

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Plastik *Biodegradable*

Kemasan *biodegradable* dapat diartikan sebagai film kemasan yang dapat didaur ulang dan dapat dihancurkan secara alami. Stevens (2001), plastik *biodegradable* disebut juga bioplastik yaitu plastik yang seluruh atau hampir seluruh komponennya berasal dari bahan baku yang dapat diperbaharui.

Griffin (1994), plastik *biodegradable* adalah suatu bahan dalam kondisi tertentu, waktu tertentu mengalami perubahan dalam struktur kimianya, yang mempengaruhi sifat-sifat yang dimilikinya karena pengaruh mikroorganisme (bakteri, jamur, alga). Menurut Seal (1994), kemasan plastik *biodegradable* adalah suatu material polimer yang berubah pada senyawa yang berat molekul rendah dimana paling sedikit satu tahap pada proses degradasinya melalui metabolisme organisme secara alami.

Pranamuda (2001), plastik *biodegradabele* 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. Plastik *biodegradable* merupakan bahan plastik yang ramah terhadap lingkungan karena sifatnya yang dapat kembali ke alam. Kemasan *biodegradable* diartikan sebagai film kemasan yang dapat didaur ulang dan dapat dihancurkan secara alami.

Istilah *biodegradable* diartikan sebagai kemampuan komponen-komponen molekuler dari suatu material untuk dipecah menjadi molekul-molekul yang kecil oleh mikroorganisme hidup, sehingga zat karbon yang terkandung dalam material tersebut akhirnya dapat dikembalikan kepada biosfer. Plastik *biodegradable* adalah plastik yang dapat digunakan layaknya seperti plastik konvensional namun akan hancur terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi hasil akhir berupa air dan gas karbondioksida setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan, karena

sifatnya yang dapat kembali ke alam, plastik *biodegradable* merupakan bahan plastik yang ramah lingkungan (Widyasari, 2010).

Tabel 1. Jenis – jenis Plastik Berdasarkan Pengklasifikasian Bahan Baku dan Kemampuan Degradasi

Jenis Bahan Baku	Biodegradabilitas	
Terbarukan	<i>Biodegradable</i>	<i>Non-Biodegradable</i>
	Bahan berbasis pati, bahan berbasis Selulosa, PLA dan PHA	PE dan PVC
Tidak Terbarukan	PCL dan PBS	PP

(Sumber Widyasari, 2010)

Kemasan *biodegradable* diartikan sebagai film kemasan yang dapat di daur ulang dan dihancurkan secara alami. Berdasarkan bahan baku yang dipakai, plastik *biodegradable* dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu kelompok dengan bahan baku petrokimia dan kelompok dengan bahan baku produk tanaman seperti pati dan selulosa. Kelompok pertama adalah penggunaan sumber daya yang tidak terbarui (*non-renewable resources*) sedangkan kelompok yang kedua adalah sumber daya alam yang terbarui (*renewable resources*) (Widyasari, 2010).

Ada tiga kelompok biopolimer yang menjadi bahan dasar dalam pembuatan film kemasan *biodegradable*, yaitu:

- Campuran biopolimer dengan polimer sintesis : film jenis ini dibuat dari campuran granula pati (5-20%) dan polimer sintesis serta bahan tambahan (proksidan dan autoksidan). Bahan ini memiliki nilai biodegradabilitas yang rendah dan biofragmentasi yang terbatas.
- Polimer mikrobiologi (*polyester*) : biopolimer ini dihasilkan secara bioteknologis atau fermentasi dengan mikroba genus *Alcaligenes*. Biopolimer

jenis ini diantaranya PHB dan asam *Poliglikolat*. Bahan ini dapat terdegradasi secara penuh oleh bakteri, jamur dan alga. Namun, oleh karena proses produksi bahan dasarnya yang rumit mengakibatkan harga kemasan *biodegradable* ini relatif mahal.

