2005).

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).

Disamping memiliki berbagai kelebihan tersebut plastik juga mempunyai kelemahan diantaranya adalah bahan baku utama pembuat plastik yang berasal dari minyak bumi yang apa bila sering digunakan akan menyebabkan semakin menipisnya minyak bumi dan tidak dapat diperbaharui (Alvin dan Gil, 2004).

Selain itu plastik tidak dapat dihancurkan dengan cepat dan alami oleh mikroba penghancur di dalam tanah. Hal ini mengakibatkan terjadinya penumpukan limbah dan menjadi penyebab pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup (Cereda, 2000).

Kelemahan plastik lain yang berbahaya bagi kesehatan manusia adalah migrasi residu monomer vinil klorida sebagai unit penyusun polivinilklorida (PVC) yang bersifat karsinogenik (Siswono, 2008).

Monomer-monomer tersebut akan masuk ke dalam makanan dan selanjutnya akan masuk ke dalam tubuh orang yang mengkonsumsinya. Penumpukan bahan kimia yang telah masuk ke dalam tubuh ini tidak dapat larut dalam air sehingga tidak dapat dibuang keluar bersama urin maupun feses. Penumpukan bahan-bahan inilah yang bisa menimbulkan gangguan kesehatan bagi pemakainya dan bisa mengakibatkan kanker (Siswono, 2008).

2.1.2 Plastik *Biodegradable*

Di Indonesia penelitian dan pengembangan teknologi kemasan plastik *biodegradable* masih sangat terbatas. Hal ini terjadi karena selain kemampuan sumber daya manusia dalam penguasaan ilmu dan teknologi bahan, juga dukungan dana penelitian yang terbatas. Dipahami bahwa penelitian dalam bidang ilmu dasar memerlukan waktu lama dan dana yang besar (Darni, 2008).

Sanjaya dan Puspita (2010) menjelaskan bahwa plastik *biodegradable* adalah plastik yang akan hancur di alam oleh mikroorganisme yang diaktifkan di lingkungan untuk memetabolisme struktur molekul *film* plastik tersebut. Plastik *biodegradable* merupakan plastik yang ramah lingkungan yang dapat hancur di alam oleh mikroorganisme dalam tanah. Plastik *biodegradable* cenderung bersifat mikroba dan *terdegradasi* tanpa merusak lingkungan.

Plastik *biodegradable* adalah jenis plastik yang masih termasuk jenis polimer tetapi memiliki struktur molekul yang dapat *terdegradasi* secara biologis sehingga rentan terhadap kinerja mikroorganisme (Kitamoto dkk., 2011). Plastik *biodegradable* merupakan plastik yang terbuat dari senyawa-senyawa yang mudah ditemukan di alam (Faizin, 2012). Plastik *biodegradable* dibuat untuk mengurangi masalah lingkungan yang sudah terkena pencemaran sampah plastik. Adanya plastik *biodegradable* yang dapat didaur ulang secara biologis dapat membantu mengurangi jumlah limbah industri yang tidak dapat didaur ulang. *Degradasi* ini termasuk pengomposan aerobik dan anaerobik. Kondisi inilah yang dapat menciptakan permintaan untuk menciptakan dan mengembangkan standarisasi sesuai metode uji untuk menentukan *biodegradasi* dari bahan polimer (Gartiser dkk., 1998).

Untuk menyelamatkan lingkungan dari bahaya plastik, saat ini telah dikembangkan plastik *biodegradable*, artinya plastik yang dapat diuraikan kembali oleh mikroorganisme secara alami. Pada umumnya plastik yang sering dijumpai adalah plastik konvensional yang bahan dasar pembuatannya dari petroleum. Sementara plastik *biodegradable* terbuat dari material yang dapat diperbaharui, yaitu dari senyawa-senyawa yang terdapat dalam tanaman berupa selulosa.

Teknologi kemasan plastik *biodegradable* adalah salah satu upaya yang dilakukan untuk keluar dari permasalahan penggunaan kemasan plastik yang non *degradable* (*plastic 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 pembuatan plastik, sehingga

teknologi kemasan plastik *biodegradable* mempunyai prospek yang baik (Darni, 2008).

