

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Biodegradable Film*

Merurut Arpah (1997) dalam Liu *et al.* (2005) *biodegradable film* dibagi menjadi tiga jenis bentuk, yaitu: *biodegradable film*, *biodegradable coating* dan *enkapsulasi*. Hal yang membedakan *biodegradable coating* dengan *biodegradable film* adalah cara pengaplikasiannya. *Biodegradable coating* langsung dibentuk pada produk, sedangkan pada *biodegradable film* pembentukannya tidak secara langsung pada produk yang akan dilapisi atau dikemas. *Enkapsulasi* adalah *biodegradable packaging* yang berfungsi sebagai pembawa zat flavor berbentuk serbuk. *Biodegradable film* didefinisikan sebagai lapisan yang dapat dimakan yang ditempatkan di atas atau di antara komponen makanan (Austin, 1985).

Fungsi dari *biodegradable film* sebagai penghambat perpindahan uap air, menghambat pertukaran gas, mencegah kehilangan aroma, mencegah perpindahan lemak, meningkatkan karakteristik fisik dan sebagai pembawa zat aditif.

*Biodegradable film* yang terbuat dari lipida dan film dua lapis (*billayer*) ataupun campuran yang terbuat dari lipida dan protein atau polisakarida pada umumnya baik digunakan sebagai penghambat perpindahan uap air dibandingkan dengan *biodegradable film* yang terbuat dari protein dan polisakarida karena lebih bersifat hidrofobik (Austin, 1985).

Jumlah karbondioksida dan oksigen yang kontak dengan produk merupakan salah

satu yang harus diperhatikan untuk mempertahankan kualitas produk dan umur simpan produk. *Biodegradable* film yang terbuat dari protein dan polisakarida pada umumnya sangat baik sebagai penghambat perpindahan gas, sehingga efektif untuk mencegah oksidasi lemak. Komponen volatil yang hilang atau yang diserap oleh produk dapat diatur dengan melakukan pelapisan *biodegradable coating* (Austin, 1985).

Komponen penyusun *biodegradable* film dapat dibagi menjadi tiga macam yaitu: hidrokoloid, lipida dan komposit. Hidrokoloid yang cocok antara lain senyawa protein, turunan selulosa, alginat, pektin, pati dan polisakarida lainnya. Lipida yang biasa digunakan waxes, asilgliserol dan asam lemak. Sedangkan komposit merupakan gabungan lipida dengan hidrokoloid (Austin, 1985). *Biodegradable* film dapat diklasifikasikan berdasarkan kemungkinan penggunaannya dan jenis film yang sesuai yang dapat dilihat pada Tabel 1.

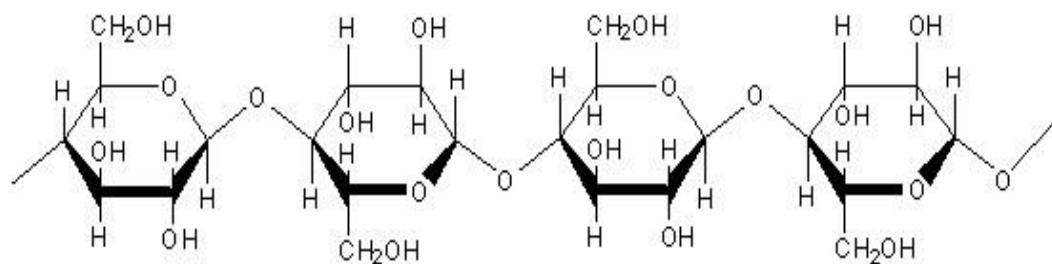
Tabel 1. Penggunaan *biodegradable* film

Penggunaan	Jenis Film Yang Sesuai
Menghambat penyerapan uap air	Lipida, komposit
Menghambat penyerapan gas	Hidrokoloid, lipida, komposit
Menghambat penyerapan minyak dan lemak	Hidrokoloid
Menghambat penyerapan zat-zat larut	Hidrokoloid, lipida, atau komposit
Meningkatkan kekuatan struktur atau memberi kemudahan penanganan	Hidrokoloid, lipida, atau komposit
Menahan zat-zat volatil	Hidrokoloid, lipida, atau komposit
Pembawa bahan tambahan makanan	Hidrokoloid, lipida, atau komposit

