

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. *Edible Film*

Pengemasan produk pangan merupakan suatu proses pembungkusan dengan bahan pengemas yang sesuai untuk mempertahankan dan melindungi makanan hingga ketangan konsumen, sehingga kualitas dan keamanannya dapat dipertahankan. Salah satu bahan pengemas yang sering digunakan adalah plastik yang selain mengandung bahan kimia yang cukup berbahaya, penggunaannya juga telah banyak menyumbangkan limbah yang sulit diuraikan. Meningkatnya kesadaran masyarakat akan masalah kesehatan dan lingkungan memicu kenaikan permintaan kemasan *biodegradable* yang mampu menjamin keamanan produk pangan antara lain melalui pengemasan dengan *edible coating* atau *film*. *Edible film* merupakan suatu lapis tipis yang melapisi bahan pangan yang layak dikonsumsi, dan dapat terdegradasi oleh alam secara biologis.

Menurut Santoso *et al.* (2007), *edible film* dapat didefinisikan sebagai bahan pengemas yang telah dibentuk terlebih dahulu dan berupa lapisan tipis (*film*) sebelum digunakan untuk mengemas produk pangan, atau dapat diartikan *edible film* bertindak sebagai bahan lembaran tipis yang berdiri sendiri dan dapat digunakan sebagai pengemas atau pembungkus produk makanan. Perbedaan antara *edible film* dan *coating* adalah dari proses pengaplikasiannya. *Coating* diaplikasikan dan dibentuk secara langsung pada permukaan bahan pangan, sementara *film* adalah lapisan tipis yang diaplikasikan setelah sebelumnya dicetak dalam bentuk lembaran (Winarti *et al.*, 2012).

Pavlath dan Orts (2009) menyatakan, semua jenis bahan yang digunakan untuk pelapisan atau pembungkus berbagai makanan untuk memperpanjang umur simpan produk yang dapat dimakan bersama dengan makanan dengan atau tanpa pemindahan lebih lanjut dianggap *film* yang dapat dimakan. Contoh penggunaan *edible film* antara lain sebagai pembungkus permen, sosis, buah, dan sup kering (Yulianti dan Erliana, 2012).

Edible film bersifat sebagai pengemas primer untuk melapisi makanan yang memiliki fungsi sebagai penghambat transfer massa seperti oksigen, karbondioksida, etilen, dan yang terlibat dalam proses respirasi. Selain itu *edible film* juga dapat digunakan sebagai pembawa komponen makanan, diantaranya vitamin, mineral, antioksidan, antimikroba, pengawet, bahan untuk memperbaiki rasa dan warna produk yang dikemas. Fungsi dan penampilan *edible film* bergantung pada sifat mekaniknya yang ditentukan oleh komposisi bahan di samping proses pembuatan dan metode aplikasinya. Bahan yang digunakan untuk membuat *edible film* relatif murah, mudah dirombak secara biologis (*biodegradable*), dan teknologi pembuatannya sederhana. Perinsip pembentukan *edible film* adalah interaksi rantai polimer menghasilkan polimer yang lebih besar dan stabil (Rodriguez *et al.*, 2006; Nurhayati dan Agusman, 2011).

B. Komponen *Edible Film*

Menurut Listyawati (2012), komponen penyusun *edible film* akan mempengaruhi secara langsung bentuk morfologi maupun sifat pengemas yang dihasilkan. Tiga komponen penyusun dasar *edible film* yaitu hidrokoloid (protein,

polisakarida, alginat), lipid (asam lemak, asil gliserol, wax atau lilin) dan komposit (campuran hidrokoloid dan lipid) (Jacoeb *et al.*, 2014).

1. Hidrokoloid

Menurut Skurtys *et al.* (2011), Hidrokoloid adalah polimer hidrofilik, dari sayuran, hewan, mikroba atau asal sintetis, yang umumnya mengandung banyak gugus hidroksil dan dapat berupa polielektrolit (misalnya alginat, karagenan, karboksimetil selulosa, gum arab, pektin dan getah xanthan). Bahan hidrokoloid yang digunakan secara luas untuk pembentukan *edible film* yaitu protein dan polisakarida. Sumber protein yang dapat digunakan untuk bahan baku *edible film* adalah jagung, kedelai, *wheat gluten*, kasein, gelatin, kolagen, *corn zein*, protein susu dan protein ikan. Sedangkan untuk sumber polisakarida yang biasa digunakan sebagai bahan *edible film* adalah pati dan turunannya, selulosa dan turunannya, pektin, ekstrak ganggang laut (alginat, karagenan, agar) gum (gum arab dan gum karaya), xanthan, kitosan dan lain-lain (Listyawati, 2012).

Semua hidrokoloid yang digunakan dalam pembuatan *edible film* dapat sepenuhnya atau sebagian larut dalam air dan digunakan untuk meningkatkan viskositas fase kontinyu (fase berair) yaitu sebagai agen pembentuk gel dan pengental. Pemanfaatan dari senyawa yang berantai panjang ini sangat penting karena tersedia dalam jumlah yang banyak, harganya murah, dan bersifat nontoksik. Hidrokoloid juga dapat digunakan sebagai pengemulsi karena efek stabilisasi pada emulsi berasal dari peningkatan viskositas fase berair dari *edible film* (Fatnasari *et al.*, 2018; Skurtys *et al.*, 2011).

Yulianti dan Erliana (2012), menyatakan *edible film* dari golongan hidrokoloid adalah polisakarida yang memiliki beberapa keunggulan, diantaranya selektif terhadap oksigen, karbondioksida, senyawa aroma, dan lemak, penampilan tidak berminyak, kandungan kalorinya rendah, serta memiliki sifat mekanis yang diinginkan dan meningkatkan kesatuan struktural produk. Namun disisi lain *film* hidrokoloid juga memiliki permabilitas uap air yang rendah karena sifat hidrofilik polisakarida (Syamsir, 2008 dalam Kasfillah *et al.*, 2013; Paylath dan Orts, 2009).

