

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Biodegradable Film*

Biodegradable film secara umum diartikan sebagai *film* yang dapat didaur ulang dan dihancurkan secara alami oleh mikroorganisme menjadi polimer rantai-rantai pendek. Ada tiga jenis *biodegradable* berdasarkan penggunaannya, yaitu: *biodegradable film*, *biodegradable coating*, dan enkapsulasi. *Biodegradable coating* langsung dibentuk pada produk, sedangkan pada *biodegradable film* pembentukannya tidak secara langsung melainkan sebagai pelapis dan pengemas. Enkapsulasi adalah *biodegradable packaging* yang berfungsi sebagai pembawa zat flavor berbentuk serbuk. *Biodegradable film* berfungsi sebagai penghambat perpindahan uap air, penghambat pertukaran gas, pencegah kehilangan aroma, pencegah perpindahan lemak, peningkatan karakteristik fisik, dan pembawa zat aditif (Austin, 1985).

Biodegradable film berdasarkan komponen penyusunnya dapat dibagi menjadi tiga macam yaitu hidrokoloid, lipida, dan komposit. Hidrokoloid yang cocok antara lain senyawa protein, turunan selulosa, alginat, pektin, dan pati. Lipida yang biasa digunakan gliserol, *waxes*, asil gliserol dan asam lemak, sedangkan komposit merupakan gabungan lipida dengan hidrokoloid. *Biodegradable film* yang terbuat dari lipida, campuran lipida dan protein, serta polisakarida sangat

baik digunakan sebagai penghambat perpindahan uap air, sehingga mampu menjaga umur simpan produk. Di sisi lain, *biodegradable film* yang terbuat dari campuran protein dan polisakarida baik digunakan sebagai penghambat perpindahan gas yang efektif untuk mencegah oksidasi lemak (Austin, 1985).

Berdasarkan bahan baku yang dipakai, *biodegradable film* dikelompokkan menjadi 2 kelompok. Kelompok pertama campuran petrokimia (*non-renewable resources*) dengan bahan aditif dari senyawa bio-aktif yang bersifat *biodegradable*. Kelompok kedua bahan baku dari sumber daya alam terbarukan (*renewable resources*) secara keseluruhan seperti dari bahan tanaman pati, selulosa dan hewan seperti cangkang atau mikroorganisme (Ningsih, 2010).

Secara umum karakteristik kemasan yang diukur dan diamati dari sebuah *film* kemasan termasuk *biodegradable film* antara lain kuat tarik (*tensile strength*), persen pemanjangan (*elongation to break*), permeabilitas (Harsunu, 2008) dan kelarutan (Gontard and Guilbert, 1992).

a. Kuat tarik

Kuat tarik adalah gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh sebuah *film* sebelum *film* putus atau robek. Kuat tarik menggambarkan gaya maksimum yang terjadi pada *film* selama pengukuran berlangsung. Hasil pengukuran kuat tarik berhubungan erat dengan konsentrasi *plasticizer* yang ditambahkan pada proses pembuatan *film*. Penggunaan *plasticizer* pada konsentrasi tertentu akan menghasilkan *film* dengan kuat tarik yang lebih rendah (Harsunu, 2008).

b. Persen Pemanjangan

Persen pemanjangan merupakan perubahan panjang maksimum pada saat terjadi peregangan hingga *film* terputus. Pada umumnya *plasticizer* dalam jumlah lebih besar akan membuat nilai persen pemanjangan suatu *film* meningkat lebih besar (Harsunu, 2008).

c. Laju Transmisi Uap

Nilai laju transmisi uap suatu jenis film digunakan untuk memperkirakan daya simpan produk yang dikemas di dalamnya. Nilai laju transmisi uap juga digunakan untuk menentukan produk atau bahan pangan apa yang sesuai untuk kemasan tersebut. Nilai laju transmisi uap mencakup laju transmisi uap terhadap uap air dan gas (Harsunu, 2008).

d. Kelarutan

Kelarutan adalah persentase kelarutan *biodegradable film* yang dilihat dari berat kering setelah dicelupkan dalam air selama waktu tertentu (Gontard and Guilbert, 1992).