Sumber : Donhowe dan Fennema (1994) dalam Krochta *et al.*(1994)

## 2.2 Selulosa Buah Nenas

Selulosa merupakan serat-serat panjang yang bersama-sama hemiselulosa, pektin dan protein membentuk struktur jaringan yang memperkuat dinding sel tanaman (Winarno, 1995). Selulosa terdapat pada semua tanaman dari pohon yang bertingkat tinggi sampai organisme primitif seperti rumput laut, flagelata dan bakteri. Isolasi selulosa sangat dipengaruhi oleh senyawa yang menyertai di dalam dinding sel. Struktur selulosa dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur selulosa

Selulosa merupakan polisakarida yang terdiri dari senyawa homopolimer linear dari D-glukosa dengan ikatan beta 1,4 glikosidik (Billmeyer, 1987). Monomer selulosa memiliki tiga gugus hidroksil. Dengan tiga gugus hidroksil tersebut memungkinkan selulosa untuk membentuk banyak ikatan hidrogen. Hal ini menyebabkan kekakuan dan gaya antarrantai yang tinggi sehingga selulosa tidak larut dalam air (Billmeyer, 1987).

Pasangan-pasangan molekul selulosa tersebut saling berikatan satu sama lain dengan ikatan hidrogen membentuk kepingan seperti lembaran. Selanjutnya masing-masing kepingan berikatan dengan satu sama lain dengan ikatan hidrogen sehingga membentuk mikro fibril yang bersifat seperti kristal sehingga mempunyai kekuatan renggang yang tinggi (Salisbury dan Ross, 1985). Komposisi serat alam

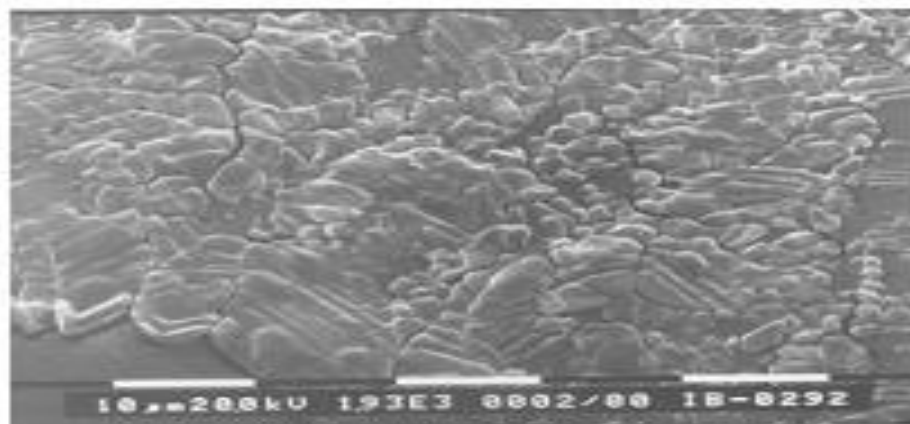
dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi kimia serat alam

Nama	Selulosa	Hemi selulosa	Lignin	Keterangan
Abaka	60-65	6-8	5-10	Pisang
Coir	43	1	45	Sabut kelapa
Kapas	90	6	-	Bungkus, biji
Flax	70-72	14	4-5	-
Jute	61-63	13	3-13	-
Mesta	60	15	10	-
Palmirah	40-45	15	42-45	-
Nenas	80	-	12	-
Rami	80-85	3-4	0,5-1	Kulit batang
Sisal	60-67	10-15	8-12	Daun
Straw	40	28	18	-

Sumber : <http://buletinlitbang.deptan.go.id>. 2007.

Selulosa buah nenas berbentuk seperti pita (Gambar 2). Struktur berbentuk pita dari selulosa nenas menyebabkan film selulosa yang terbentuk memiliki struktur yang kuat. Hal ini dimungkinkan karena memberikan peluang kontak antarmikro fibil yang lebih besar. Iguchi *et al.*(2000) menyatakan bahwa ampas buah nenas dapat menghasilkan film selulosa yang memiliki kuat tarik yang cukup tinggi sebesar 0,74 GPa.