2. Lipid

Lipid adalah senyawa organik yang terdapat di alam serta tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik non-polar, misalnya dietil eter ($C_2H_5OC_2H_5$), Kloroform ($CHCl_3$), benzena dan hidrokarbon lainnya, karena lipid mempunyai polaritas yang sama dengan pelarut tersebut. Lipid adalah kelompok molekul alami yang meliputi lemak, lilin, sterol, vitamin yang larut dalam lemak (seperti vitamin A, D, E, dan K), monogliserida, digliserida, trigliserida, fosfolipid, dan lain-lain. Lipid dapat didefinisikan secara luas sebagai molekul kecil hidrofobik atau amfifilik. Lipid yang umum di gunakan dalam pembuatan *edible film* adalah lilin alami (beeswax, carnauba wax, paraffin wax), asil gliserol asam lemak (asam oleat dan laurat) serta emulsifier (Herlina dan Ginting, 2011; Listyawati, 2012).

Murni *et al.* (2013) menyatakan, *film* yang terbentuk dari senyawa lipida umumnya memiliki sifat penghambat kelembaban yang sangat baik karena senyawa lipida tergolong hidrofobik. *Edible film* dari bahan lipid memiliki

keuntungan karena memiliki kemampuan yang baik untuk menghambat penguapan air dari produk hal ini karena polimer dengan gugus hidrofobik tinggi akan menghasilkan film dengan sifat sekat (*barrier*) yang baik terhadap uap air. Disamping itu *edible film* dari lipid murni memiliki kelemahan sangat terbatas kegunaannya, karena tidak memiliki integritas dan ketahanan yang baik (Irianto *et al.*, 2006).

3. Komposit

Komposit *film* terdiri dari komponen lipida dan hidrokoloid. Aplikasi dari komposit *film* dapat dalam lapisan satu-satu (*bilayer*), di mana satu lapisan merupakan hidrokoloid dan satu lapisan lain merupakan lipida, atau dapat berupa gabungan lipida dan hidrokoloid dalam satu kesatuan *film*. *Edible film* yang hanya terdiri dari satu komponen bahan tidak dapat memberikan hasil yang memuaskan dibandingkan dengan yang dibuat dari emulsi campuran beberapa bahan (Garnida, 2006).

Edible film dari komposit dapat memperbaiki *film* dari hidrokoloid dan lipid serta mengurangi kelemahannya. Gabungan dari hidrokoloid dan lemak digunakan dengan mengambil keuntungan dari komponen lipida dan hidrokoloid. Lipida dapat meningkatkan ketahanan terhadap penguapan air dan hidrokoloid dapat memberikan daya tahannya (Murni *et al.*, 2013; Irianto *et al.*, 2006).

C. Pati

Skurtys (2011) menyatakan, pati adalah cadangan karbohidrat utama dalam umbi tanaman dan endosperma biji dimana ia ditemukan sebagai butiran, masing-

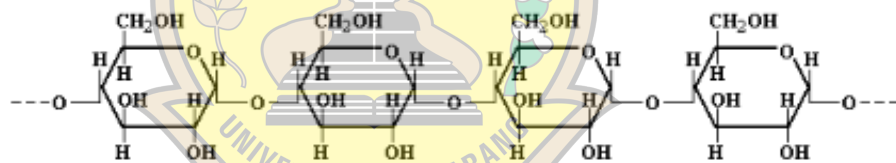
masing biasanya mengandung beberapa juta molekul amilopektin disertai dengan jumlah molekul amilosa kecil yang jauh lebih besar. Amilosa bertanggung jawab atas kapasitas pembentukan film pati karena sifat linier yang dominan. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut tersebut adalah amilosa dan fraksi tidak larut disebut amilopektin. Struktur amilosa merupakan rantai lurus D-glukan sedangkan amilopektin terdiri dari rantai bercabang (Mariati, 2001).

Pati dalam keadaan murni berwarna putih, mengkilap, tidak berbau, dan tidak berasa. Namun, pada umumnya pati tidak terdapat dalam keadaan murni karena terdapat bahan antara seperti protein dan lemak. Granula pati sedikitnya mengandung tiga komponen yaitu amilosa, amilopektin, dan bahan antara sekitar 5-10%. Amilopektin merupakan komponen pati yang menimbulkan sifat-sifat kristalisasi dan *birefringence*, yaitu sifat merefleksikan cahaya terpolarisasi apabila granula pati dilihat dibawah mikroskop polarisasi sehingga terlihat kristal gelap terang yang tampak sebagai warna biru-kuning. Sedangkan kandungan amilosa pada pati memberi pengaruh yang nyata terhadap bentuk dan ukuran granula.

Amilosa merupakan rantai lurus dari D-Glukan yang dihubungkan dengan ikatan α 1-4. Rantai percabangan mungkin dapat ditemui namun dalam jumlah yang sangat terbatas. Rantai percabangan akan terbentuk setelah 500 unit glukosa membentuk rantai lurus. Panjang rantai polimer akan berpengaruh terhadap berat molekul amilosa. Rantai polimer sendiri dipengaruhi oleh sumber pati. Rantai amilosa dalam larutan berbentuk melingkar seperti spiral, dan larutan pati dengan iodium akan meberikan warna biru sampai biru tua menandakan keberadaan

amilosa. Sifat penting amilosa dibanding dengan amilopektin adalah amilosa lebih mudah keluar dari granula dan memiliki kemampuan lebih mudah untuk berasosiasi dengan sesamanya (Suriani, 2008).

Banyaknya amilosa yang terdapat di dalam granula pati disebut kadar amilosa. Amilosa berperan pada proses gelatinisasi dan lebih menentukan karakteristik pasta pati. Pati yang mempunyai amilosa lebih tinggi akan memiliki kekuatan ikatan hidrogen yang lebih besar dan viskositas yang bertambah karena jumlah rantai lurus yang lebih besar dalam granula, sehingga membutuhkan energi yang lebih besar untuk gelatinisasi (Suriani, 2008). Gambar struktur molekul amilosa dapat dilihat pada Gambar 1.