- c. Polimer pertanian : biopolimer ini tidak dicampur dengan bahan sintesis dan diperoleh murni dari hasil pertanian. Polimer pertanian ini diantaranya *Cellulose* (bagian dari dinding sel tanaman), *Cellophan*, *Celluloseacetat chitin* (pada kulit *Crustaceae*, *Pullulan* atau hasil fermentasi pati oleh *Pullularia pullulans*). Polimer hasil pertanian mempunyai sifat termoplastik, sehingga mempunyai potensi untuk dibentuk atau dicetak menjadi film kemasan. Keunggulan polimer jenis ini adalah tersedia sepanjang tahun dan mudah hancur secara alamiah, tersedia dalam jumlah besar dan murah. Namun, memiliki kelemahan dalam hal penyerapan air yang tinggi dan tidak dapat dilelehkan tanpa bantuan aditif (Widyasari, 2010)

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. Bahan yang dapat diperbarui ini memiliki biodegradabilitas yang tinggi sehingga sangat berpotensi untuk dijadikan bahan pembuat bioplastik (Stevens, 2002).

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 2. Selama ini plastik *biodegradable* yang dikembangkan adalah berbasis pati, baik pati alami maupun yang sudah dimodifikasi.

Proses pembuatan plastik *biodegradable* berbasis pati ini pun sudah dikembangkan, diantaranya:

- a. Mencampur pati dengan plastik konvensional (PE atau PP) dalam jumlah kecil.
- b. Mencampur pati dengan turunan hasil samping minyak bumi, seperti PCL, dalam komposisi yang sama (50%).
- c. Menggunakan proses *ekstruksi* untuk mencampur pati dengan bahan-bahan seperti protein kedelai, gliserol, alginat, lignin dan sebagainya sebagai *plasticizer* (Fieger, 2003)

Beberapa metode lain yang diterapkan diantaranya dikembangkan oleh Yamada, dkk (1995), Frinault, dkk (1997) dan Isobe (1999). Namun, pemilihan metode teknologi produksi didasarkan pada evaluasi terhadap karakteristik fisik dan mekanik film yang dihasilkan. Selain karakteristik tersebut, juga didasarkan pada nilai biodegradabilitas film pada berbagai kondisi :

- a. Metode pembuatan film yang dikembangkan oleh Isobe (1991), yaitu bahan dasar (zein) dilarutkan dalam aseton dengan air 30% (v/v) atau etanol dengan air 20% (v/v). Kemudian ditambahkan bahan pemplastik (lipida atau gliserin), dipanaskan pada suhu 50°C selama 10 menit. Selanjutnya dilakukan pencetakan pada *casting* dengan menuangkan 10 ml campuran ke permukaan plat polietilen yang licin. Bahan dibiarkan selama 5 jam pada suhu 30 sampai 45°C. Film yang terbentuk dilepaskan dari permukaan cetakan, dikeringkan dan disimpan.
- b. Metode lain yang dikembangkan oleh Frinault, dkk (1997) dengan bahan dasar (kasein) menggunakan pencetak *ekstruder* dengan beberapa tahap proses yang terdiri dari : pencampuran bahan dasar dengan aseton/etanol-air, penambahan pemplastik, pencetakan *ekstruder* kemudian pengeringan film.
- c. Metode yang dikembangkan oleh Yamada, dkk (1995), bahan dasar (zein) dilarutkan dalam etanol 80%. Ditambahkan pemplastik, dipanaskan pada suhu 60 sampai 70°C selama 15 menit. Campurkan kemudian cetak pada *auto-casting machine*. Selanjutnya dibiarkan selama 3-6 jam. (Widyasari, 2010).

Tabel 2. 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: Vilpoux dan Aveorus, 2006)

Menurut Kaplan, dkk (1994), biodegradasi didefinisikan sebagai salah satu proses yang terjadi oleh sistem biologi (biasanya oleh bakteri atau jamur) dimana rantai polimer diputus melalui aktivitas enzimatis. Dua tahap proses biodegradasi adalah depolimerisasi atau pemutusan rantai mineralisasi. Pada langkah depolimerisasi, enzim ekstraseluler yang bertanggung jawab bertindak baik secara endozim (pemutusan secara acak pada ikatan rantai secara berurutan dari ujung rantai satu polimer). Mineralisasi didefinisikan sebagai proses perubahan

fragmen oligomer yang lebih sederhana menjadi biomassa, garam dan mineral, air dan gas seperti CO₂, CH₄ dan N₂. Bioplastik merupakan suatu mineral polimer yang berubah dalam senyawa berat molekul rendah dimana paling sedikit satu tahap pada proses degradasinya melalui metabolisme organisme secara alami.

