

BAB II **TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Plastik

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 atau semisintetik, namun ada beberapa polimer alami yang termasuk plastik. Plastik terbentuk dari kondensasi organik atau penambahan polimer dan bisa juga terdiri dari zat lain untuk meningkatkan performa atau ekonomi (Wikipedia, 2009; Azizah, 2009).

a. Plastik Konvensional (*non-biodegradable*)

Bahan dasar plastik adalah phtalat ester yang bersifat stabil, sukar diuraikan oleh mikroorganisme. Pada makanan yang dikemas dalam plastik akan terjadi migrasi zat monomer dari bahan plastik ke dalam makanan, terutama jika kemasan tidak cocok dengan karakteristik makanan tersebut. Migrasi ini dipengaruhi oleh suhu makanan dan penyimpanan (Koswara S, 2006).

b. Bioplastik (*Biodegradable*)

Bioplastik adalah plastik yang dapat digunakan layaknya pada plastik konvensional, namun akan hancur terurai oleh aktifitas mikroorganisme menjadi hasil akhir berupa air dan gas karbondioksida setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan tanpa meninggalkan sisa yang beracun. Karena sifatnya yang dapat kembali ke alam, maka plastik *biodegradable* merupakan bahan plastik yang ramah lingkungan (Worldcentric, 2009; Pranamuda H, 2009).

2.1.1 Plastik *Biodegradable*

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

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

Jenis Bahan Baku	Biodegradabilitas	
	Biodegradable	Non-biodegradable
Terbarukan	Berbahan basis pati, selulosa, Poli Asam Laktat (PAL), dan Poli Hidroksi Alkanoat	Polietilen (PE), Poliamida dan Polivinil Klorida (PVC)
Tidak Terbarukan	Polikaprolakton (PCL), dan Poli butilena suksinat	Poli propilena (PP)

Sumber: Rucitra Widyasari, 2010)

Ada tiga kelompok biopolimer yang menjadi bahan dasar pembuatan *film* kemasan yang mudah terdegradasi, yaitu :

- Campuran biopolimer dengan polimer sintesis : *film* jenis ini dibuat dari campuran granula pati (5-20%) dan polimer sintesis serta bahan tambahan (prooksidan dan autooksidan). Campuran Bahan ini dihasilkan secara bioteknologis atau fermentasi dengan mikroba genus *Alcaligenes*. Polimer jenis ini sulit didegradasi.
- Polimer mikrobiologis : Biopolimer jenis ini diantaranya Polihidroksi Butirat (PHB). Polihidroksil Valerat (PHV), Asam Polilaktat (Polylactic Acid) dan asam Poliglikolat. Bahan ini dapat terdegradasi secara penuh oleh bakteri, jamur alga. Namun, oleh karena proses produksi bahan dasarnya yang rumit mengakibatkan harga kemasan *biodegradable* ini relatif mahal.
- Polimer pertanian : biopolimer ini tidak dicampur dengan bahan sintesis dan diperoleh murni dari hasil pertanian. Polimer pertanian ini diantaranya *Cellulose* (bagian dinding dari sel tanaman), *Cellophan*, *Celluloseacetat*,

Chitin (pada kulit Crustacea, Pullulan (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 tidak dapat dilelehkan tanpa bantuan bahan aditif. (Rucitra Widyasari, 2010)

Tabel 2. Perbandingan Plastik Konvensional, Campuran, dan *Biodegradable*

Pengamatan	Plastik Konvensional	Plastik Campuran	<i>Biodegradable Plastic</i>
Komposisi	Polimer sintetik	Polimer sintetik dan polimer alam	Polimer alam
Sifat dan Bahan Baku	Tidak dapat diperbarui (<i>Unrenewable</i>), sangat baik, dan bervariasi	Sebagian dapat diperbarui	Dapat diperbarui (<i>Renewable</i>)
Sifat Mekanik dan Fisik	Sangat baik dan bervariasi	Bervariasi	Baik dan bervariasi, tapi penggunaannya terbatas
Biodegradabilitas	Tidak ada	Rendah	Tinggi
Kompostabilitas	Tidak ada	Rendah	Tinggi
Hasil Pembakaran	Stabil	Agak stabil	Kurang Stabil
Contoh	Polipropilena (PP), Polietilena (PE), dan Polistirena	Pe + Pati dan Pe + Selulosa	Poli Asam Laktat (PLA) dan Polihidroksi Alkanoat (PHA)

Sumber : Rucitra Widyasari, 2010

Komposisi Plastik

Bahan pembuat plastik pada mulanya adalah minyak dan gas sebagai sumber alami, tetapi di dalam perkembangannya bahan-bahan ini digantikan dengan bahan sintesis sehingga dapat diperoleh sifat-sifat plastik yang diinginkan dengan cara kopolimerisasi, laminasi dan ekstruksi.