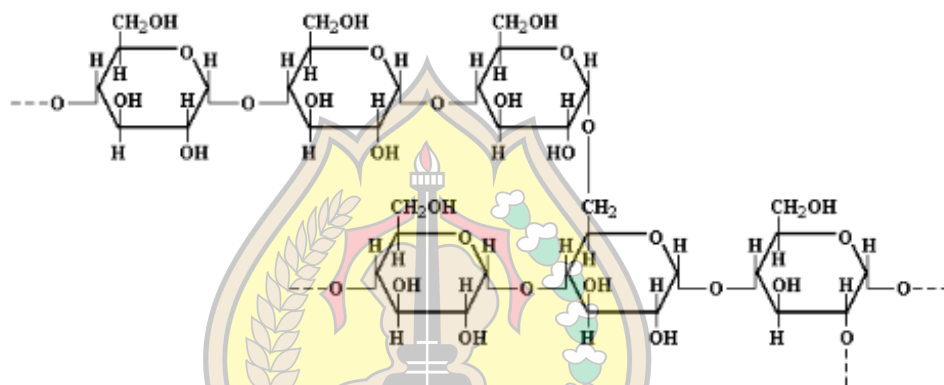


Gambar 1. Struktur Molekul Amilosa
Sumber : Sugiyono, 2004

Amilopektin merupakan rantai polimer D-Glukosa yang mempunyai rantai lurus dan bercabang. Rantai lurus tersebut dihubungkan dengan ikatan α 1-6, dan mempunyai cabang ikatan α 1-4-D-Glukosa. Titik-titik percabangan amilopektin lebih banyak dibandingkan dengan amilosa, rata-rata setiap 20-25 unit glukosa yang membentuk rantai lurus memiliki titik percabangan (Mariati, 2001).

Larutan pati dengan iodium akan membentuk warna merah bata menandakan keberadaan amilopektin. Amilopektin yang memiliki rantai cabang yang panjang memiliki kecenderungan yang kuat untuk membentuk gel selain itu amilopektin

juga merupakan komponen pati yang mampu membentuk kristalisasi granula pati. Viskositas amilopektin akan meningkat apabila konsentrasinya dinaikkan (0-3%). Namun, hubungan ini tidak linier sehingga diperkirakan terjadi pengikatan secara acak diantara molekul-molekul cabang (Suriani, 2008). Gambar struktur molekul amilopektin dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur Molekul Amilopektin
Sumber : Sugiyono, 2004

Dalam bentuk aslinya pati merupakan butiran-butiran kecil yang disebut granula. Bentuk dan ukuran granula pati berbeda-beda tergantung dari sumbernya. Granula pati memiliki bentuk semikristal yang terdiri dari unit kristal dan unit *amorphous*. Unit kristal pati lebih tahan terhadap perlakuan asam kuat dan enzim, sedangkan unit *amorphous* bersifat labil terhadap asam kuat dan enzim. Granula pati tersusun dari lembaran lapisan-lapisan tipis yang merupakan susunan melingkar dari molekul pati. Lapisan tipis di dalam granula merupakan susunan dari molekul pati yang berantai lurus dan bercabang, susunan tersebut dihubungkan dengan ikatan hidrogen membentuk daerah kristalisasi atau misela. Granula pati tidak larut dalam air dingin, hal ini karena molekul rantai lurus dan bercabang yang

tidak berpasangan akan membentuk suatu jaringan yang mempersatukan granula pati (Mariati, 2001; Suriani, 2008).

Menurut Mariati (2001), pati yang telah mengalami keseimbangan pada keadaan atmosfer biasa, dapat mengandung 10-17% air. Air diikat oleh pati dalam tiga bentuk, yaitu sebagai air kristal, sebagai air yang diabsorpsi atau sebagai air yang berada diantara rongga. Granula pati tidak larut dalam air dingin, namun apabila pati mentah dimasukkan ke dalam air dingin granula patinya akan menyerap air dan membengkak, hal ini karena *amorphous* pada granula pati dapat menyerap air dan mulai bengkak namun terbatas sekitar 30% dari berat pati tanpa merusak struktur *misela*. Apabila suhu dinaikkan 55-65⁰C akan terjadi pembengkakan granula pati di dalam air yang sesungguhnya dan setelah pembengkakan ini granula pati dapat kembali pada kondisi semula karena bersifat *reversible*. Ada kondisi dimana granula pati membengkak luar biasa tetapi bersifat tidak dapat kembali pada keadaan semula atau *irreversible*, perubahan tersebut dinamakan gelatinisasi.

Gelatinisasi terjadi akibat proses pengrusakan ikatan hidrogen intramolekuler. Amilosa dan amilopektin secara fisik hanya dipertahankan oleh adanya ikatan hidrogen lemah untuk mempertahankan struktur integritas granula. Apabila pati dipanaskan dalam suhu kritis dengan adanya air yang berlebih maka ikatan hidrogen akan semakin lemah sedangkan energi kinetik molekul-molekul air menjadi lebih kuat dari pada daya tarik menarik antara molekul pati dalam granula, sehingga air dapat masuk ke dalam granula pati dan granula akan mengembang. Apabila panas dan air diberikan secara terus menerus granula pati akan terus mengembang sehingga menyebabkan amilosa terdifusi keluar dari granula hal ini

ditandai dengan perubahan suspensi pati yang semula keruh menjadi bening dan tentunya akan berpengaruh terhadap kenaikan viskositas. Tingkat kejernihan pasta berhubungan langsung dengan pengembangan granula pati. Makin besar kemampuan mengembang granula pati maka pasta yang diperoleh lebih jernih, sebaliknya bila granula pati yang mengembang sedikit maka pasta yang dihasilkan menjadi buram (Mariati, 2001; Adikrisna, 2011).

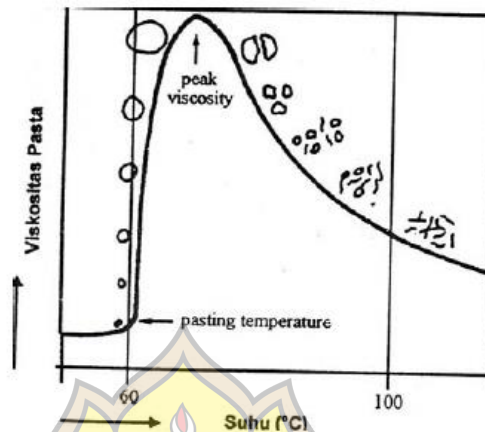
Suriani (2008) juga menambahkan bahwa, karena jumlah gugus hidroksil dari molekul pati sangat besar maka kemampuan menyerap air juga sangat besar. Hal ini juga menjadikan peningkatan viskositas larutan pati disebabkan oleh air yang sebelumnya berada di luar granula pati dan bebas bergerak sebelum suspensi dipanaskan kini berada di dalam granula dan tidak dapat bergerak bebas lagi, jika suhu terus dinaikkan akan tercapai viskositas puncak dan granula pati dapat pecah sehingga terbentuk gel koloidal, dan tidak bisa kembali pada kondisi semula. Perubahan sifat inilah yang disebut dengan gelatinisasi. Suhu pada saat granula pati pecah disebut suhu gelatinisasi.