Karakteristik *biodegradable film* yang baik yaitu mampu mendekati karakteristik kemasan berbahan baku petrokimia. Bahan pengemas yang paling sering digunakan adalah polietilen. Polietilen merupakan polimer dari monomer etilen yang dibuat dengan proses polimerisasi adisi dari gas etilen yang diperoleh dari hasil samping industri minyak dan batubara. Polietilen memiliki sifat lunak, transparan, fleksibel serta mempunyai kekuatan benturan dan kekuatan sobek yang baik. Pemanasan polietilen pada suhu 110⁰C menyebabkan plastik ini lunak dan cair. Polietilen memiliki sifat permeabilitas yang rendah dan sifat mekanik

yang baik pada ketebalan 0.00254 -0.0254 cm sehingga digunakan sebagai bahan pengemas. Polietilen termasuk golongan termoplastik yang dapat dibentuk menjadi kantung dengan derajat kerapatan yang baik (Harumningtyas, 2010).

Berdasarkan densitasnya maka plastik polietilen dibedakan menjadi:

1. Polietilen densitas rendah/LDPE (*Low Density Polyethylene*)

LDPE (*Low Density Polyethylene*) merupakan salah satu jenis plastik yang memiliki massa jenis rendah, kuat, agak tembus cahaya, fleksibel dan permukaannya agak berlemak. Pada suhu dibawah suhu 60°C sangat resisten terhadap senyawa kimia dan daya proteksi terhadap uap air tergolong baik, namun kurang baik bagi gas-gas yang lain seperti oksigen. Titik lelehnya berkisar antara $105-115^{\circ}\text{C}$. LDPE biasanya digunakan untuk film, mangkuk, botol, dan wadah/kemasan. Plastik LDPE dapat didaur ulang, namun sulit dihancurkan (Julianti dan Nurminah, 2006). Plastik ini mempunyai kekuatan terhadap kerusakan dan ketahan putus yang tinggi. Nilai kuat tarik LDPE yaitu 9,86 Mpa dan kemuluran 100% (*Boedeker plastic, 2013*).

2. Polietilen densitas tinggi/HDPE (*High Density Polyethylene*)

HDPE (*High Density Polyethylene*) dihasilkan dengan cara polimerisasi pada tekanan dan suhu yang rendah. HDPE merupakan senyawa termoplastik dari atom karbon dan sistem yang bergabung menghasilkan berat molekul tinggi. HDPE merupakan salah satu jenis plastik sintetik yang memiliki massa jenis tinggi, yaitu memiliki densitas antara $935-956,86 \text{ kg/cm}^3$. Proses pembuatannya dimulai dari gas metana yang diubah menjadi etilen, kemudian dengan aplikasi panas dan tekanan (10 atm , $50-70^{\circ}\text{C}$), diubah lagi menjadi polietilen. Rantai polimer yang terbentuk memiliki unit karbon berkisar antara

500.000-1.000.000. Rantai cabang yang panjang dan pendek muncul di sepanjang rantai utama, semakin panjang rantai jumlah cabang semakin banyak. HDPE memiliki nilai kuat tarik 144 Mpa dan kemuluran 146%. HDPE merupakan salah satu bahan plastik yang aman untuk digunakan karena HDPE mampu mencegah reaksi kimia antara plastik berbahan HDPE dengan makanan /minuman yang dikemasnya. HDPE memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram, dan lebih tahan terhadap suhu tinggi (Harumningtyas, 2010).