Berdasarkan fakta dan kajian ilmiah yang ada, maka pati merupakan polisakarida paling melimpah kedua. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak terlarut disebut amilopektin (Fessenden, 1994). Fungsi pati dalam tumbuhan sebagai cadangan makanan, juga sebagai substrat untuk produksi enzim amilase. Pati terdapat dalam gandum, beras, jagung, kentang, jenis umbi-umbian (Darni, 2008).

Plastik berbahan dasar tepung aman bagi lingkungan. Sebagai perbandingan, plastik tradisional membutuhkan waktu sekitar 50 tahun agar dapat terdekomposisi secara alamiah, sementara plastik *biodegradable* dapat terdekomposisi 10 hingga 20 kali lebih cepat. Hasil *degradasi* plastik ini dapat digunakan sebagai makanan hewan ternak atau sebagai pupuk kompos. Plastik *biodegradable* yang terbakar tidak menghasilkan senyawa kimia berbahaya. Kualitas tanah akan meningkat dengan adanya plastik *biodegradable*, karena hasil penguraian mikroorganisme meningkatkan unsur hara dalam tanah (Darni, 2008).

Plastik *biodegradable* telah terbukti untuk meningkatkan kualitas tanah, proses tersebut dilakukan sebagai pembusukan oleh mikroorganisme dalam tanah dan tanah bisa menjadi lebih subur. Plastik *biodegradable* tidak jauh berbeda dengan jenis plastik konvensional. Perbedaannya yaitu plastik *biodegradable* akan *terdegradasi* oleh aktivitas mikroorganisme kemudian menghasilkan air dan gas karbondioksida setelah habis dipakai lalu dibuang ke lingkungan.

Plastik konvensional merupakan jenis plastik yang tidak dapat terurai oleh mikroorganisme, sementara plastik *biodegradable* disebut plastik yang ramah lingkungan dan bisa terurai oleh mikroorganisme (Firdaus dan Anwar, 2004). Pada umumnya plastik konvensional terbuat dari bahan dasar gas alam, petroleum, atau batu bara sedangkan plastik *biodegradable* terbuat dari material yang dapat diperbaharui seperti yang terdapat dalam tanaman antara lain selulosa, protein atau lipid yang terdapat dalam hewan (Huda dan Firdaus, 2007).

Plastik *biodegradable* jika dibakar, hasilnya bukan senyawa yang beracun. Plastik tersebut sangat sesuai dengan siklus karbon alami, karena ketika dibuang ke lingkungan dan diurai oleh mikroorganisme diperoleh hasil CO₂. Peristiwa *biodegradasi* dapat terjadi di semua lingkungan, baik pada kondisi aerob maupun anaerob, dan di dalam tubuh hewan (Handayani dkk., 2009).

Menurut Gautam (2009) kegunaan plastik *biodegradable* pada kehidupan sehari-hari antara lain:

1. Sebagai kemasan (wadah makanan dan pembungkus)
2. Sebagai kantong plastik untuk pengomposan sampah makanan dan sebagai tas di supermarket
3. Produk Catering (sendok, garpu, piring, cangkir, sedotan)
4. Pertanian (Film mulsa, pot tanaman)
5. Produk-produk kesehatan
6. Implant pada Medis dan Dental

Menurut European Commission (2011) menyatakan bahwa daur ulang plastik dapat terjadi pada tingkat kimia dan tingkat produk. Plastik *biodegradable* menggunakan polimer yang dihasilkan dari sumber terbarukan. Sejak plastik konvensional menggunakan minyak bumi, maka substitusi plastik *biodegradable* meningkat karena memiliki potensi untuk mengurangi penggunaan bahan bakar. Ada tiga kategori utama dari plastik *biodegradable*, yaitu:

- a. Polimer alam dari sumber terbarukan, seperti selulosa, pati dan nabati protein.
- b. Polimer disintesis dari monomer berasal dari sumber daya terbarukan. Misalnya, PLA adalah polimer asam laktat yang dihasilkan dari fermentasi pati, jagung atau gula.
- c. Polimer yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Misalnya, PHA diproduksi oleh bakteri melalui fermentasi gula atau lipid.