Suhu gelatinisasi atau suhu pembentukan pasta adalah suhu pada saat mulai terjadi kenaikan viskositas suspensi pati bila dipanaskan, suhu tersebut dinamakan suhu awal gelatinisasi (SAG). Apabila suhu terus meningkat, akan terjadi peningkatan gelatinisasi maksimum (SGM). Secara mikroskopik perubahan granula pati selama pemasakan berlangsung cepat dan melalui 3 tahap. Tahap pertama pada air dingin akan terjadi penyerapan air sampai kira-kira 5 - 30% yang bersifat *reversible*. Tahap kedua terjadi pada suhu sekitar 65 °C ketika granula pati mulai mengembang dan menyerap air dalam jumlah banyak sehingga bersifat

irreversible. Sedangkan pada tahap ketiga terjadi pengembangan granula yang lebih besar lagi dan amilosa keluar dari granula pati terdispersi kedalam larutan hingga akhirnya granula pati pecah. Makin banyak amilosa keluar dari granula pati akan lebih banyak terdispersi kedalam larutan sehingga daya larut pati makin tinggi (Adikrisna, 2011).

Menurut Mariati (2001), suhu gelatinisasi tergantung pada konsentrasi pati. Semakin kental larutan, suhu tersebut semakin lambat tercapai, sampai suhu tertentu viskositas tidak bertambah, bahkan kadang-kadang turun. Kenaikan viskositas ini disebabkan oleh terjadinya penggelembungan granula pati khususnya amilosa. Proses ini berlanjut terus hingga viskositas puncak pasta tercapai, kemudian viskositas menurun akibat gaya ikatan antara granula-granula pati yang telah mengembang dan tergelatinasi menjadi berkurang oleh pemanasan yang tinggi dan pengadukan yang keras. Selain itu struktur granula pati juga pecah sehingga menyebabkan penurunan viskositas pasta serta stabilitas viskositas pasta rendah. Faktor lain yang mempengaruhi gelatinisasi adalah ukuran granula pati. Ukuran granula pati yang lebih kecil lebih tahan terhadap gelatinisasi dibandingkan dengan granula berukuran besar. Kenaikan dan penurunan viskositas selama

elatinisasi dapat diikuti dengan menggunakan *Brabender Amylograph* (Adikrisna, 2011; Suriani, 2008).



Gambar 3. Perubahan Bentuk Granula Pati Selama Proses Gelatinisasi
Sumber : Suriani, 2008

1. Pati Umbi Garut

Tanaman garut berasal dari daerah Amerika tropik yang kemudian menyebar ke daerah tropik. Daerah penyebarannya merata meliputi India, Sri Lanka, Hawaii, Filipina, Australia termasuk Indonesia. Tanaman garut yang dijumpai di Indonesia tersebar diberbagai daerah seperti Jawa, Sumatra, Sulawesi, dan Maluku. garut dikenal dengan nama daerah yang berbeda-beda, misalnya *sagu banban* (Batak Karo), *sagu rare* (Minangkabau), *sagu andrawa* (Nias), *sagu* (Palembang), *larut/pata sagu* (Sunda), *arut/ jelarut/ irut/ larut/ garut* (Jawa Timur), *labia walanta* (Gorontalo), dan *huda sula* (Ternate) (Djaafar *et al.*, 2010). Tanaman garut belum dibudidayakan secara intensif. Penanaman khusus misalnya secara perkebunan masih belum ada. Tanaman ini masih tumbuh liar di kebun-kebun atau diusahakan secara kecil-kecilan di

pekarangan rumah dan di kebun buah-buahan. Sebagian besar tanaman ini terdapat di Pulau Jawa terutama di Jawa Tengah (Koswara, 2013).

Tanaman garut (*Maranta arundinacea* Linn.) tumbuh baik pada tanah yang drainasenya baik dan tingkat keasamannya rendah. Curah hujan yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman garut minimum 150-200 cm/bulan. Hasil panen optimum dijumpai pada daerah dengan curah hujan tinggi atau daerah dengan musim hujan panjang dan musim kemarau pendek (Mariati, 2001). Tanah yang paling disukai tanaman garut adalah tanah lempung yang subur, terutama tanah lempung berpasir yang banyak mengandung mineral vulkanik. Garut umumnya tumbuh normal pada ketinggian 900 meter dari permukaan laut, tetapi akan tumbuh lebih baik pada daerah dekat laut dengan ketinggian 60 m - 90 m dari permukaan laut (Koswara, 2013).

Mariati (2001) menyatakan bahwa, tanaman garut mempunyai beberapa kultivar. Kultivar utamanya ialah *creole* dan kultivar *banana*. Kedua kultivar tersebut dapat dibedakan berdasarkan sifat-sifatnya. Kultivar *creole* memiliki rizhoma yang kurus dan panjang, lebih menyebar dan menembus masuk ke dalam tanah, lebih berserat, tumbuh bergerombol di dekat permukaan tanah, lebih mudah dipanen dan diolah patinya, dan daya tahan sebelum dilakukan pengolahan selama tujuh hari. Sedangkan kultivar *banana* mempunyai rizhoma lebih pendek dan gemuk dibandingkan kultivar *creole*. Kultivar ini tumbuh dekat dengan permukaan tanah dan mudah dipanen, kandungan seratnya lebih sedikit dan mudah diolah, namun kultivar ini lebih cepat rusak dibandingkan kultivar *creole* sehingga harus diolah paling lama 48 jam setelah

pemanenan. Menurut Rukmana (2000), taksonomi umbi garut secara biologi diklasifikasikan sebagai berikut :

- Kingdom : *Plantae*
Divisio : *Magnoliophyta*
Kelas : *Liliopsida*
Ordo : *Zingiberales*
Familia : *Marantaceae*
Genus : *Maranta*
Spesies : *Maranta arundinaceae* Linn.