Komponen utama plastik sebelum membentuk polimer adalah monomer yang

merupakan bagian atau rantai paling pendek. Misalnya plastik polivinil klorida mempunyai monomer vinil klorida. Di samping bahan dasar berupa monomer plastik, maka terdapat bahan-bahan tambahan non plastik atau bahan aditif yang diperlukan untuk memperbaiki sifat-sifat plastik. Bahan-bahan aditif dalam pembuatan plastik ini merupakan bahan dengan berat molekul rendah, yaitu berupa pemlastis, antioksidan, antiblok, antistatis, pelumas, penyerap sinar ultraviolet, bahan pengisi dan penguat.

2.2 Edible film

Edible film merupakan lapisan tipis yang berfungsi sebagai pengemas atau pelapis makanan yang sekaligus dapat dimakan bersama dengan produk yang dikemas (Guilbert and Biquet, 1990). Robertson (1992) menambahkan, selain berfungsi untuk memperpanjang masa simpan, *edible film* juga dapat digunakan sebagai pembawa komponen makanan, di antaranya vitamin, mineral, antioksidan, antimikroba, pengawet, bahan untuk memperbaiki rasa dan warna produk yang dikemas. Selain itu, bahan-bahan yang digunakan untuk membuat *edible film* relatif murah, mudah dirombak secara biologis (*biodegradable*), dan teknologi pembuatannya sederhana. Contoh penggunaan *edible film* antara lain sebagai pembungkus permen, sosis, buah, dan sup kering (Susanto dan Saneto, 1994).

Fungsi dan penampilan *edible film* bergantung pada sifat mekaniknya yang ditentukan oleh komposisi bahan di samping proses pembuatan dan metode aplikasinya (Rodriguez *et al.* 2005). Bahan polimer penyusun *edible film* dibagi menjadi tiga kategori yaitu hidrokoloid, lemak, dan komposit keduanya (Krochta *et al.* dalam Prihatiningsih 2000).

Salah satu bahan *edible film* dari golongan hidrokoloid adalah polisakarida yang memiliki beberapa kelebihan, di antaranya selektif terhadap oksigen dan karbondioksida, penampilan tidak berminyak, dan kandungan kalornya rendah. Di antara jenis polisakarida, pati merupakan bahan baku yang potensial untuk pembuatan *edible film* dengan karakteristik fisik yang mirip dengan plastik tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa (Lourdin *et al.* dalam Thirathumthavorn and Charoenrein 2007).

Senyawa pati tersusun atas dua komponen, yakni amilosa dan amilopektin. Menurut Guilbert dan Biquet (1990), kestabilan *edible film* dipengaruhi oleh amilopektin, sedangkan amilosa berpengaruh terhadap kekompakannya. Pati dengan kadar amilosa tinggi menghasilkan *edible film* yang lentur dan kuat (Lourdin *et al. dalam* Thirathumthavorn and Charoenrein 2007), karena struktur amilosa memungkinkan pembentukan ikatan hidrogen antarmolekul glukosa penyusunnya dan selama pemanasan mampu membentuk jaringan tiga dimensi yang dapat memerangkap air sehingga menghasilkan gel yang kuat (Meyer dalam Purwitasari 2001).

Bahan yang digunakan untuk *edible film* dapat berupa pati ubi kayu, pati ganyong, pati ubi jalar, dan pati garut dengan kadar amilosa cukup tinggi, masing-masing 29,9%, 39,3%, 28,3% dan 28,9% (Richana *et al.* 2000, Utomo dan Antarlina 1997). Namun *edible film* yang terbuat dari pati relatif mudah robek (getas), sehingga perlu penambahan *plasticizer* agar lebih lentur.

Edible film membutuhkan *plasticizer* dengan berat molekul rendah untuk meningkatkan fleksibilitas dan ketahanannya, dengan cara menginterupsi interaksi rantai polimer dan menurunkan suhu Transition Glass (Brody, 2005). Menurut Winarno (1992) Gliserol adalah senyawa alkohol polihidrat (polyol) dengan 3 buah gugus hidroksil dalam satu molekul atau disebut alkohol trivalent. Rumus kimia gliserol adalah $C_3H_8O_3$, berat molekul gliserol 92,10 massa jenisnya 1,23 g/cm³ dan titik didihnya 204°C. Gliserol mempunyai sifat mudah larut air, meningkatkan viskositas larutan, mengikat air dan menurunkan *Aw* (Lindsay, 1985).