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. 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.

Menurut Krochta (1997), bahan yang dapat terbiodegradasi adalah harus sepenuhnya terdegradasi oleh mikroorganisme dalam suatu proses pengomposan yang akan menghasilkan hanya "*natural compound*" (CO₂, H₂O, metana, biomassa).

Menurut Andrady (2000), beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kemampuan tingkat biodegradasi suatu polimer adalah : geometri molekul ikatan rantai panjang (berkaitan dengan panjang rantai polimer atau bobot molekulnya), kompleksitas struktur polimer (berkaitan dengan kerumitan struktur polimer seperti adanya rantai panjang, rantai rangkap amorf dan kristalin) dan sifat hidrofolik polimer (kelarutan).

Permintaan bioplastik yang meningkat menyebabkan bioplastik berkembang cepat dalam produk termoplastik global, baik yang bersifat *biodegradable* atau *non-biodegradable*. Saat ini, segmen bioplastik *biodegradable* adalah segmen terbesar dari kategori bioplastik, tetapi diperkirakan akan digeser oleh kelompok produk bioplastik *non-biodegradable*, yang paling tidak 100% berasal dari biomassa. Penggunaan utama bioplastik ditujukan untuk kemasan, pelayanan makanan sekali pakai, dan serat aplikasi (Phil dan Stephen, 2008).

Bioplastik dapat dibuat dengan berbagai teknik dan metode sesuai dengan tujuannya. Menurut Widyasari (2010), bioplastik diproduksi pada skala industri dalam bentuk PCL, PHB, PBS dan PLA. Bahannya pun dapat berupa bahan yang dapat diperbarui seperti pati dalam pembuatan PLA atau minyak bumi seperti pada pembuatan PCL (Pusporini, 2011).

2.2 Singkong Karet

2.2.1 Definisi

Ketela pohon atau ubi kayu merupakan tanaman perdu. 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 (Purwono, 2009).

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).

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.

(Lingga, 1986)

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*.

2.2.2 Klasifikasi

Dalam klasifikasi atau sistematika tumbuhan (taksonomi), singkong karet (*Manihot glazovii*) termasuk dalam famili *Euphorbiaceae* (Lies, 2005). Adapun 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.

(Lies, 2005)



Gambar 1. Singkong Karet (dokumentasi pribadi)

2.2.3 Kandungan di dalam Singkong Karet

Kandungan pati di dalam singkong karet ini pun cukup banyak. 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

Tabel 4. Kandungan Karbohidrat pada Umbi-umbian

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

Sumber: BPOM

Selain kandungan gizi di atas, singkong juga mengandung racun yang dalam jumlah besar cukup berbahaya. Racun singkong yang selama ini kita kenal adalah Asam biru atau 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, 2004).

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.

2.2.4 Jenis /Varietas Singkong

Tumbuhan singkong berdasarkan deskripsi varietas singkong, maka penggolongan jenisnya dapat dibedakan menjadi dua macam :

a. Jenis singkong manis

Yaitu jenis singkong yang dapat dikonsumsi langsung.

b. Jenis singkong pahit

Yaitu jenis singkong untuk diolah atau *prossesing*.

Singkong dapat dibedakan menurut warna, rasa, umur dan kandungan HCN. Bila rasa pahit maka kandungan sianidanya tinggi (Winarno, 1995). Berdasarkan kadar HCN dalam singkong, tidak semua jenis singkong dapat dikonsumsi ataupun diolah secara langsung. Singkong dengan kadar HCN kurang dari 100 mg/kg (ditandai dengan adanya rasa manis), merupakan singkong yang layak dan aman dikonsumsi ataupun diolah sebagai bahan makanan secara langsung.