Gambar 4. Tanaman Garut dan Umbi Garut
Sumber : Abun, 2018

Menurut Suhartini dan Hadiatmi (2011), umbi garut memiliki kandungan gizi tinggi, kandungan patinya kurang lebih 20% bertekstur sangat halus dan mudah dicerna sehingga pati garut banyak dipakai dalam industri makanan bayi dan makanan khusus orang-orang sakit, sebagai obat tradisional yang berkhasiat menyembuhkan mencret, eksem, memperbanyak air susu ibu (ASI), dan menurunkan suhu badan yang terjangkit demam. Tepungnya dapat digunakan sebagai alternatif untuk pengganti atau substitusi tepung terigu

sebagai bahan baku pembuatan kue, mie, roti kering, bubur bayi, makanan diet pengganti nasi, disamping digunakan di industri kimia, kosmetik, pupuk, gula cair dan obat-obatan. Umbi garut memiliki manfaat kesehatan karena indeks glikemiknya rendah (14) dibanding umbi-umbian lainnya, seperti gembili (90), kimpul (95), ganyong (105), dan ubi jalar (179) (Marsono, 2005).

Pengolahan umbi garut menjadi pati pada dasarnya merupakan suatu proses pemisahan granula-granula pati dari umbinya. Granula pati ini terikat di dalam sel-sel beserta bahan lain pembentuk protoplasma seperti protein, lemak, karbohidrat terlarut dan lain-lain (Mariati, 2001). Umumnya pembuatan pati dari bahan umbi-umbian adalah dengan melalui proses pamarutan, pemerasan, penyaringan, pengendapan pati, pengeringan dan *finishing*. Kadar air pati garut menurut standar mutu berdasarkan SNI 01-6057-1999, yaitu maksimal sebesar 16% (b/b) (Firdaus, 2016).

Untuk memperoleh pati garut, umbi dicuci bersih lalu diparut atau digiling menggunakan mesin penggiling hal ini dimaksudkan untuk menghancurkan dinding sel dan memisahkan granula-granula pati dari bahan yang tidak terlarut seperti kotoran dan bahan penyusun dinding sel. Kemudian dilakukan pemerasan dan penyaringan hingga diperoleh larutan pati. Larutan pati diendapkan kemudian dibuang airnya. Pati basah lalu dicuci dengan menambahkan air, dengan diaduk dan diendapkan kembali sampai beberapa kali. Pencucian pati bertujuan untuk memperoleh pati yang berwarna putih. Setelah diperoleh endapan pati yang putih dilakukan pengeringan untuk mengurangi kadar airnya sampai batas tertentu. Tahap terakhir adalah *finishing*

yaitu proses pengayakan untuk mendapatkan butiran pati yang halus (Mariati, 2001; Djafaar *et al.*, 2010).

Dalam penelitian Noor dan Liesbetini (2011), hasil ekstraksi umbi garut dengan metode basah didapatkan kadar pati sebesar 90,31%, dengan perbandingan kadar amilosa sebesar $21,07 \pm 0,16\%$ dan sisanya adalah kadar amilopektin. Sedangkan hasil ekstraksi pati garut dengan metode basah oleh (Faridah *et al.*, 2014), didapatkan kadar pati sebesar 98,1% dengan perbandingan kadar amilosa sebesar 24,64% dan kadar amilopektin sebesar 73,46%. Hakim *et al.* (2013) juga menyatakan bahwa, kandungan amilosa dalam pati garut berkisar 20-25% yang berfungsi membentuk sifat keras dan amilopektin 75-80% yang membentuk sifat lengket atau memiliki kemampuan melekat yang sangat baik. Perbedaan kadar pati garut dapat disebabkan oleh perbedaan umur panen umbi garut yang digunakan.

Tabel 1. Komposisi Kimia Pati Garut Alami Hasil Ekstrak Cara Basah

No.	Komposisi	Kadar (%)
1.	Air	11,48
2.	Abu	0,34
3.	Protein	0,24
4.	Lemak	0,68
5.	Karbohidrat (<i>by difference</i>)	98,74
6.	Pati	98,1
7.	Amilosa	24,64
8.	Amilopektin	73,81
9.	Pati Resisten	2,12
10.	Gula Pereduksi	4,96

Sumber : Faridah *et al.*, 2014

Pati terdiri dari butiran-butiran kecil yang disebut granula, yang tersusun dari lembaran lapisan-lapisan tipis yang merupakan susunan melingkar dari

molekul pati. Lapisan tipis di dalam granula merupakan susunan dari molekul pati yang berantai lurus dan bercabang. Menurut Mariati (2001), granula pati garut memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan granula pati ganyong (22-85 μm) yang rata-rata berukuran 53 μm dan kentang (10-70 μm) dengan ukuran rata-rata 36 μm . Ukuran pati garut yang tergolong kecil ini (9-40 μm) dengan ukuran rata-rata 23 μm menjadikan pati garut mudah larut dan mudah dicerna serta mudah untuk dimasak. Hasil analisis daya cerna pati garut (84,35%) cukup tinggi sehingga dapat digolongkan kedalam pati yang mudah dicerna (Faridah *et al.*, 2014). Granula pati garut memiliki bentuk oval atau elips. Dengan bentuk oval ini memungkinkan adanya rongga-rongga pada saat pati dipanaskan yang akan memerangkap udara sehingga menyebabkan produk olahan pati garut menjadi mengembang.

Pengembangan atau pembengkakan granula pati yang *irreversible* menyebabkan peningkatan viskositas larutan pati garut, karena pada proses pemanasan energi kinetik molekul-molekul air lebih kuat daripada daya tarik menarik molekul pati di dalam granula sehingga mengakibatkan air dapat masuk kedalam granula dan terjadi pembengkakan granula, perubahan tersebut dinamakan gelatinisasi. Faktor yang mempengaruhi gelatinisasi adalah kadar amilosa, semakin tinggi kadar amilosa maka larutan akan semakin kental dan menyebabkan kerapatan granula sehingga suhu untuk mencapai gelatinisasi semakin naik.

Faktor lain yang mempengaruhi gelatinisasi adalah ukuran granula pati. Semakin besar ukuran granula pati maka suhu gelatinisasi juga meningkat.