Plastik *biodegradable* ini berkembang sangat pesat. Berbagai riset telah dilakukan di negara maju seperti Jerman, Prancis, Jepang, Korea, Amerika Serikat, Inggris dan Swiss yang ditujukan untuk menggali berbagai potensi bahan

baku pembuatan plastik. Aktivitas penelitian lain yang dilakukan adalah bagaimana mendapatkan kemasan plastik *biodegradable* yang mempunyai daya tahan dan harga yang lebih murah.

2.1.3 Jenis-jenis Plastik

Plastik merupakan senyawa sintesis hidrokarbon rantai pendek yang berasal dari minyak bumi kemudian dibuat dengan reaksi monomer yang sama sehingga strukturnya menjadi kaku dan membentuk rantai panjang serta akan memadat kembali setelah mencapai suhu pembentukannya. Plastik yang memiliki tingkat kestabilan tinggi dan ikatan karbon rantai panjang merupakan jenis plastik yang tidak dapat terdegradasi oleh mikroorganisme. Pemberian nama pada senyawa polimer plastik disesuaikan dengan nama monomernya dan diberi awalan poli-. Contohnya plastik yang terbentuk dari monomer-monomer vinil klorida maka namanya adalah polivinil klorida (Hamonangan, 2009).

Jenis plastik *biodegradable* antara lain PHA dan PLA yang merupakan pembaharuan asam laktat dari hasil perubahan zat tepung oleh mikroorganisme, dan *poliaspartat* sintesis yang dapat *terdegradasi*. Bahan dasar plastik berasal dari selulosa, khitosan, atau tepung yang terkandung dalam tumbuhan, serta beberapa material plastik atau polimer lain yang terdapat di sel tumbuhan dan hewan (Darni, 2008).

Polimer disintesis atau monomer berasal dari sumber daya terbaru. Misalnya, PLA adalah polimer asam laktat yang dihasilkan dari fermentasi pati, jagung atau gula. Polimer yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Misalnya, PHA diproduksi oleh bakteri melalui fermentasi gula atau lipid. Bahan plastik *biodegradable* terbuat dari bahan yang dapat diperbaharui, mudah didapat dan murah serta mampu menghasilkan produk yang sama atau bahkan lebih baik dari plastik sintetik. Hal ini bertujuan untuk menggali berbagai kemampuan yang dimiliki dalam bahan baku pembuatan plastik sehingga dapat mengurangi masalah lingkungan akibat limbah sampah plastik sintesis yang jumlahnya semakin tahun semakin meningkat (Kitamoto dkk., 2011).

Pengembangan bahan plastik *biodegradable* (bioplastik) merupakan salah satu alternatif untuk mengatasi masalah pencemaran lingkungan akibat sampah plastik sintetik atau konvensional. Pengembangan bahan plastik *biodegradable* (bioplastik) menggunakan bahan alam yang dapat diperbarbarui sehingga sangat diharapkan berkembang di Indonesia.

2.1.4 Sifat mekanik plastik *biodegradable*

Sifat mekanik *film* plastik yang menjadi standar kekuatan dari *film* plastik yang umumnya terdiri dari kuat tarik, elongasi (Yun dkk., 2009) dan modulus Young (Su dkk., 2007) biasanya disebut sebagai sifat peregangan. Kekuatan tarik suatu bahan merupakan gambaran mutu bahan secara mekanik (Akrom, 2009). Sifat peregangan menunjukkan bagaimana materi akan bereaksi terhadap gaya yang diterapkan dalam ketegangan. Uji tarik merupakan uji mekanik dasar yang digunakan untuk menentukan modulus elastisitas, batas elastis, elongasi, kekuatan tarik, titik leleh dan sifat tarik lainnya (Larson, 2010).

Plastik banyak digunakan untuk berbagai hal, diantaranya sebagai pembungkus makanan, alas makan dan minum, untuk keperluan sekolah, kantor, automotif dan berbagai sektor lainnya. Karena memiliki banyak keunggulan antara lain lebih ringan, ekonomis, transparan, kuat, tidak mudah pecah, bentuk laminasi yang dapat dikombinasikan dengan bahan kemasan lain dan sebagian ada yang tahan panas dan stabil (Nurminah, 2002).