Baldwin (1994) dan Wong *et al.* (1994) mengatakan bahwa secara teoritis bahan *edible film* harus memiliki sifat-sifat seperti:

1. Menahan kehilangan air bahan pangan.
2. Memiliki permeabilitas selektif terhadap gas tertentu.
3. Mengendalikan perpindahan padatan terlarut untuk mempertahankan kualitas bahan pangan.
4. Menjadi pembawa bahan aditif seperti pewarna, pengawet, penambah aroma yang dapat memperbaiki mutu bahan pangan.

Film sebagai pengemasan (*edible packaging*) pada dasarnya dibagi atas tiga bentuk pengemasan yaitu:

1. *Edible film* merupakan bahan pengemas yang telah dibentuk terlebih dahulu berupa lapisan tipis (*film*) sebelum digunakan untuk mengemas produk pangan
2. *Edible coating* merupakan pengemas yang dibentuk langsung pada produk dan bahan pangan
3. Enkapsulasi yaitu suatu aplikasi yang ditujukan untuk membawa komponen-komponen bahan tambahan makanan tertentu untuk meningkatkan penanganan terhadap suatu produk pangan sesuai dengan yang diinginkan

Perbedaan *Edible Film* dan *Edible Coating*

Tidak ada perbedaan yang jelas antara *edible film* dan *edible coating*. Biasanya *edible coating* langsung digunakan dan dibentuk diatas permukaan produk sedangkan *edible film* dibentuk secara terpisah (contoh: kantong tipis) baru digunakan untuk mengemas produk (Ahmed *et al.*, 2008).

Keprihatinan atas pencemaran lingkungan dari bahan kemasan telah menyebabkan penelitian ke dalam *film* dapat dimakan atau biodegradable untuk kemasan makanan umum dan *film* yang dapat digunakan untuk melapisi buah segar untuk mengendalikan laju respirasi. Contoh bahan pembentuk dimakan termasuk zein jagung (sebuah prolamine berasal dari gluten jagung), gluten gandum, protein kedelai, protein kacang, protein cottconseed, kasein, protein susu wey, alginat, dan kolagen (Gontard *et al.*, 1992a, 1992b, dan 1993 dan Baldwi, 1990). Kolagen casing untuk produk daging pada dari *film* pertama. rincian dan coating pelapis dimakan dimakan aktif, termasuk gusi, lilin, minyak, resin, dan karbohydate berbasis pelapisan diberikan oleh sejumlah penulis, termasuk Arvanitoyannis dan Gorris (1999), Guilbert and Gontard (1995), Baldwin (1994 dan 1999) dan Debeauford *et al.* (1998) (Fellows, 2003).

Beberapa metode yang diterapkan dan dikembangkan oleh Yamada *et al* (1995), Frinault *et al.* (1997) dan Isobe (1999) yang didasarkan pada nilai biodegradabilitas

- 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 pemlastik (lipida atau gliserin), dipanaskan pada 50°C selama 10 menit. Selanjutnya, dilakukan pencetakan pada *casting* dengan menungkan 10 ml campuran ke permukaan plat polietilen yang licin. Bahan dibiarkan selama 5 jam pada suhu 30 sampai 45 °C dengan RH ruangan terkendali. *Film* yang terbentuk dilepaskan dari permukaan cetakan (*casting*), dikeringkan dan disimpan pada suhu selama 24 jam.
- b. Metode lain yang dikembangkan oleh Frunault *et al.* (1997) dengan bahan dasar (kasein) menggunakan pencetak ekstruder dengan beberapa tahap proses yang terdiri dari : pencampuran bahan dasar dengan aseton/etanol-air, penambahan pemlastik, pencetakan dengan ekstruder kemudian pengeringan *film*.
- c. Metode yang dikembangkan oleh Yamada *et al.* (1995), bahan dasar (zein) dilarutkan dalam etanol 80%.nditambahkan pemlastik, dipanaskan pada suhu 60 sampai 70 °C selama 15 menit. Campuran kemudian dicetak pada *auto-casting machine*. Selanjutnya, dibiarkan selama 3-6 jam pada suhu 35°C dengan RH ruangan 50%. *Film* kemudian dikeringkan selama 12-18 jam pada suhu 30°C pada RH 50%, dilanjutkan dengan *conditioning* dalam ruang selama 24 jam pada suhu dan RH ambien. (Ruciras Widayarsi, 2010).