Granula pati lebih besar memiliki ketahanan tinggi terhadap perlakuan panas dan air dibandingkan granula pati kecil. Suhu awal gelatinisasi pada pati bergranula kecil lebih rendah daripada pati bergranula lebih besar. Selain karakteristik granula terdapatnya komponen protein, lemak, dan gula pada pati juga mempengaruhi suhu awal gelatinisasi. Lemak mampu berperan sebagai pengompleks amilosa dengan membentuk endapan yang tidak larut sehingga akan menghambat pengeluaran amilosa dari granula. Dengan demikian diperlukan energi yang lebih besar untuk melepaskan amilosa yang akhirnya berpengaruh pada suhu awal gelatinisasi yang menjadi lebih tinggi (Mariati, 2001).

Suhu awal gelatinisasi merupakan suhu pada saat pertama kali viskositas mulai naik. Suhu gelatinisasi diukur berdasarkan peningkatan viskositas pasta pati pada proses pemasakan menggunakan *bradender amilograf*. Menurut Mariati (2001), suhu awal gelatinisasi pati garut dari empat varietas adalah berkisar antara 72,75-75⁰C. Apabila dibandingkan dengan jenis pati lain suhu gelatinisasi pati garut relatif lebih tinggi daripada pati jagung, tapioka, gandum, beras, dan pati ketan. Tingginya suhu gelatinisasi pati garut ini dipengaruhi oleh kadar amilosa di dalam pati garut yang relatif tinggi yaitu berkisar antara 20-25%. Semakin tinggi kadar amilosa maka suhu gelatinisasi akan meningkat. Perbedaan suhu gelatinisasi juga dapat disebabkan oleh perbedaan varietas pati garut dan kondisi lingkungan dimana garut tumbuh.

Semakin lama larutan pati garut dipanaskan maka granula pati semakin membengkak sehingga mencapai viskositas puncak, yaitu merupakan titik

maksimum viskositas pasta. Pada suhu ini granula pati telah kehilangan sifat *birefringence*-nya dan granula sudah tidak memiliki sifat kristal lagi. Viskositas maksimum biasanya digunakan untuk indikator kemudahan pasta jika dimasak. Viskositas maksimum pada pati garut berkisar antara 82,5-87 °C, dengan viskositas sebesar 860-1380 *brabender unit* (Mariati, 2001). Semakin tinggi tingkat gelatinisasi maka pati menjadi semakin larut dan mempunyai viskositas yang tinggi.

Indrasari dan Zahara (2017) menyatakan, proses gelatinisasi akan terus terjadi sampai seluruh molekul amilosa terdifusi keluar granula dan hanya menyisakan amilopektin. Keadaan ini tidak bertahan lama karena dinding granula akan segera pecah sehingga terbentuk matriks tiga dimensi yang tersusun dari molekul amilosa dan amilopektin yang disebut gel koloidal. Fenomena ini digambarkan sebagai penggabungan atau pembentukan ikatan silang antar rantai polimer yang membentuk jaringan tiga dimensi yang kontinyu dan memerangkap cairan di dalamnya, sehingga terbentuk struktur yang kaku dan kokoh yang tidak mengalir pada tekanan tertentu (Mariati, 2001). Selama pendinginan, molekul pati (amilosa) yang terpisah akan membentuk gel lalu teretrogradasi secara bertahap hingga menjadi kumpulan semikristalin yang bentuknya berbeda dari pati awalnya. Peningkatan viskositas selama fase pendinginan juga menunjukkan kecenderungan retrogradasi dari pasta pati garut. Kandungan amilosa yang cukup tinggi memiliki kontribusi yang besar terhadap kecenderungan terjadinya retrogradasi pasta pati selama fase pendinginan, karena amilosa lebih mudah

terdifusi keluar granula dan mudah mengalami rekristalisasi atau memiliki kemampuan lebih mudah untuk berasosiasi dengan sesamanya dibandingkan amilopektin (Faridah *et al.*, 2014).

2. Penggunaan Pati Garut Sebagai *Edible Film*

Menurut Rodriguez *et al.* (2006), komponen utama penyusun *edible film* ada tiga kelompok yaitu hidrokoloid, lemak, atau komposit dari keduanya. Bahan hidrokoloid yang umumnya digunakan untuk pembentukan *edible film* yaitu polisakarida dan protein. Polisakarida sebagai bahan dasar *edible film* dapat dimanfaatkan untuk mengatur udara sekitarnya, memberikan ketebalan dan kekentalan pada larutan *edible film* (Fatnasari *et al.*, 2018).

Golongan polisakarida yang banyak digunakan sebagai bahan pembuatan *edible film* adalah pati dan turunannya, selulosa dan turunannya (metil selulosa, karboksil metil selulosa, hidroksi propil metil selulosa), pektin, ekstrak ganggang laut (alginat, karagenan, agar), gum (gum arab, gum karaya), xanthan, dan kitosan. Penggunaan bahan-bahan alami dalam pengemas *edible* berbahan baku polimer alami akan mengurangi limbah plastik yang berasal dari polimer sintetis sehingga mengurangi kerusakan lingkungan (Winarti, 2012).

Pati merupakan salah satu jenis polisakarida yang tersedia melimpah di alam, bersifat mudah terurai (*biodegradable*), mudah diperoleh, dan murah (Fatnasari *et al.*, 2018). Selain itu pati merupakan bahan baku yang potensial untuk pembuatan *edible film* dengan karakteristik fisik yang tidak berbau, tidak berasa, tidak berwarna, tidak beracun, dapat terurai secara biologis, semi-

permeabel terhadap karbon dioksida, penghambat oksigen yang baik, dan memiliki banyak karakteristik yaitu kekuatan tarik dan modulus elastis, mirip dengan sifat plastik (Thirathumthavorn dan Charoenrein, 2007).

Penggunaan pati sebagai bahan *edible film* telah banyak diteliti dan dikembangkan, Salah satu bahan baku yang belum banyak dimanfaatkan dalam pengembangan *edible film* adalah pati umbi garut. Dalam penelitian (Faridah *et al.*, 2014) didapatkan hasil ekstraksi umbi garut dengan kadar pati sebesar 98,1% menggunakan metode basah. Sehingga menjadikan umbi garut berpotensi sebagai bahan dasar dalam pembuatan *edible film* (Firdaus, 2016).