2.3

Gambar 2. Selulosa buah nenas (Iguchi *et.al.*,2000)

Salah satu alkil trihidrat yang penting adalah gliserol (propa-1,2,3 – triol)  $\text{CH}_2\text{OHCHOHCH}_2\text{OH}$ . Senyawa ini kebanyakan ditemui hampir semua terdapat pada lemak hewani dan minyak nabati sebagai ester gliserin dari asam palmitat dan oleat (Austin, 1985). Gliserol adalah senyawa yang netral, dengan rasa manis, tidak berwarna, cairan kental dengan titik lebur  $20^\circ\text{C}$  dan memiliki titik didih yang tinggi yaitu  $290^\circ\text{C}$ . Gliserol dapat larut sempurna dalam air dan alkohol, tetapi tidak larut dalam minyak. Sebaliknya banyak zat dapat lebih mudah larut dalam gliserol dibanding dalam air maupun alkohol. Oleh karena itu gliserol merupakan pelarut yang baik (Anonymous, 2006).

Senyawa ini bermanfaat sebagai anti beku (*antifreeze*) juga merupakan senyawa yang higroskopis sehingga banyak digunakan untuk mencegah kekeringan pada tembakau, pembuatan parfum, tinta, kosmetik, makanan dan minuman lainnya (Austin, 1985).

Gliserol ini sangat potensial untuk dikembangkan menjadi produk yang bernilai ekonomis tinggi. Gliserol dapat diperoleh dari pemecahan ester asam lemak dari minyak dan lemak industri oleokimia (Bhat, 1990). Gliserol mampu membentuk gliserolat monogliserida, digliserida dan trigliserida. Gliserol mengandung tiga gugus hidroksi yang terdiri dari dua gugus alkohol primer dan satu gugus alkohol sekunder. Atom karbon yang terdapat dalam gliserol dapat ditunjukkan sebagai atom karbon  $\alpha$ ,  $\beta$  dan  $\gamma$  (Nourieddini dan Mendikonduru, 1997).

Penambahan gliserol dapat menurunkan kekuatan inter molekular, meningkatkan

fleksibilitas film dan menurunkan sifat barrier film. Gliserol merupakan *plasticizer* yang efektif karena memiliki kemampuan untuk mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan molekular. Gliserol banyak dimanfaatkan dalam industri. Gliserol yang dicampur dengan asam lemak digunakan sebagai bahan kosmetika dan obat-obatan. Karakterisasi dari crude gliserol dan gliserol yang dimurnikan ditunjukkan pada Tabel 3 sebagai perbandingan karakterisasi dari gliserol komersil.

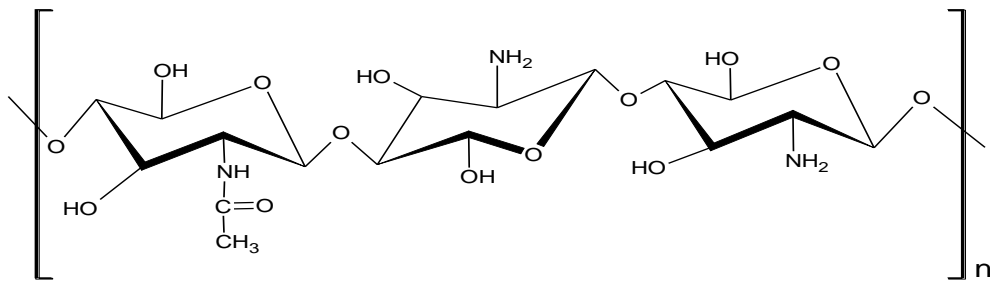
Tabel 3. Karakterisasi dari crude gliserol, gliserol yang dimurnikan dari residu gliserol dan gliserin komersial (Mohtar, 2001).