Komponen pembentuk *Edible Film*

Komponen utama penyusun *edible film* dikelompokkan menjadi tiga kelompok yaitu hidrokoloid, lipid dan komposit (campuran). Kelompok hidrokoloid yang banyak digunakan adalah protein (gelatin, kasein, protein kedele, protein jagung dan gluten gandum) dan karbohidrat (pati, alginat, pektin,

gum arab dan modifikasi karbohidrat lainnya), lipid yang digunakan misalnya lilin/wax, asilgliserol dan asam lemak. Sedangkan komposit adalah bahan yang didasarkan pada campuran hidrokoloid dan lipid (Donhowe and Fennema, 1994).

Menurut Krochta *et al.* (1994), hidrokoloid digunakan sebagai *edible film* untuk produk pangan yang tidak sensitif terhadap uap air. Hidrokoloid dapat mencegah reaksi-reaksi kerusakan pada produk pangan dengan jalan menghambat gas-gas reaktif terutama oksigen dan karbon dioksida. Bahan ini juga tahan terhadap lemak karena sifatnya yang polar. Sebagian *edible film* yang berasal dari bahan hidrokoloid dapat dilarutkan, dengan demikian sangat baik diterapkan pada produk-produk yang memerlukan perebusan/pengukusan sebelum digunakan.

Edible film yang dibuat dari hidrokoloid mempunyai kelebihan diantaranya untuk melindungi produk terhadap oksigen, karbondioksida dan lipid serta meningkatkan kekuatan fisik. Kelemahan *film* dari karbohidrat adalah tingkat ketahanan terhadap uap air sangat rendah akibat sifat hidrofiliknya, sedangkan *film* dari protein sangat dipengaruhi oleh perubahan pH. *Edible film* dari lipid mempunyai kelebihan yaitu baik digunakan untuk melindungi penguapan air atau sebagai bahan pelapis untuk mengoles produk konfeksioneri, sedangkan kekurangannya yaitu kegunaan dalam bentuk murni sebagai *film* terbatas karena kekurangan integritas dan ketahanannya. *Edible film* dari komposit (gabungan hidrokoloid dan lipid) dapat meningkatkan kelebihan dari *film* hidrokoloid dan lipid serta mengurangi kelemahannya (Danhowe and Fennema, 1994).

Menurut Gontard (1993) *edible film* mempunyai banyak keuntungan jika dibandingkan dengan pengemas sintetik yang tidak dapat dimakan yaitu:

1. *Edible film* dapat dikonsumsi bersamaan dengan produk yang dikemas, tidak ada pembuangan pengemas sehingga ramah terhadap lingkungan.
2. Jika *film* tidak dikonsumsi, *film* tersebut dapat didaur ulang atau dapat terdegradasi oleh mikroorganisme.
3. *Film* dapat berfungsi sebagai suplemen gizi pada makanan terutama *film* yang dibuat dengan bahan dasar protein.
4. *Film* sangat baik digunakan untuk mikroenkapsulasi aroma bahan makanan dan dapat memperbaiki sifat-sifat organoleptik makanan yang

dikemas dengan memberi variasi komponen (pewarna, pemanis, pemberi aroma) yang menyatu dengan makanan.

5. *Film* dapat digunakan sebagai pengemas satuan (individu) dari bahan makanan yang berukuran kecil seperti kacang, biji-bijian, dan strawberry.
6. *Edible film* dapat diterapkan pada sistem pengemasan berlapis-lapis dengan *edible film* sebagai pengemas bagian dalam dan pengemas *non edible* dibagian luar.

Pembentukan *edible film*

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pembentukan *edible film* antara lain:

a. Suhu

Perlakuan panas diperlukan untuk membentuk pasta atau gel yang merupakan bentuk awal *edible film*. Suhu pemanasan akan menentukan sifat mekanik *edible film* yang terbentuk pada akhirnya menentukan sifat fisik dari pasta yang terbentuk.

b. Konsentrasi pati

Konsentrasi pati memberikan kontribusi terhadap kadar amilosa dalam larutan pati sehingga berpengaruh terhadap sifat pasta yang dihasilkan.

c. *Plasticizer* dan bahan aditif lain

Konsentrasi *plasticizer* dan bahan aditif lain yang ditambahkan ke dalam formula *film* akan berpengaruh terhadap sifat *film* yang terbentuk dari pati atau kitosan.