Fatnasari *et al.* (2018) menyatakan, penggunaan pati sebagai bahan dasar pembuatan *edible film* didasarkan pada komponen penyusun pati diantaranya amilosa dan amilopektin yang bersifat termoplastis. Menurut Thirathumthavorn dan Charoenrein (2007), kestabilan kemasan *edible* dipengaruhi oleh amilopektin, sedangkan amilosa berpengaruh terhadap kekompakannya. Amilosa dan amilopektin memiliki sifat yang berbeda dalam pembentukan gel dan kristal. Amilosa memberikan sifat keras sedangkan amilopektin menyebabkan sifat lengket. Kadar dari kedua komponen ini yang nantinya akan mempengaruhi sifat mekanik dari polimer alami yang terbentuk. Secara fisik kedua polimer tersebut membentuk ikatan silang inter dan intramolekul untuk membentuk jaringan makromolekul yang lebih besar pada pembuatan gel. Ikatan-ikatan silang yang terdapat pada jaringan makromolekul pati terutama dibentuk dari domain mikrokristal amilosa, yang

berkontribusi pada kekuatan dan daya peregangan yang tinggi pada film yang dihasilkan (Winarti, 2012).

Pati dengan kadar amilosa tinggi menghasilkan *edible film* yang lentur dan kuat. Karena struktur amilosa memungkinkan untuk bergabung atau membentuk ikatan hidrogen antar rantai polimer selama pemanasan pendinginan setelah tercapai gelatinisasi yang kemudian membentuk jaringan tiga dimensi yang kontinyu dan memerangkap cairan di dalamnya, sehingga terbentuklah struktur gel yang kuat, kaku dan kokoh yang tidak mengalir pada tekanan tertentu (Mariati, 2001). Selain itu sifatnya yang mudah membentuk gelatinisasi menjadikan pati garut mudah diaplikasikan dalam menghasilkan *film*, sehingga dengan karakteristik tersebut pati umbi garut dapat dimanfaatkan sebagai bahan *edible film* yang baik. (Afriyah, *et al.*, 2015).

Pati umbi garut memiliki kemampuan mengental dua kali lebih tinggi dibandingkan pati lain, dapat membuat produk transparan dan mudah dicerna sehingga baik untuk kesehatan saluran pencernaan. Kemampuan mengental pati umbi garut ini tidak akan hilang meskipun harus dipanaskan kembali (Hakim *et al.*, 2013). Pati umbi garut mempunyai warna yang putih dan teksturnya seperti tepung tapioka, yaitu padat dan dapat dicerna dengan baik oleh enzim amilase. Kandungan amilopektin yang tinggi (75–80%) pada pati garut menyebabkan garut bersifat lengket atau memiliki kemampuan merekat yang sangat baik, sedangkan kandungan amilosa sebesar 20–25% yang terdapat pada pati garut akan membentuk tekstur menjadi keras dan alot sehingga dapat menjadi bahan baku pembuatan *edible film* yang baik.

Edible film berbasis pati memiliki kelemahan resistensi terhadap air yang rendah dan sifat penghalang terhadap uap air rendah, hal ini karena pati memiliki sifat hidrofilik yang akhirnya dapat memengaruhi stabilitas dan sifat mekanisnya. Rendahnya stabilitas *film* dapat memperpendek umur simpan *edible film* sehingga menjadikan kurang optimal, karena uap air dan mikroba yang masuk melalui film akan merusak bahan pangan yang dikemas (Winariati, 2012). Selain itu *edible film* berbahan dasar pati memiliki fleksibilitas dan sifat mekanik yang kurang baik yakni mudah sobek dan rapuh, sehingga untuk meningkatkan efektivitas edible, perlu ditambahkan zat aditif yang terdiri dari dua golongan yakni golongan plasticizer dan emulsifier agar menghasilkan *edible film* yang kuat dan hidrofobik (Firdaus, 2016).

D. Gliserol sebagai Plasticizer

Edible film harus memiliki sifat elastis dan fleksibilitas yang baik, kuat, tidak mudah sobek atau rapuh, untuk mencegah kerusakan selama penanganan dan penyimpanan. Sehingga *edible film* perlu ditambahkan bahan fungsional untuk meningkatkan efektifitasnya. Secara umum, bahan yang dapat ditambahkan pada *edible film* terdiri atas dua golongan, yaitu bahan untuk meningkatkan fungsi *edible film* seperti plasticizer dan emulsifier, dan bahan untuk meningkatkan kualitas, stabilitas, dan keamanan seperti bahan antimikroba, antioksidan, nutrasetikal, flavor, dan pewarna (Winarti, 2012).

Pada *edible film* berbahan dasar hidrokoloid sering dijumpai kualitas film yang mudah rapuh dan memiliki permabilitas uap air yang rendah hal ini karena sifat hidrofilik pada bahan polisakarida, sehingga diperlukan penambahan zat aditif yang

bersifat sebagai plasticizer (pemlastis) untuk meningkatkan sifat plastis pada saat *film* ditarik (Pavlath dan Orts, 2009; Mulyadi dan Maimunah, 2016). Penambahan zat plasticizer ke dalam *edible film* diperlukan untuk mengatasi kerapuhan *film*, yang disebabkan oleh kekuatan antar molekul yang tinggi (Bourtoom, 2008). Syarat plasticizer yang digunakan sebagai zat pemlastis adalah stabil (*inert*), yaitu tidak terdegradasi oleh panas dan cahaya, tidak merubah warna polimer dan tidak menyebabkan korosi (Lismawati, 2017).

Plasticizer didefinisikan sebagai bahan organik dengan berat molekul rendah, bertitik didih tinggi, yang saat ditambahkan pada material lain mengubah sifat fisik dari material tersebut dengan cara memperlemah kekakuan dari polimer, meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas polimer sehingga film akan lentur ketika dibengkokkan (Murni *et al.*, 2013; Rodriguez *et al.*, 2006). Selain itu Plasticizer merupakan bahan yang tidak mudah menguap, dapat merubah struktur dimensi objek, menurunkan gaya ikatan rantai intermolekuler disepanjang rantai polimernya dan mengisi ruang-ruang yang kosong pada produk (Murni *et al.*, 2013).