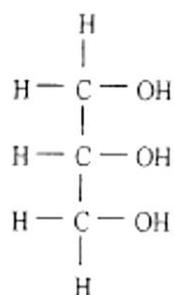
2.2. Gliserol

Bahan tambahan yang dicampurkan pada pembuatan plastik bertujuan untuk memperbaiki sifat mekanik plastik. Sifat mekanik plastik sangat penting dalam pengemasan dan penyimpanan produk terutama dari faktor mekanis seperti tekanan fisik (jatuh dan gesekan), getaran, benturan antara bahan dengan alat atau wadah selama penyimpanan dan pendistribusian (Harsunu, 2008). Bahan yang ditambahkan berfungsi sebagai *plasticizer*, penstabil, pewarna, dan penyerap UV.

Plasticizer didefinisikan sebagai bahan *non volatil*, bertitik didih tinggi, jika ditambahkan pada material lain dapat merubah sifat material menjadi lebih plastis. *Plasticizer* berfungsi untuk mengurangi kerapuhan film, meningkatkan permeabilitas terhadap gas, uap air, dan zat terlarut serta meningkatkan plastis (Gontard and Guilbert, 1992). Beberapa jenis *plasticizer* yang dapat digunakan dalam pembuatan *biodegradable film* antara lain gliserol, lilin lebah, polivinil alkohol dan sorbitol (Julianti dan Nurminah, 2006).

Gliserol adalah senyawa golongan alkohol *polihidrat* dengan 3 buah gugus hidroksil dalam satu molekul (*alkohol trivalen*). Gliserol memiliki berat molekul 92,1 g/mol dan massa jenis 1,23 g/cm². Rumus molekul gliserol adalah C₃H₈O₃ dengan nama kimia 1,2,3, - propanatriol. Gliserol terdapat pada lemak hewani dan minyak nabati sebagai ester gliserin dari asam palmitat dan oleat. Gliserol adalah senyawa netral, rasa manis, tidak berwarna, cairan kental dengan titik lebur 20°C dan memiliki titik didih yang tinggi yaitu 290°C. Gliserol dapat larut sempurna dalam air dan alkohol namun tidak larut dalam minyak. Oleh karena itu gliserol merupakan pelarut yang baik (Winarno, 1997). Gliserol memiliki titik didih tinggi karena adanya ikatan hidrogen yang sangat kuat antar molekul gliserol (Austin, 1985).

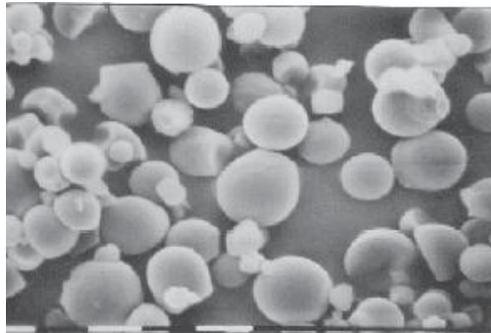
Gliserol bermanfaat sebagai anti beku (*antifreeze*) serta mencegah kekeringan pada tembakau, pembuatan parfum, tinta, kosmetik, makanan dan minuman lainnya. Campuran antara gliserol dan asam lemak digunakan sebagai bahan kosmetika dan obat-obatan (Austin, 1985). Struktur gliserol disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur gliserol
Sumber: Winarno, 1997

2.3. Tapioka

Tapioka adalah pati yang diekstrak dari ubi kayu segar (Astawan 2010). Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α -glikosidik. Pati berbentuk butiran putih (granula), rasa tawar dan tidak berbau. Pati memiliki bentuk granula berbeda-beda untuk setiap tanaman. Berikut gambar granula pati tapioka disajikan pada Gambar 2.