2.2 Tanaman Umbi Keladi (*Calocasia esculenta*)

Keladi merupakan tumbuhan yang tersebar di daerah tropis, sub tropis dan di daerah beriklim sedang. Asal mula tanaman ini berasal dari daerah Asia Tenggara, menyebar ke China dalam abad pertama, ke Jepang, ke daerah Asia Tenggara lainnya dan ke beberapa pulau di Samudra Pasifik, terbawa oleh migrasi penduduk. Di Indonesia keladi bisa di jumpai hampir di seluruh kepulauan dan tersebar dari tepi pantai sampai pegunungan di atas 1000 m (Wirawati dkk., 2002).

Keladi biasanya tumbuh didaerah beriklim lembab (curah hujan tinggi) dan daerah beriklim kering (curah hujan rendah), tetapi ada kecenderungan bahwa produk keladi akan lebih baik pada daerah yang beriklim rendah atau iklim panas. Curah hujan optimum untuk pertumbuhan tanaman keladi adalah 175 cm pertahun. Keladi juga dapat tumbuh di dataran tinggi, pada tanah gembur dan tumbuh sangat baik pada lahan yang bercurah hujan 2000 mm/tahun atau lebih. Selama pertumbuhan tanaman keladi menyukai tempat terbuka dengan penyinaran penuh serta tanaman ini mudah tumbuh pada lingkungan dengan suhu 25-30°C dan kelembaban tinggi (Prosea, 1994).

Tanaman keladi menyukai tanah yang gembur, yang kaya akan bahan organik atau humus. Tanaman ini dapat tumbuh pada daerah dengan berbagai jenis tanah, misal tanah lempung yang subur berwarna coklat pada lapisan tanah yang bebas air, dan tanah vulkanik. Tanaman keladi membutuhkan tanah yang lembab dan cukup air. Apabila tidak tersedia air yang cukup atau mengalami musim kemarau yang panjang, tanaman ini akan sulit tumbuh. Keladi dapat tumbuh pada ketinggian 0 sampai 1300 m . Di Indonesia sendiri keladi dapat tumbuh di daerah pantai sampai pergunungan dengan ketinggian 2000 m.

Umbi keladi tidak dapat dikonsumsi, karena umbi ini menghasilkan getah yang dapat mengakibatkan gatal-gatal dan gangguan pencernaan bila dikonsumsi (Rosmiatin, 1995).

Kandungan yang terdapat pada keladi ini yaitu zat besi, fosfor, vitamin B6 vitamin C, tembaga, dan serat. Kemudian perlu diingat bahwa tumbuhan keladi ini juga memiliki kandungan kalsium oksalat yang tinggi, maka dari itu ada baiknya untuk menghindari mengkonsumsi umbi ini kepada mereka yang memiliki gangguan ginjal. Bila tidak, maka penyakit yang kita derita itu akan menjadi lebih parah (Fatah, 1995).

Hal yang perlu diperhatikan dalam keladi yaitu bagaimana mengurangi kadar kalsium oksalat yang ada pada keladi. Kalsium oksalat dari persenyawaan garam merupakan ion kalsium dan ion oksalat. Ion ini sangat bermanfaat untuk proses metabolisme dan untuk pertahanan internal bagi keladi. Namun untuk

manusia senyawa ion bisa menimbulkan gatal-gatal dan iritasi pada kulit. (Niza, 2008)



Gambar 2.1. Keladi

2.2.1 Sifat Fisika Kalsium Oksalat yang Ada Pada Keladi

Keladi merupakan jenis tanaman yang mengandung kalsium oksalat. Pada saat mengupas keladi sering kita alami gatal-gatal pada tangan.

Menurut Danimiharja (1981), gatal ini disebabkan oleh tusukkan jarum-jarum kristal kalsium oksalat yang terbungkus dalam suatu kapsul transparan berisi cairan, yang berada diantara sel umbi tersebut. Kapsul-kapsul ini sering disebut rafit. Rafit-rafit ini tertancap pada dinding pemisah antara dua vakuola pada jaringan umbi dan ujung-ujung yang berada pada vakuola. Jika bagian umbi dipotong atau dikupas, maka vakuola itu akan menyebabkan dinding kapsul pecah yang mengakibatkan Kristal kalsium oksalat tersebut ke permukaan dan menusuk ke bagian kulit. Tusukan-tusukan ini yang menyebabkan rasa gatal-gatal.