2.3 Sifat Fisik-Kimia *Edible Film*

a. Ketebalan *film*

Menurut McHugh dan Krochta (1994) ketebalan juga sangat mempengaruhi sifat fisik dan mekanik *edible film*, seperti *tensile strength*, *elongation*, dan *water vapor transmission rate* (WVTR). Faktor yang dapat mempengaruhi ketebalan *edible film* adalah konsentrasi padatan terlarut pada larutan pembentuk *film* dan ukuran pelat pencetak. Semakin tinggi konsentrasi padatan terlarut, maka ketebalan *film* akan meningkat. Sebagai kemasan, semakin tebal *edible film* maka

kemampuan penahanannya semakin besar, sehingga umur simpan produk akan semakin panjang.

Menurut Zhang dan Han (2006) bahwa, ketebalan *film* meningkat sesuai dengan meningkatnya *plasticizer* dari 4,34-10,87 mmol/g dan berat molekul *plasticizer* dari 92,09-182,2 pada penelitian dengan menggunakan beberapa monosakarida dan poliols sebagai *plasticizer*. *Edible film* dengan gliserol sebagai *plasticizer* mempunyai ketebalan paling tipis jika dibandingkan dengan yang lain, berat molekulnya paling kecil, mempunyai konsentrasi padatan terlarut paling rendah. *Edible film* yang terlalu tebal dapat memberikan efek yang merugikan.

Menurut Howard dan Dewi (1995) pelapis yang tebal dapat dapat membatasi pertukaran gas hasil respirasi, sehingga menyebabkan produk mengakumulasi etanol yang cukup tinggi dan meningkatkan *off-flavor*.

b. Tensile strength (MPa) / kekuatan renggang putus (%)

Tensile Strength adalah ukuran untuk kekuatan *film* secara spesifik, merupakan tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai *film* tetap bertahan sebelum putus/sobek (Krochta and Mulder-johnston, 1997). Pengukuran ini untuk mengetahui besarnya gaya yang diperlukan untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap luas area *film*. Sifat *tensile strength* tergantung pada konsentrasi dan jenis bahan penyusun *edible film* terutama sifat kohesi struktural.

d. Daya larut (%)

Daya larut merupakan salah satu sifat fisik *edible film* yang menunjukkan persentase berat kering terlarut setelah dicelupkan dalam air selama 24 jam (Gontard et al, 1993). Daya larut *film* sangat ditentukan oleh sumber bahan dasar pembuatan *film*. *Edible film* berbahan dasar pati tingkat kelarutannya dipengaruhi oleh ikatan gugus hidroksi pati. Makin lemah ikatan gugus hidroksil pati, makin tinggi kelarutan *film*. *Edible film* dengan daya larut yang tinggi menunjukkan *film* tersebut mudah dikonsumsi.

Kadang-kadang pati mengalami masalah terhadap kelarutannya, dalam hal ini setelah mengalami gelatinisasi. Kelarutan *edible film* juga dipengaruhi oleh gliserol, selain sebagai *plasticizer*.

e. Biodegradasi

Menurut Kaplan *et al.* (1994), biodegradasi didefinisikan sebagai salah satu proses yang terjadi oleh sistem biologi (biasanya oleh bakteri atau jamur) dimana rantai polimer diputus melalui aktivitas enzimatik. Dua tahap proses biodegradasi adalah depolimerisasi atau pemutusan rantai dan mineralisasi. Pada langkah depolimerisasi, enzim ekstraseluler yang bertanggung jawab bertindak baik secara endoenzim (pemutusan secara acak pada ikatan rantai secara berurutan dari ujung rantai suatu polimer). Mineralisasi didefinisikan sebagai proses pengubahan fragmen oligomer yang lebih sederhana menjadi biomassa, garam dan mineral, air dan gas seperti CO₂, CH₄ dan N₂. Bioplastik merupakan suatu material polimer yang berubah ke 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 (senyawa) 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.

Biodegradasi hidrokarbon oleh komunitas mikroba tergantung pada komposisi komunitas dan respon adaptif terhadap kehadiran hidrokarbon. Laju biodegradasi senyawa hidrokarbon kompleks dengan berat molekul besar seperti senyawa aromatik, resin, dan asfalten lebih lambat dibandingkan dengan senyawa dengan berat molekul rendah. Kemudian hasil biodegradasi berupa mineral dan air akan

dilah tanaman dan tanaman akan berfotosintesis. Sebagai hasil fotosintesis akan disimpan dalam bentuk cadangan makanan.

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 Andtady (2000), beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kemampuan biodegradasi suatu polimer adalah : (a) geometri molekuler ikatan rantai panjang (berkaitan dengan panjang rantai polimer dan berat molekulnya) kerumitan struktur polimer seperti adanya rantai panjang, rantai rangkap, amorf dan kristalin) dan (c) kompleksitas sifat hidrofolik polimer (kelarutan).