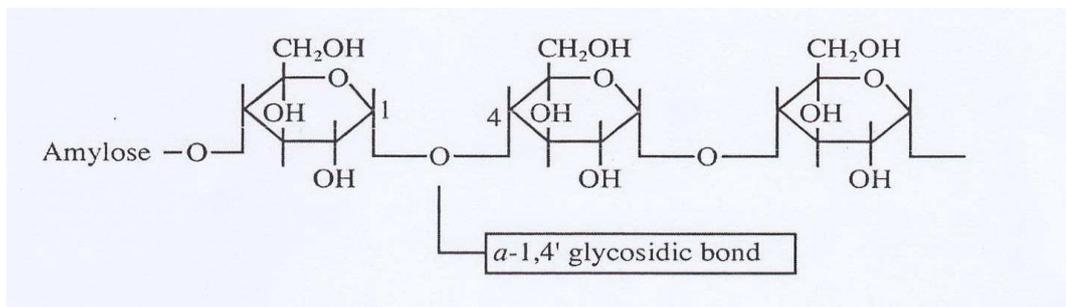
Gambar 2. Granula pati
Sumber: Anwar, 2002

Pati tapioka terdiri dari butiran- butiran kecil yang disebut granula. Granula ini akan membengkak karena menyerap air saat dimasukkan ke dalam air dingin, namun jumlah air yang terserap terbatas sehingga pembengkakan juga terbatas. Air yang terserap tersebut hanya dapat mencapai 30%. Sebaliknya, apabila pati mentah dimasukkan ke dalam air pada suhu antara 55°C - 65°C maka akan terjadi pembengkakan maksimum tetapi tidak mampu kembali pada kondisi semula. Perubahan tersebut disebut gelatinisasi (Winarno, 1997).

Gelatinisasi merupakan salah satu sifat pati tapioka. Pada proses gelatinisasi, perubahan tampak saat larutan pati dipanaskan. Larutan pati yang semula keruh menjadi jernih. Selain itu, melemahnya ikatan antara molekul pati menyebabkan

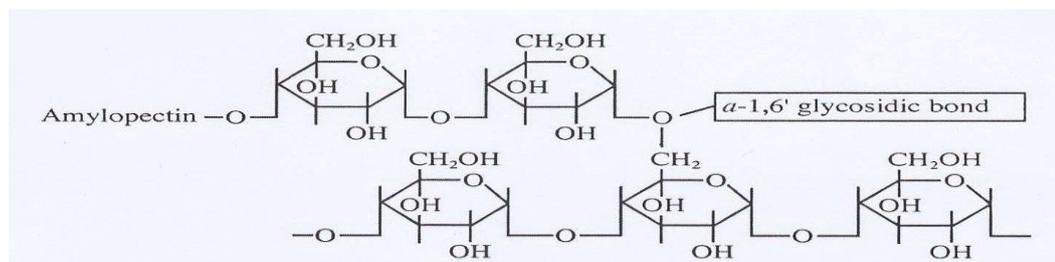
air dapat dengan mudah masuk ke dalam granula sehingga menyebabkan granula membengkak. Pada saat pembengkakan maksimum, maka granula akan pecah yang menyebabkan molekul berantai panjang mulai membuka atau terurai. Campuran pati dan air menjadi makin kental. Pada pendinginan, maka molekul pati akan membentuk jaringan dengan molekul air terkurung di dalamnya sehingga terbentuk gel (Winarno, 1997).

Tapioka tersusun dari dua macam karbohidrat yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa memiliki struktur lurus dengan ikatan α -(1,4)-D-glukosa sedangkan amilopektin mempunyai cabang dengan ikatan α -(1,6)-D-glukosa sebanyak 4-5 dari berat total. Amilosa memberikan sifat keras (pera) sedangkan amilopektin menyebabkan sifat lengket. Amilosa memberikan warna ungu pekat pada tes iodin sedangkan amilopektin tidak bereaksi (Winarno, 1997). Gambar struktur kimia amilosa dan amilopektin disajikan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Struktur amilosa