Di bawah ini merupakan kandungan kalsium oksalat yang ada pada tumbuh-tumbuhan.

Tabel 2.1. Tumbuhan yang mengandung kalsium oksalat

Nama bahan	Jumlah (mg)
Ragi	46
Kacang Hitam	28
Kacang Gude	77
Umbi Keladi	133
Umbi Bit	40
Kentang	15

Sumber: Sedjaoetama (1976)

Umbi, pelepah dan daun keladi mengandung rafit yang banyaknya lebih kurang 2 sampai 3 batang rafit per cm^2 . Rafit ini bentuknya bulat panjang agak melancip kedua ujungnya. Panjangnya kurang lebih 0,12 mm, garis tegaknya kurang lebih 0,04 mm, berisi 15 sampai 20 jarum, kristal yang panjangnya kurang lebih 0,0003 mm, dan berbentuk jarum yang meruncing kedua ujungnya (Danimiharja, 1981)

Menurut Esau (1965), Kristal kalsium oksalat merupakan komposisi dari proses-proses eliminasi zat-zat anorganik pada tumbuh-tumbuhan. Endapan organik pada tumbuhan sebagian besar tersusun atas garam-garam kalsium dan anhidrat silikat. Kristal kalsium oksalat ini merupakan suatu produk buangan dari metabolisme sel yang sudah tidak dipergunakan lagi oleh tanaman (Lowson, 1962). Menurut Wang (1988), Kristal kalsium oksalat terbentuk akibat dari kelebihan asam oksalat yang tidak aktif. Berfungsi untuk membantu tanaman dari kelebihan ion kalsium.

Menurut Brukil (1996), Kristal kalsium oksalat merupakan suatu alkaloid. Bersifat tahan terhadap pemanasan sampai 100°C , tidak larut dalam alkohol 95% atau dalam asam asetat, sebaliknya kalium oksalat ini bisa larut dalam asam klorida encer atau asam nitrit.

2.2.2 Klasifikasi Umbi Keladi

Secara taksonomi keladi dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- Divisi : *Spermatophyta*
Subdivisi : *Angiospermae*
Kelas : *Monocotyledoneae*
Bangsa : *Arales*
Suku : *Araceae*
Marga : *Colocasia*
Jenis : *Colocasia esculenta L Schott*

2.2.3 Kandungan Kimia Pada Keladi

Keladi mengandung banyak mengandung senyawa kimia yang dihasilkan dari metabolisme sekunder seperti alkaloid, glikosida, saponin, minyak essensial, resin, gula dan asam-asam organik. Kalsium oksalat merupakan unsur kimia yang perlu diperhatikan pada tumbuhan ini, karena kalsium oksalat ini bisa menyebabkan gatal-gatal serta bisa menyebabkan iritasi pada kulit. Kalsium oksalat dari persenyawaan garam yaitu berupa ion kalsium dan ion oksalat. Ion ini sangat bermanfaat untuk proses metabolisme dan untuk pertahanan internal bagian keladi, namun untuk manusia senyawa ion bisa menimbulkan gatal-gatal dan iritasi pada kulit (Syarief dan Irawati, 1988).

2.2.4 Pati Umbi Keladi

Tepung (Pati keladi) adalah bentuk hasil pengolahan bahan dengan cara penggilingan atau penepungan. Pada proses penggilingan ukuran bahan diperkecil dengan cara diremuk yaitu bahan ditekan dengan gaya mekanis dari alat penggiling (Hubeis, 1984). Menurut Winarno (1997) tepung merupakan produk yang memiliki kadar air rendah. Kadar air yang rendah berperan penting dalam menjaga keawetan suatu bahan. Jumlah air yang terkandung dalam bahan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain sifat dan jenis atau asal bahan, kelembaban udara tempat penyimpanan, dan jenis pengemasan. Cara yang paling

umum dilakukan untuk menurunkan kadar air adalah dengan pengeringan, baik dengan penjemuran atau dengan alat pengering.