Parameter	Crude Gliserol	Gliserol Murni	Gliserin Komersial
Kadar Gliserol (%)	60 – 80	99,1 - 99,8	99,2 - 99,98
Kadar Air (%)	1,5 - 6,5	0,11 - 0,80	0,14 - 0,29
Kadar Abu (%)	1,5 - 2,5	0,054	<0,02
Kadar Sabun (%)	3 – 5	0,56	-
Keasaman	0,7 - 1,3	0,10 - 0,16	0,04 - 0,07
Klorida	-	1 ppm	0,6 - 9,5 ppm
Warna	Gelap	34 – 35	1,8 - 10,3

## 2.4 Chitosan

Chitosan adalah turunan kitin yang pertama kali ditemukan pada tahun 1984 oleh Hoppe Seyler. Proses pembuatan dilakukan ialah dengan merefluks dalam kalium hidroksida. Penggunaan chitosan dalam berbagai aplikasi mendapat perhatian yang sangat besar antara lain penggunaan dalam bidang biomedis dalam bentuk gel atau spon sebagai bahan penutup luka dan bahan pembalut (Muzzarelli, 1988). Chitosan merupakan senyawa turunan dari kitin yang memiliki struktur (1,4)-2-amino-2-dioksi- $\beta$ -D-glukosa. Sumber chitosan yang sangat potensial adalah terbuat dari kerangka *Crustaceae* (Muzzarelli, 1997). Chitosan ini memiliki reaktifitas kimia yang baik karena mempunyai sejumlah gugus hidroksil (OH) dan

gugus amin ( $\text{NH}_2$ ). Sedangkan kitin dan chitosan merupakan polisakarida yang bersifat basa. Selulosa adalah suatu homopolimer sedangkan kitin dan chitosan adalah hetero polimer (Kumar, 2000). Struktur chitosan dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Struktur chitosan

#### 2.4.1 Sumber Chitosan

Modifikasi kimia yang paling sering dilakukan adalah asetilisasi dengan penambahan basa pada kitin dimana gugus amida akan terhidrolisis menghasilkan gugus amino bebas dan terbentuklah chitosan. Hidrolisis dapat dilakukan dengan penambahan  $\text{NaOH}$  40% dimana apabila derajat deasetilasi 45-55% bersifat larut dalam air sedangkan derajat deasetilasi  $>60\%$  atau  $<40\%$  bersifat tidak larut dalam air (Muzzarelli, 1988).

Penambahan asam dilakukan untuk menghilangkan mineral sehingga kandungan abu dalam chitosan adalah kurang dari 0,1%. Perlakuan ini juga memungkinkan penghilangan protein yang terikat dalam matriks kitin-mineral kemudian kitin ditambahkan dengan larutan basa pekat yang panas. Spesifikasi chitosan yang berasal dari cangkang makluk hidup dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Spesifikasi chitosan yang berasal dari cangkang makhluk hidup

Spesifikasi	Kadar
Kelembapan	6-10%
Abu	0,5%
Protein	0,1%
Deasetilasi	77-83%
Range viskositas	100-800 cps
Densitas bulk	0,2 gr/cc
Klorida	0,5%
Natrium	0,25%
SiO <sub>2</sub>	400 ppm
Total logam berat	<5 ppm

Sumber: Colwell dan Sinskey 1984.

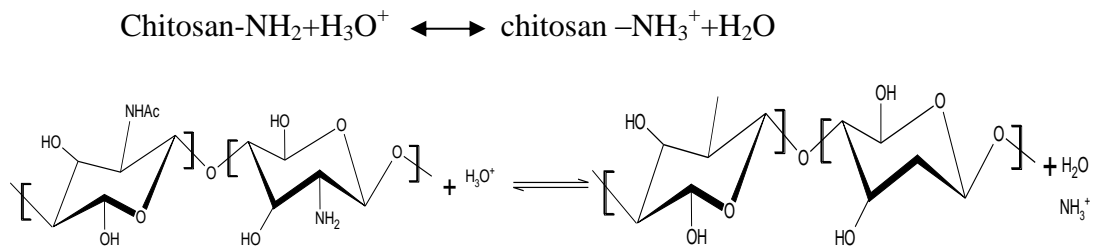
#### **2.4.2 Karakteristik Chitosan**

Chitosan merupakan padatan putih yang tidak larut dalam air pada pH netral sebab amina dalam bentuk yang bebas tidak larut dalam air. Chitosan juga tidak larut dalam pelarut organik, alkali, dan asam mineral dalam berbagai kondisi. Chitosan larut dalam asam formiat, asam asetat dan asam organik lainnya dalam keadaan dipanaskan sambil diaduk. Chitosan dapat larut dalam asam mineral pekat apabila dalam kondisi yang bagus diperoleh dalam bentuk endapan. Namun dengan asam nitrat chitosan yang terbentuk adalah chitosan nitrat yang sukar larut (Manskaya dan Drodzora, 1968).