2.4 Lidah Buaya

Lidah buaya (*Aloe Vera*) adalah sejenis tumbuhan yang sudah dikenal sejak ribuan tahun silam dan digunakan sebagai penyubur rambut, penyembuh luka, dan untuk perawatan kulit. Tumbuhan ini dapat ditemukan dengan mudah di kawasan kering di Afrika.

Secara umum, lidah buaya merupakan satu dari 10 jenis tanaman terlaris di dunia yang mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai tanaman obat dan bahan baku industri.

Selain itu, menurut Wahyono E dan Kusnandar (2002), lidah buaya berkhasiat sebagai anti inflamasi, anti jamur, anti bakteri dan membantu proses regenerasi sel. Berdasarkan hasil penelitian, tanaman ini kaya akan kandungan zat-zat seperti enzim, asam amino, mineral, vitamin, polisakarida dan komponen lain yang sangat bermanfaat bagi kesehatan. Humaira mengatakan bahwa lidah buaya mengandung polisakarida yang dapat membentuk lapisan *film* plastik yang memiliki sifat antibakteri.



Sumber : www.wikipedia.org

Gambar 1. Tumbuhan Lidah Buaya

Unsur-unsur kimia yang terkandung di dalam daging lidah buaya menurut para peneliti antara lain : lignin, saponin, anthraquinone, vitamin, mineral, gula dan enzim, monosakarida dan polisakarida, asam-asam amino essensial dan non essensial yang secara bersamaan dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan yang menyangkut kesehatan tubuh. Kekayaan akan kandungan bahan yang didapat berfungsi sebagai bahan kosmetik, obat dan pelengkap gizi menjadikan lidah buaya sebagai tanaman ajaib, karena tidak ada lagi tanaman lain yang mengandung bahan yang menguntungkan bagi kesehatan selengkap yang dimiliki tanaman tersebut.

Di samping itu keistimewaan lidah buaya terletak pada selnya yang mampu untuk meresap di dalam jaringan kulit, sehingga banyak menahan kehilangan cairan yang terlalu banyak dari dalam kulit (Hartanto dan Lubis, 2002). Kandungan zat gizi lidah buaya per 100 gram dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Kandungan gizi lidah buaya

Zat Gizi	Kandungan / 100 gr bahan
Energi (Kal)	4
Protein (gr)	0,1
Lemak (gr)	0,2
Serat (gr)	0,3
Abu (gr)	0,1
Kalsium (mg)	85
Fosfor (mg)	186
Besi (mg)	0,8
Vitamin C (mg)	3,476
Vitamin A (IU)	4,594
Vitamin B1 (mg)	0,01
Kadar Air (gr)	99,2

Sumber : Departemen Kesehatan R.I., (1992).

2.5 Kitosan

Kitosan merupakan biopolimer yang diperoleh dari deasetilasi kitin. Akhir-akhirini kitosan banyak dimanfaatkan dalam beragam industri dengan alasan limbah industri makanan laut begitu besar dan perlu untuk diolah menjadi sesuatu yang berguna selain itu karena sifat-sifat kitosan yang tidak beracun dan *biodegradable* (Suhardi, 1992).

Kitosan dari kulit udang lebih sering digunakan karena jumlahnya yang melimpah. Udang adalah salah satu komoditas andalan yang dapat menambah devisa negara dengan nilai ekspornya yang relatif stabil bahkan cenderung naik setiap tahunnya. Berdasarkan data Kompas, selama ini potensi udang Indonesia rata-rata meningkat sebesar 7,4 persen per tahun (B. Focher, *et al.*, 1992).

Untuk mendapatkan *edible film* dari kitosan yang optimal, perlu diketahui sifat fisiknya. Dengan mengetahui sifat fisik yang diperlukan untuk membuat *edible film* dari kitosan dengan kualitas yang baik, pada akhirnya kita dapat mengaplikasikannya sebagai kemasan produk makanan yang baik.



Sumber : www.google.com

Gambar 2. Kitosan Udang

Kitosan yang digunakan pada penelitian ini adalah kitosan yang berasal dari limbah kulit udang Kulit udang mengandung protein (25-40%), kitin (15-20%) dan kalsium karbonat (45-50%). Kitosan merupakan biopolimer yang diperoleh dari deasetilasi kitin. Akhir-akhir ini kitosan banyak dimanfaatkan dalam beragam industri dengan alasan limbah industri makanan laut begitu besar dan perlu untuk diolah menjadi sesuatu yang berguna selain itu karena sifat-sifat kitosan yang tidak beracun dan *biodegradable* (Suhardi, 1992).