Menurut Lingga (1986) proses pembuatan pati dapat dilakukan dengan berbagai cara tergantung dari jenis umbi-umbian itu sendiri. Proses pembuatan pati keladi diawali dengan pencucian dan pengupasan umbi segar, yang kemudian diiris. Pengirisan dimaksudkan untuk mempercepat proses pengeringan. Setelah itu dilakukan perendaman dengan air. Perendaman juga merupakan proses pencucian karena secara tidak langsung mempunyai efek membersihkan. Kemudian dilakukan pengeringan pada suhu sekitar 50-60°C sampai pada saat kadar air mencapai 12%. Pengeringan dilakukan selama 6 jam dan biasanya umbi yang dikeringkan tersebut dibolak-balik agar keringnya merata. Hasil dari pengeringan adalah berupa keripik keladi yang kemudian digiling untuk menghasilkan tepung (pati) keladi yang seragam dilakukan pengayakan.

2.3 Sorbitol

Sorbitol merupakan *plastisizer* yang sering digunakan untuk memperbaiki sifat *elastisitas* dan mengurangi sifat barrier film dari pati. Sorbitol adalah *plastisizer* yang cukup untuk mengurangi ikatan hydrogen internal sehingga akan meningkatkan jarak intermolekul. (Soesilo, 2001). Sorbitol, juga dikenal sebagai glusitol yang merupakan gula alkohol, yang baik bagi tubuh manusia (Soesilo, 2001)

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.

Produksi sorbitol lokal selain untuk pemasaran dalam negeri juga sebagian besar untuk diekspor. Ekspor sorbitol sejak tahun 1989 hingga tahun 1992 cenderung mengalami penurunan, hal ini diakibatkan semakin meningkatnya permintaan dalam negeri. Sorbitol atau dikenal juga hexitol dengan rumus kimia

$C_6H_{14}O_6$. Walaupun ekspor terus ditingkatkan namun hingga saat ini Indonesia masih terus melakukan impor.

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. 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 (Othmer, 1960).

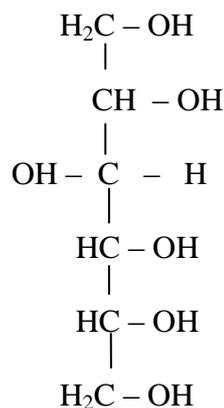
Kegunaan sorbitol dalam industri adalah sebagai berikut:

- 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 textil, 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.

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, Rumus kimia sorbitol dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Struktur rumus sorbitol *Sumber : (Soesilo, 2001 Mahasiswa PPDGS)*

Fungsi *plasticizer* secara umum untuk meningkatkan permeabilitas *film* terhadap gas, uap air, dan zat-zat terlarut juga dapat menurunkan elastisitas dan daya kohesi *film* (Astuti, 2008) menghaluskan *film* dan mempertipis hasil *film* yang terbentuk, menghindari *film* dari keretakan, meningkatkan elastisitas *film* (Tudorachi dkk., 2000).

Sifat-sifat fisikadan kimia sorbitol:

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
 7. Berbentuk kristal pada suhu kamar.
 8. Berwarna putih tidak berbau dan berasa manis.
 9. Larut dalam air, glycerol dan propylene glycol.
 10. Sedikit larut dalam metanol, etanol, asam asetat dan phenol.
 11. Tidak larut dalam sebagian besar pelarut organik
- (Perry, 1950)

2.4 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_3COOH , 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.

2.5 Kitosan

Kitosan adalah turunan kitin yang pertama kali ditemukan pada tahun 1894 oleh Hoppe Seyler. Proses deasetilasi dilakukan dengan merefluks kitin dalam kalium hidroksida (Tampubolon, 2008). Kitin dapat diperoleh dari limbah pengolahan hasil laut. Kandungan kitin pada limbah udang mencapai 42-57%, pada limbah kepiting mencapai 50-60%, cumi-cumi 40% dan kerang 14-35%. Kahan baku udang lebih mudah diperoleh, maka sintesis kitin dan kitosan lebih banyak memanfaatkan limbah udang (Yurnaliza, 2002).