Chitosan larut baik dalam asam organik encer seperti asam formiat, asam asetat dan asam sitrat. Pelarut yang sering digunakan adalah CH<sub>3</sub>COOH 1%. Kelarutan chitosan dalam pelarut asam anorganik adalah terbatas. Chitosan dapat larut dalam HCL 1% tetapi tidak larut dalam asam sulfat dan asam fosfat. Stabilitas larutan chitosan pada pH diatas 7 adalah rendah akibat dari pengendapan ataupun pembentukan gel yang terjadi pada pH alkali. Larutan chitosan membentuk kompleks poli ion dengan hidrokoloid anionik dan menghasilkan gel



(Nadarajah, 2005). Sifat yang penting dari chitosan adalah chitosan memiliki muatan positif dalam larutan asam. Sifat ini disebabkan oleh gugus amina primer dalam molekul chitosan yang mengikat proton menurut persamaan berikut.



Gambar 4. Pembentukan kationik dari chitosan

Aktivasi anti mikroba dari chitosan dipengaruhi beberapa faktor baik intrinsik maupun ekstrinsik. Chitosan yang memiliki molekul rendah mempunyai aktifitas yang lebih baik. Chitosan sempurna bersifat antimikroba dibandingkan dengan chitosan yang memiliki proporsi gugus amino lebih besar karena peningkatan kelarutan dan densitas muatan yang lebih besar. Jumlah pH yang lebih rendah juga meningkatkan aktivasi mikroba dengan alasan yang sama. Temperatur yang lebih tinggi sekitar  $37^\circ\text{C}$  meningkatkan aktifitas antimikroba (Rhoades Dan Rastall, 1994).

## 2.5 Carboxy Methyl Cellulose (CMC)

Carboxy methyl cellulose (CMC) merupakan eter polimer selulosa linear dan berupa senyawa anion yang bersifat *biodegradable*, tidak berbau, tidak berwarna, tidak beracun, berbentuk butiran yang larut dalam air. CMC berasal dari selulosa kayu dan kapas yang diperoleh dari reaksi antara selulosa dengan asam monokloroasetat ( $\text{ClCH}_2\text{COOH}$ ) dengan katalis berupa natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ). CMC juga merupakan senyawa serba guna yang memiliki sifat penting

seperti kelarutan, reologi dan adsorpsi dipermukaan (Deviwings, 2008).

CMC sering dipakai dalam industri makanan untuk mendapatkan tekstur yang

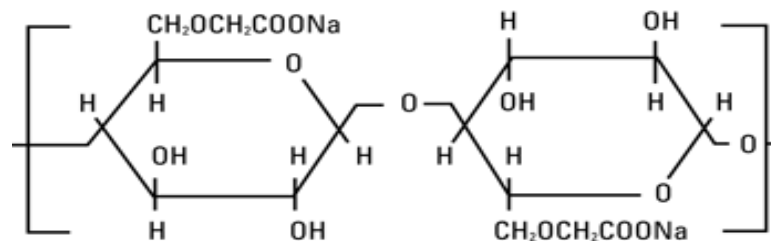
baik. CMC yang sering dipakai dalam industri makanan disebut gum selulosa.

Karena CMC memiliki gugus karboksil maka viskositas larutan CMC dipengaruhi

oleh pH larutan optimum pada pH 5 dan apabila pH terlalu rendah <3 akan

mengendap (Winarno, 1995). Struktur carboxy methyl cellulose (CMC) dapat

dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Struktur *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC)

Sumber : <http://www.google.co.id/struktur/CMC>

## 2.6 Plastik Sintetik

Plastik sintetik merupakan bahan kemasan yang berasal dari polimer. Beberapa

jenis kemasan plastik sintetik yang terkenal adalah polietilen, polipropilen,

poliester, nilon dan vinil klorida. Sedangkan yang paling banyak digunakan

dalam industri makanan adalah polietilen. Polietilen merupakan polimer dari

monomer etilen yang dibuat dengan proses polimerisasi adisi dari gas etilen yang

diperoleh dari hasil samping industri minyak bumi dan batubara.