Sumber: Winarno, 1997



Gambar 4. Struktur amilopektin

Sumber: Winarno, 1997

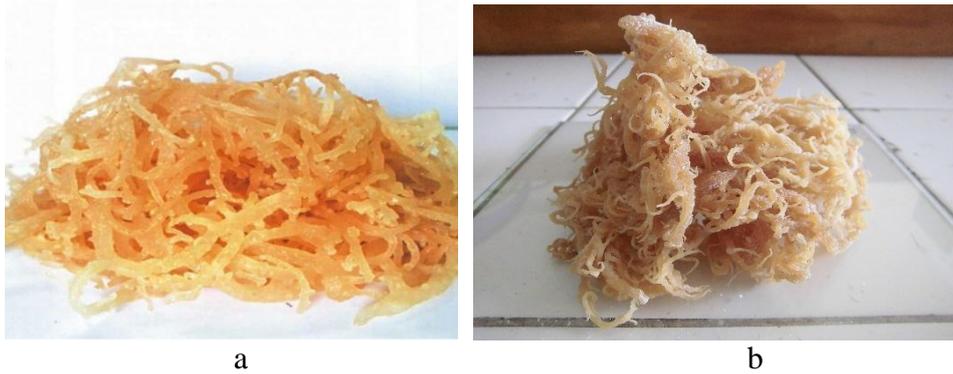
Tapioka digunakan sebagai bahan pengental, bahan pengisi dan bahan pengikat. Tapioka digunakan untuk meningkatkan kehalusan permukaan, menambah kecerahan, dan meningkatkan kemampuan daya cetak lembaran. Penambahan tapioka dilakukan pada saat *biodegradable film* dibentuk. Tapioka berfungsi untuk menutup pori-pori yang tidak terisi sempurna oleh selulosa (Chandra, 2011).

2.4. *Eucheuma cottonii*

2.4.1. Klasifikasi *Eucheuma cottonii*

Lokasi budidaya rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* antara lain Lombok, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Lampung, Kepulauan Seribu, dan Perairan Pelabuhan Ratu (Aslan, 1998). Rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* memiliki *thallus* yang licin dan silindris, berwarna hijau, hijau kuning, abu-abu dan merah. Tumbuh melekat pada substrat dengan alat perekat berupa cakram (Atmadja, 1996 dalam Mindarwati, 2006). Klasifikasi *Eucheuma cottonii* menurut Doty (1985) dalam Mindarwati (2006) adalah sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Rhodophyta*
Kelas : *Rhodophyceae*
Ordo : *Gigartinales*
Famili : *Solieracea*
Genus : *Eucheuma*
Species : *Eucheuma alvarezii doty (Kappaphycus alvarezii doty)*



a
b
Gambar 5. *Eucheuma cottonii* (a: basah, b: kering)

Umumnya *Eucheuma cottonii* tumbuh dengan baik pada kondisi perairan yang sesuai, yaitu pada perairan yang terlindung dari terpaan angin dan gelombang besar, kedalaman perairan 7,65-9,72 m, salinitas 33 -35 ppt, suhu air laut 28-30°C, kecerahan 2,5-5,25 m, pH 6,5-7,0 dan kecepatan arus 22- 48 cm/detik (Wiratmaja, 2011).

2.4.2. Ampas Rumput Laut *Eucheuma cottonii*

Rumput laut *Eucheuma sp.* terbagi menjadi dua jenis yaitu *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii*. *Eucheuma cottonii* mempunyai peranan penting dalam dunia perdagangan internasional sebagai penghasil ekstrak karagenan (Aslan,1998). Pada industri ekstraksi karagenan, *Eucheuma cottonii* yang digunakan hanya sekitar 30-35%, sedangkan 65-70% menjadi limbah yang cenderung terbuang dan menjadi sampah organik (Wekridhany *et al.*, 2012).