Kitosan digunakan sebagai biopolimer untuk meningkatkan sifat mekanik karena dapat membentuk ikatan hidrogen antar rantai dengan amilosa dan amilopektin dalam pati. Kitosan memiliki gugus fungsi amin, gugus hidroksil primer dan sekunder, dengan adanya gugus fungsi tersebut mengakibatkan kitosan memiliki kereaktifan kimia yang tinggi karena dapat membentuk ikatan hidrogen, sehingga kitosan merupakan bahan pencampur yang ideal. Selain itu kitosan merupakan turunan kitin, polisakarida paling banyak di bumi setelah selulosa, bersifat hidrofobik serta dapat membentuk *film* dan membran dengan baik (Dallan dkk., 2006).

Kitosan bersifat polielektrolit kation yang dapat mengikat logam berat, sehingga dapat berfungsi sebagai adsorben terhadap logam berat dalam air limbah. Prinsip dasar dalam mekanisme pengikatan antara kitosan dan logam berat yang terkandung dalam limbah cair adalah prinsip penukar ion. Gugus amino khususnya nitrogen dalam kitosan akan beraksi dan mengikat logam dari persenyawaan limbah cair. Kitosan sebagai polimer kation yang dapat mengikat logam dimana gugus amino yang terdapat pada kitosan berikatan dengan logam dapat membentuk ikatan kovalen. Gaya yang bekerja yaitu gaya Van der Waals, gaya elektrostatik, ikatan hidrogen dan ikatan kovalen. Standarisasi penyerapan limbah logam dengan kitosan sebesar $\geq 70\%$. Kitosan yang tidak dapat larut dalam air akan menggumpalkan logam menjadi flok-flok yang akan bersatu dan dapat dipisahkan dari air limbah (Marganof 2003 dan Widodo 2005).

Kitosan merupakan polimer karbohidrat alami yang dapat ditemukan dalam kerangka dari krustasea, seperti kepiting, udang dan lobster, serta dalam kumpulan hewan laut lainnya, termasuk karang. Selain terdapat pada hewan laut kitin juga ditemukan pada serangga, seperti kupu-kupu dan kepik yang juga memiliki kandungan kitin di sayap mereka, serta terdapat di dinding sel ragi dan jamur (Shahidi dan Abuzaytoun 2005).

Pemanfaatan kitosan sangat banyak diantaranya, untuk pengawet makanan (pengganti formalin dan boraks), pengolahan limbah, obat pelangsing, kosmetik, dan lain sebagainya. Kitosan mempunyai gugus aktif yang akan berikatan dengan mikroba sehingga kitosan juga mampu menghambat pertumbuhan mikroba. Satu

hal yang sangat melegakan adalah kitosan sama sekali tidak berefek buruk. Saat ini, kitosan telah diproduksi secara industri di negara-negara maju terutama Jepang dan Amerika Serikat dan mengalami peningkatan yang cukup tajam. Kitosan ini merupakan bahan yang sumbernya melimpah dan dapat diperbaharui, maka dalam situasi pengurangan sumber-sumber alam yang berkelanjutan serta perkembangan bioteknologi yang demikian pesat menjadikan pemanfaatan sumber daya alam alternatif seperti limbah kulit udang merupakan hal yang sangat diperlukan (Sunarto dkk., 2001).

Pelarut yang umum digunakan untuk melarutkan kitosan adalah asam asetat dengan konsentrasi 1–2% (Apriyanto, 2007). Asam asetat adalah cairan tidak berwarna dengan karakteristik bau yang tajam, berasa asam, serta larut dalam air, alkohol, dan gliserol. Rumus empirik asam asetat adalah $C_2H_4O_2$ dan rumus strukturnya CH_3COOH . Asam asetat mempunyai berat molekul 60, titik didih $118^\circ C$, titik beku $16,7^\circ C$, dan dapat digunakan sebagai penambahan rasa (Astuti, 2008).

Saat ini kitosan mempunyai banyak sekali kegunaan, antara lain dalam bidang kesehatan, pengolahan air, membran, hidrogel, perekat, antioksidan, dan pengemas makanan (Honarkar dan Barlkani, 2009). Khitosan tidak larut dalam air tetapi larut dalam pelarut asam organik di bawah pH 6 antara lain asam formiat, asam asetat, dan asam laktat. Kelarutan kitosan dalam pelarut asam anorganik sangat terbatas, antara lain sedikit larut dalam larutan HCl tetapi tidak larut dalam asam sulfat dan asam phosphate (Nadarajah, 2005).