Polietilen merupakan plastik yang lunak, transparan, fleksibel dan mempunyai

kekuatan benturan serta memiliki kekuatan sobek yang baik. Pemanasan polietilen

akan menyebabkan plastik ini menjadi lunak dan cair pada suhu 110°C. Polietilen

memiliki sifat permeabilitas yang rendah dan sifat mekanik yang baik pada ketebalan 0,001 -0,01 inch sehingga banyak dimanfaatkan sebagai bahan pengemas makanan. Plastik polietilen termasuk golongan termoplastik sehingga dapat dibentuk menjadi kantung dengan derajat kerapatan yang baik. Selain jenis plastik polietilen juga terdapat banyak jenis plastik. Data dari Dotmar Engineering plastics product (2011) untuk penggunaan tipe plastik tertentu digunakan sesuai dengan kuat tarik dapat dilihat pada Tabel 5.

Table 5. Kuat Tarik (MPa) of Dotmar Engineering Thermoplastics

Product Name	Plastic Type	Kuat tarik (MPa)
Celazole PBI	PBI Polybenzimidazole	140
Ketron PEEK-CA30	PEEK Polyetheretherketone	130
Torlon 4203 & 4503	PAI Polyamide-imide	120
Ketron PEEK-1000	PEEK Polyetheretherketone	110
PEI-1000	PEI Polyetherimide	105
Ertalon 66GF-30	Nylon	100
Ertalon 4.6	Nylon	100
Torlon 5530	PAI Polyamide-imide	95
Nylatron GS	Nylon	92
Ertalyte	PETP Polyester	90
Ketron PEEK-GF30	PEEK Polyetheretherketone	90
Ertalon 66SA	Nylon	90
Ertalon 6PLA	Nylon	85
Ertalon 6XAU+	Nylon	83
Nylatron MC901	Nylon	81
Torlon 4301 & 4501	PAI Polyamide-imide	80
PSU-1000	PSU Polysulphone	80
Nylatron GSM	Nylon	78
Ertalyte TX	PETP Polyester	76
Ertalon 6SA	Nylon	76
PPSU-1000	PPSU Polyphenylenesulphone	76
Ketron PEEK-HPV	PEEK Polyetheretherketone	75
Techtron HPV PPS	PPS Polyphenylene Sulphide	75
Ertalon LFX	Nylon	70
Ertacetal C	Acetal	68
Nylatron 703XL	Nylon	66
Safeguard Hardcoat XX	PC Polycarbonate	65
Safeguard	PC Polycarbonate	65
Trovidur EN PVC	PVC Polyvinylchloride	55

PVDF 1000	PVDF Polyviylenefluoride	50
Tetco V	PTFE Polytetrafluoroethylene	36
Polystone 500	PE Polyethylene	28
Tetron S	PTFE Polytetrafluoroethylene	28
Polystone PP	PP Polypropylene	26
Tetron HG	PTFE Polytetrafluoroethylene	25
Polystone 300	PE Polyethylene	23
Tetron B	PTFE Polytetrafluoroethylene	23
Polystone 7000	PE Polyethylene	20
Polystone Ezyslide 78	PE Polyethylene	20
Polystone Ultra	PE Polyethylene	20
Polystone M-Slide	PE Polyethylene	20
Polystone 7000SR	PE Polyethylene	20
Polystone 8000+	PE Polyethylene	19
Polystone M-Flametech	PE Polyethylene	18
AST		
Tetron C	PTFE Polytetrafluoroethylene	17.6
Tetron G	PTFE Polytetrafluoroethylene	17
Tetron GR	PTFE Polytetrafluoroethylene	16.5
Tetron LG	PTFE Polytetrafluoroethylene	11.7
Playtec	PE Polyethylene	-

---