Tabel 4. Kandungan Kitosan dari Udang

Bahan	Kadar rata-rata (%)			
	air	Abu	lemak	Protein
Serbuk Kulit Udang	7,15	20,23	1,35	46,35
Kitosan	19,34	0,17	0,69	39,98

Sumber : Jurnal Sintesis dan Karakterisasi Fisika-Kimia Kitosan oleh Mardiyah Kurniasih dan Dewi Kartika

2.6 Plasticizer (Pemlastis)

Plasticizer didefinisikan sebagai bahan non volatil, bertitik didih tinggi jika ditambahkan pada material lain sehingga dapat merubah sifat material tersebut. Penambahan *plasticizer* dapat menurunkan kekuatan intermolekuler dan meningkatkan fleksibilitas *film* dan menurunkan sifat *barrier film*. Gliserol dan sorbitol merupakan *plasticizer* yang efektif karena memiliki kemampuan untuk mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intermolekuler, *plasticizer* ditambahkan pada pembuatan *edible film* untuk mengurangi kerapuhan, meningkatkan fleksibilitas dan ketahanan *film* terutama jika disimpan ada suhu rendah (Teknopangan dan Agroindustri, 2008).

Komponen penyusun *edible film* mempengaruhi secara langsung bentuk morfologi maupun karakteristik pengemas yang dihasilkan. Komponen utama penyusun *edible film* dikelompokkan menjadi tiga, yaitu hidrokoloid, lipida dan komposit. Bahan-bahan tambahan yang sering dijumpai dalam pembuatan *edible film* adalah antimikrobia, antioksidan, flavour dan pewarna. Komponen yang meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas *film*, menghindari *film* dari keretakan, meningkatkan permeabilitas terhadap gas, uap air dan zat terlarut, dan meningkatkan elastisitas *film*. Beberapa jenis *plasticizer* yang dapat digunakan dalam pembuatan *edible film* adalah gliserol, lilin lebah, polivinil alkohol dan sorbitol (Julianti dan Nurminah, 2007).

Plasticizer adalah bahan organik dengan berat molekul rendah yang ditambahkan dengan maksud untuk memperlemah kekakuan dari polimer, sekaligus meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas polimer. *Plasticizer* larut

dalam tiap-tiap rantai polimer sehingga akan mempermudah gerakan molekul polimer dan bekerja menurunkan suhu transisi gelas (T_g), suhu kristalisasi atau suhu pelelehan dari polimer. Pada daerah diatas T_g , bahan polimer menunjukkan sifat fisik dalam keadaan lunak (*soft*) seperti karet, sebaliknya dibawah T_g polimer dalam keadaan sangat stabil seperti gelas (Paramawati, 2001).

Plasticizer merupakan bahan yang ditambahkan ke dalam suatu bahan pembentuk *film* untuk meningkatkan fleksibilitasnya, karena dapat menurunkan gaya intermolekuler sepanjang rantai polimernya, sehingga *film* akan lentur ketika dibengkokkan (Garcia *et al.* dalam Rodriguez *et al.* 2006). Menurut Damat (2008), karakteristik fisik *edible film* dipengaruhi oleh jenis bahan serta jenis dan konsentrasi *plasticizer*. *Plasticizer* dari golongan polihidrik alkohol atau poliol di antaranya adalah gliserol dan sorbitol.

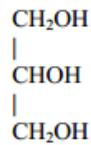
Sifat fisik yang menentukan kualitas dan penggunaan *edible film* antara lain ketebalan, pemanjangan (*elongation*), dan kekuatan peregangan (*tensile strength*). Ketebalan menentukan ketahanan *film* terhadap laju perpindahan uap air, gas, dan senyawa volatil lainnya. *Edible film* relatif tahan terhadap perpindahan oksigen dan karbondioksida, namun kurang tahan terhadap uap air (Pagella *et al.* 2002).

Pemanjangan menunjukkan kemampuan rentang *edible film* yang dihasilkan. Penambahan sorbitol dapat meningkatkan nilai pemanjangan sehingga kerapuhan *edible film* menurun dan permeabilitasnya meningkat (Gennadios *et al.* Dalam Prihatiningsih 2000). Kekuatan peregangan (*tensile strength*) merupakan tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai *film* tetap bertahan sebelum putus/sobek, yang menggambarkan kekuatan *film* (Krochta *et al.* dalam Prihatiningsih, 2000).

a. Gliserol

Gliserol (bahasa Inggris : *glycerol, glycerin, glycerine*) adalah senyawa gliserida yang paling sederhana, dengan hidroksil yang bersifat hidrofilik dan higroskopik. Gliserol merupakan komponen yang menyusun berbagai macam lipid, termasuk trigliserida. Gliserol terasa manis saat dikecap, namun bersifat racun.