Menurut Hotmatua S., 2004 aplikasi kitosan dalam kehidupan sehari-hari dapat dilihat pada Tabel 2.2 dibawah ini :

Tabel 2.2 Aplikasi kitosan

Aplikasi	Contoh
Pengolahan air	Sebagai pewarna, penyaring, penghilangan logam
<i>Pulp and paper</i>	Penghilangan karbon pada kertas fotokopi, kertas fotografi.
Medis	Penyembuh luka, kulit buatan, membrane, penghambatan plak gigi, cairan lensa kontak, mengontrol penyebaran obat, control kolestrol darah, inhibisi tumor.
Pertanian	Fertilizer, control penyebaran agrokimia, pelapisan pada benih dan daun.
Kosmetik	Pelembab, bedak, sabun mandi, cat kuku, pasta gigi, krim muka, tangan dan badan, memperbanyak busa.
Bioteknologi	Pemisahan protein, imobilisasi sel, imobilisasi enzim, perbaikan sel, kromatografi, elektroda sorbitol.
Pangan	Makanan tambahan untuk hewan, penstabil warna, penghilangan warna, untuk padatan, asam, pengawet.

Sumber: Hotmatua S., 2004

Sifat khas dari kitosan antara lain bioadhesif, dapat meningkatkan penetrasi pada mukosa, menghambat enzim proteolitik, dan meningkatkan permeabilitas obat pada membran mukosa. Secara umum, kitosan sangat potensial untuk dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang farmasi, makanan, pengolahan limbah maupun lainnya, namun demikian, kitosan banyak dimanfaatkan dalam bidang

kesehatan seperti dalam pembuatan bahan pembuat plester, penutup luka, salep luka, benang bedah, lensa dan ortopedi (Handayani, 2008).

Standar kitosan berdasarkan Sedjati, 2007 terdiri dari bentuk partikel, kadar air, kadar abu, derajat destilasi, viskositas. Adapun standar mutu kitosan dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Mutu Standar Kitosan

Sifat-sifat Kitosan	Nilai-nilai yang Dikehendaki
Bentuk partikel	Butiran bubuk
Kadar air (% w)	<10
Kadar abu (% w)	>2
Derajat deasetilasi (DD)	>70
Viskositas (cP)	
Rendah	<200
Sedang	200 – 799
Tinggi	800 – 2000
Paling tinggi	>2000

Sumber: Sedjati, 2007

2.5.1 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.

Dibawah ini sumber kitin dan kitosan dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. 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%

(Manurung, 2005)

2.5.2 Sifat-sifat Kitosan

Kitosan merupakan padatan *amorf* yang berwarna putih kekuningan. Kelarutan kitosan yang paling baik ialah dalam larutan asam asetat 2%. (Sugita, P. 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 (Zakaria, 1995).

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 (Knorr, 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.

Menurut Robert, (1992) kitosan merupakan suatu biopolimer alam yang reaktif yang dapat melakukan perubahan-perubahan kimia. Karena ini banyak turunan kitosan dapat dibuat dengan mudah.

Beberapa turunan kitosan yang telah dihasilkan dan juga telah diketahui kegunaannya antara lain:

- a. N-karboksialkil kitosan, digunakan sebagai penggumpal ion logam.
- b. Asetil kitosan, digunakan dalam industri tekstil dan membran .
- c. Kitosan glukon, digunakan sebagai pengkelat ion logam dan agen penggumpal sama seperti kitin. Kitosan juga dapat digunakan dalam berbagai bidang, misalnya: untuk industri kertas, kaca, kain, pewarna, dan untuk penyerapan ion logam.

2.5.3 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 serta penyerap ion logam, mikroorganisme, pewarna, residu peptisida, lemak, mineral, asam organik, gel, pertukaran ion, pembentuk *film* membran yang mudah terurai, meningkatkan kualitas kertas, pulp, dan produk tekstil (Sugita, 2009).

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