Menurut Riyanto dan Wilaksanti (2006), ampas rumput laut masih memiliki kandungan zat gizi antara lain kadar air 80-84%, protein 0,5-0,8%, lemak 0,1-0,2% dan abu 2-3%. Kadar karbohidrat ampas rumput laut sebesar 13-15%,

dengan komponen selulosa sebesar 16-20%, hemiselulosa 18-22%, lignin 7-8% dan serat kasar 2,5-5%. Berdasarkan penelitian Sintaria (2012), diketahui bahwa ampas rumput laut jenis *Eucheuma cottonii*, memiliki kandungan komponen selulosa sebesar 17,47%, hemiselulosa 21,16%, dan lignin 8,23%. Komposisi kimia *Eucheuma cottonii* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia rumput laut *Eucheuma cottonii*

Komposisi	Jumlah
Kadar Air (%)	13,90
Protein (%)	2,69
Lermak (%)	0,37
Abu (%)	17,09
Serat kasar (%)	0,95
Mineral Ca (ppm)	22,39
Mineral Fe (ppm)	0,121
Mineral Cu (ppm)	2,763
Mineral Pb (ppm)	0,040
Thiamin (mg/100 gram)	0,14
Riboflavin (mg/100 gram)	2,7
Vitamin C (mg/100 gram)	12
Karagenan (%)	61,51

Sumber: Winarno, 1997

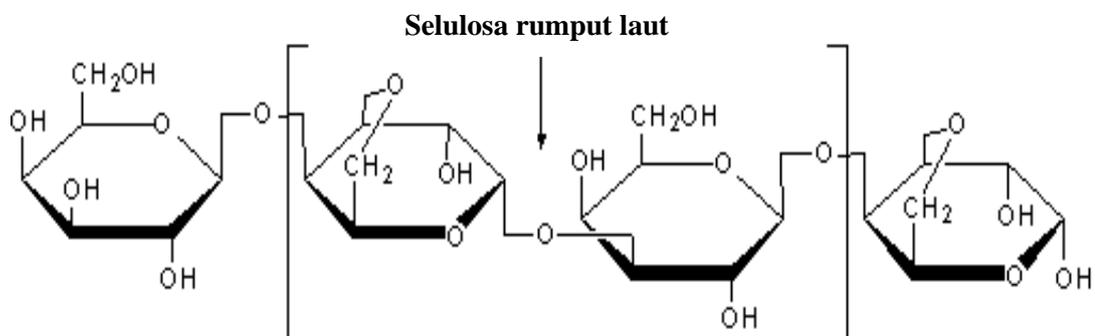
Selulosa merupakan bagian penyusun utama jaringan tanaman. Selulosa terdapat pada setiap jenis tanaman, termasuk tanaman semusim, tanaman perdu dan tanaman rambat bahkan tumbuhan paling sederhana sekalipun seperti jamur, ganggang dan lumut. Berdasarkan derajat polimerisasi (DP) dan kelarutan dalam senyawa natrium hidroksida (NaOH) 17,5%, selulosa dapat dibedakan atas tiga jenis yaitu :

- 1) Selulosa α (*Alpha Cellulose*) adalah selulosa berantai panjang, tidak larut dalam larutan NaOH 17,5% atau larutan basa kuat dengan DP (derajat

polimerisasi) 600-1500. Selulosa α dipakai sebagai penduga atau penentu tingkat kemurnian selulosa.

- 2) Selulosa β (*Betha Cellulose*) adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan DP 15 - 90, dapat mengendap bila dinetralkan.
- 3) Selulosa μ (*Gamma Cellulose*) adalah sama dengan selulosa β , tetapi DP kurang dari 15.

Selulosa α merupakan kualitas selulosa yang paling tinggi (murni). Selulosa α > 92% memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan baku utama pembuatan propelan atau bahan peledak. Sedangkan selulosa kualitas di bawahnya digunakan sebagai bahan baku pada industri kertas dan industri sandang/kain (serat rayon). Selulosa dapat disenyawakan (esterifikasi) dengan asam anorganik seperti asam nitrat (NC), asam sulfat (SC) dan asam fosfat (FC). Dari ketiga unsur tersebut, NC memiliki nilai ekonomis yang' strategis daripada asam sulfat/SC dan fosfat/FC karena dapat digunakan sebagai sumber bahan baku propelan/bahan peledak pada industri pembuatan amunisi/mesin (Kirk and Othmer, 1978). Selulosa rumput laut disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Selulosa rumput laut
Sumber: Sudjadi, 2008