Adapun rumus molekul gliserin dapat ditunjukkan pada gambar 3 :



Sumber : www.google.com

Gambar 3. Struktur Molekul Gliserin

Edible film membutuhkan *plasticizer* dengan berat molekul rendah untuk meningkatkan fleksibilitas dan ketahanannya, dengan cara menginterupsi interaksi rantai polimer dan menurunkan suhu Transition Glass (Brody, 2005). Menurut Winarno (1992). Rumus kimia gliserol adalah $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$, berat molekul gliserol 92,10 massa jenisnya 1,23 g/cm³ dan titik didihnya 204°C. Gliserol mempunyai sifat mudah larut air, meningkatkan viskositas larutan, mengikat air dan menurunkan Aw (Lindsay, 1985).

Gliserol merupakan salah satu *plasticizer* yang banyak digunakan karena cukup efektif mengurangi ikatan hidrogen internal sehingga akan meningkatkan jarak intermolekuler. Secara teoritis *plasticizer* dapat menurunkan gaya internal diantara rantai polimer, sehingga akan menurunkan tingkat kegetasan dan meningkatkan permeabilitas terhadap uap air (Gontard et al. 1993).

Rodriguez *et al.* (2006) menambahkan bahwa gliserol merupakan *plastizicer* yang bersifat hidrofilik, sehingga cocok untuk bahan pembentuk *film* yang bersifat hidrofilik seperti pati. Ia dapat meningkatkan sorpsi molekul polarseperti air. Peran gliserol sebagai *plasticizer* dan konsentrasinya meningkatkan fleksibilitas *film* (Gontard *et al.*, 1993; Mali *et al.*, 2005; Bertuzzi *et al.*, 2007). Molekul plastizicer akan mengganggu kekompakan pati, menurunkan interaksi intermolekuler dan meningkatkan mobilitas polimer. Selanjutnya mengakibatkan peningkatan *elongation* dan penurunan *tensile strength* seiring dengan peningkatan konsentrasi gliserol. Penurunan interaksi intermolekuler dan peningkatan mobilitas molekul akan memfasilitasi migrasi molekul uap air (Rodriguez *et al.* 2006).

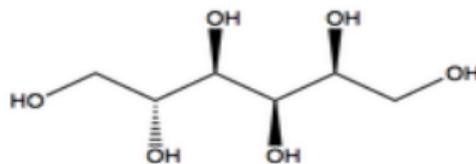
b. Sorbitol

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 (*Generally Recognized As Safe*) 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).

Sorbitol adalah senyawa monosakarida *polyhidric alcohol* 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 juga dikenali glucitol, adalah sejenis alkohol gula dimana badan manusia boleh memetabolismakannya secara perlahan.

Sorbitol atau dikenal juga hexitol dengan rumus kimia $C_6H_{14}O_6$



Sumber : Perry 1999

Gambar 4. Struktur Kimia Sorbitol

Sifat-sifat fisika sorbitol :

- *Specific gravity* : 1.472 (-5 °C)
- Titik lebur : 93 °C (*Metasable 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)

c. Sirup Glukosa

Sirup glukosa adalah produk yang dibuat dengan cara hidrolisis parsial dari pati. Sirup glukosa yang mempunyai rasa manis dan tidak berwarna ini terdiri dari glukosa, dekstrin, maltosa dan air. Rumus kimia dari glukosa adalah $C_6H_{12}O_6$.

Sirup glukosa adalah cairan kental dan jernih dengan komponen utama glukosa yang diperoleh dari hidrolisis pati dengan cara kimia atau enzimatik (SNI 01-2978-1992). Proses hidrolisis pada dasarnya adalah pemutusan rantai polimer pati $(C_6H_{12}O_6)_n$ menjadi unit-unit monosakarida $(C_6H_{12}O_6)$ (Meyer.,1978).

Sirup glukosa sering disebut juga dengan gula cair dan merupakan monosakarida, yang terdiri atas satu monomer yaitu glukosa, sedangkan gula pasir atau sukrosa merupakan disakarida, yang terdiri atas ikatan glukosa dan fruktosa

Tabel 5. Kandungan sirup glukosa

Komponen	Spesifikasi
Glukosa	50%
Maltosa	2%
Air	47,90%
Dekstrin	0,03%

Sumber: SII 0418-8