Menurut Departemen perindustrian (1999), berdasarkan kadar HCN dalam umbi, ketela pohon dibedakan menjadi empat kelompok, yaitu :

a. Ketela Pohon Manis

Ketela pohon manis banyak dikonsumsi secara langsung atau digunakan untuk jajanan tradisional, misalnya gethuk, sawut, utri (lemet), dan lain-lain. Rasa manis ketela pohon disebabkan oleh kandungan asam sianida yang sangat rendah, hanya sebesar 0,04% atau 40mg HCN/kg 11 ketela pohon. Jenis ketela pohon manis antara lain adalah Gading, Adira I, Mangi, Betawi, Mentega, Randu Ranting, dan Kaliki.

b. Ketela Pohon Agak Beracun

Jenis ketela pohon agak beracun memiliki kandungan HCN antara 0,05-0,08% atau 50–80 mg HCN/kg ketela pohon.

c. Ketela Pohon Beracun

Ketela pohon beracun, kandungan HCN antara 0,08-0,10% atau 80–100 mg HCN/kg ketela pohon.

d. Ketela Pohon Sangat Beracun

Ketela pohon termasuk kategori sangat beracun apabila mengandung HCN lebih dari 0,1% atau 100 mg/kg ketela pohon. Jenis ketela pohon sangat beracun antara lain adalah Bogor, SPP, dan Adira II.

Menurut Coursen (1973), kadar HCN dapat dikurangi atau diperkecil (detoksifikasi sianida) dengan cara perendaman, ekstraksi pati dalam air, pencucian, perebusan, fermentasi, pemanasan, pengukusan, pengeringan dan penggorengan.

2.2.5 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).

Tabel 5. Contoh Racun pada Tanaman Pangan dan Gejala Keracunannya

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

Sumber: BPOM

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).

Asam sianida disebut juga Hidrogen sianida, biasanya terdapat dalam bentuk gas atau larutan dan terdapat pula dalam bentuk garam-garam alkali seperti potasium sianida. 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 (Dep Kes RI, 1987).

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, 2004).

2.2.6 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, 2004).

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).

2.3 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 dinyatakan GRAS atau 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 (Suara merdeka, 2008).

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 aldehid 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.

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

Berikut adalah kegunaan sorbitol dalam industri :

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 sukrosa. 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 suboxydant*. 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.

Pada pembuatan plastik *biodegradable*, sorbitol berperan sebagai *plasticizer*. 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 (Yadav dan Satoskar, 1997). Oleh karena itu, plastisasi akan mempengaruhi sifat fisik dan mekanisme film seperti kekuatan tarik, elatisitas, kekerasan dan sebagainya.

Sifat-sifat Fisika :

- *Specific gravity* : 1.472 (-5°C)
- Titik lebur : 93 °C (*Metastable form*) 97,5 °C (*Stable form*)
- Titik didih : 296 °C
- Kelarutan dalam air : 235 gr/100 gr H₂O
- Panas Pelarutan dalam air : 20.2 KJ/mol
- Panas pembakaran : -3025.5 KJ/mol

Sifat-sifat Kimia :

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

(Perry, 1950)

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* (Marbun, 2012).

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 (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%. Bahan baku udang lebih mudah diperoleh, maka sintesis kitin dan kitosan lebih banyak memanfaatkan limbah udang (Yurnaliza, 2002).

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 (Stephen, 1995).

Sumber kitosan sangat melimpah di alam terutama dari hewan golongan *crustaceans* seperti udang dan kepiting. Indonesia merupakan negara bahari yang sangat melimpah akan sumber-sumber kitosan seperti udang dan limbah cangkang udang yang dihasilkan dalam jumlah sangat banyak kurang termanfaatkan dengan baik. Melimpahnya sumber kitosan ini dapat dijadikan alternatif untuk bahan dasar produksi bahan antibakteri yang ramah lingkungan dan tidak toksik sehingga pada akhirnya dapat memenuhi kebutuhan tekstil antibakteri di dalam negeri tanpa impor dan mencemari lingkungan.

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 enzimatik. 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.

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 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.

Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa sumber kitin dan kitosan yang banyak adalah terdapat pada udang-udangan (70%).

Tabel 6. 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)

2.4.2 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, dan pewarna, dan untuk penyerapan ion logam.

2.4.3 Kegunaan Kitosan

Dewasa ini aplikasi kitin dan kitosan sangat banyak dan meluas. Dibiidang 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 (Sugita, 2009).

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.