Menurut Afifah *et al.* (2018), kemampuan plasticizer untuk mengurangi interaksi polimer tergantung pada konsentrasi, tipe polimer dan jenis plasticizer (ukuran molekul, konfigurasi molekul, jumlah gugus hidroksil bebas dan kompatibilitas plasticizer dengan polimer). Pada Umumnya jumlah plasticizer yang ditambahkan ke dalam *edible film* hidrokoloid bervariasi antara 10% dan 60% dari berat hidrokoloid (Murni *et al.*, 2013). Kenaikan konsentrasi plasticizer menghasilkan kenaikan kadar air, ketebalan, elongasi dan kecepatan transmisi uap

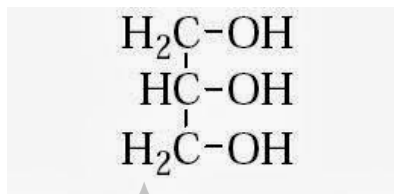
air namun menurunkan kuat tariknya. Oleh karena itu, untuk setiap polimer, jenis dan konsentrasi optimum plasticizer harus ditentukan agar tercapai keberhasilan penggunaannya dalam berbagai kondisi. (Afifah *et al.*, 2018).

Jenis plasticizer yang paling umum digunakan sebagai bahan tambahan pada *edible film* antara lain gliserol, sorbitol, poliol (propilen glikol), polietilen glikol, oligosakarida, asam stearat dan carboxy metil selulose (CMC). Gliserol merupakan plasticizer yang hidrofilik (mudah terlarut dalam air), sehingga lebih menguntungkan karena mudah tercampur dalam larutan film hidrokoloid seperti pati, pektin, gel, dan protein (Lismawati, 2017).

Gliserol merupakan senyawa golongan alkohol trivalen. Nama lain gliserol adalah gliserin atau 1,2,3-propanetriol dengan rumus kimia $\text{CH}_2\text{OHCHOHCH}_2\text{OH}$ (Lismawati, 2017; Murni *et al.*, 2013). Sifat fisik gliserol tidak berwarna atau jernih, tidak berbau, memiliki rasa manis, berbentuk cairan kental, meleleh pada suhu $17,8^\circ\text{C}$, mendidih pada suhu 290°C dan larut dalam air dan etanol. Gliserol bersifat higroskopis, dapat menyerap air dari udara (Lismawati, 2017). Gliserol merupakan bahan yang murah, sumbernya mudah diperoleh, dapat diperbaharui dan juga ramah lingkungan karena mudah terdegradasi oleh alam.

Gliserol terdapat dalam bentuk campuran lemak hewan atau minyak tumbuhan. Gliserol jarang ditemukan dalam bentuk lemak bebas. Tetapi biasanya terdapat sebagai trigliserida yang tercampur dengan bermacam-macam asam lemak, misalnya asam stearat, asam palmitat, asam laurat serta sebagian lemak. Beberapa minyak dari kelapa, kelapa sawit, kapok, lobak dan zaitun menghasilkan gliserol dalam jumlah yang lebih besar dari pada beberapa lemak hewan *tallow*

(lemak sapi) maupun *lard* (lemak babi). Gliserol juga terdapat secara ilmiah sebagai trigliserida pada semua jenis hewan dan tumbuhan dalam bentuk lipida sebagai lecitin dan chepalins (Lismawati, 2017). Struktur gliserol dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Struktur Gliserol

Sumber : Ningsih, 2015

Peran gliserol sebagai plasticizer yakni dapat meningkatkan fleksibilitas film, menjadikan permukaan film lebih halus, selain itu gliserol dapat meningkatkan kemampuan permeabilitas *edible film* terhadap gas, uap air, dan zat terlarut (Murni *et al.*, 2013; Fatnasari *et al.*, 2018). Gliserol juga mampu meningkatkan viskositas larutan, mengikat air dan menurunkan A_w bahan. Gliserol yang diijinkan untuk ditambahkan ke dalam bahan makanan adalah dengan konsentrasi maksimal 10 mg/m³ berdasarkan data *Material Safety Data Sheet* (MSDS). Penambahan gliserol yang berlebihan akan menyebabkan rasa manis-pahit pada bahan (Murni, *et al.*, 2013). Penambahan gliserol 1,5% pada pati garut butirrat memberikan *edible film* lebih baik dibandingkan dengan penambahan sorbitol dan sirup glukosa. Pada penelitian (Yulianti dan erliana, 2012), pati garut yang ditambah sorbitol atau gliserol menghasilkan *edible film* dengan kekuatan peregangan dan pemanjangan yang paling tinggi (masing-masing 1,7 N dan 2,6% serta 1,5 N dan 2,6%) serta memiliki sifat fisik yang paling baik.

Gliserol efektif sebagai plasticizer karena mampu mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intermolekul sehingga melunakkan struktur film, meningkatkan mobilitas rantai biopolimer, dan memperbaiki sifat mekanik film. Gliserol bersifat humektan dan aksi plasticizing gliserol berasal dari kemampuannya dalam menahan air pada *edible film*. Penambahan plasticizer gliserol berpengaruh terhadap kehalusan permukaan film. Hal ini karena selain sebagai plasticizer, gliserol juga membantu kelarutan pati sehingga terbentuk ikatan hidrogen antara gugus OH pati dan gugus OH dari gliserol, yang meningkatkan sifat mekanik (Winarti, 2012).

Penambahan gliserol diharapkan mampu memperbaiki sifat mekanik film yang dihasilkan. Penambahan gliserol bertujuan meningkatkan kelenturan dan kemuluran *edible film* dan diharapkan akan membentuk interaksi antara gugus hidroksi dengan molekul pati (Firdaus, 2016). Bahan tambahan lain yang dapat ditambahkan untuk memperbaiki karakteristik *edible film* adalah antioksidan, antipencoklatan, atau bahan pengawet seperti natrium benzoat atau bahan aktif nutrasetika, flavor, dan pewarna. Polimer yang dapat dikombinasikan dengan pati selain kitosan adalah pektin, alginat, gelatin atau senyawa protein seperti isolat protein kedelai, natrium kaseinat, dan isolat protein whey (Winarti, 2012).

E. Gelatin

Suryati *et al.* (2006) dalam Ali *et al.* (2017) menyatakan, gelatin merupakan suatu jenis protein yang diperoleh dari hidrolisis jaringan kolagen hewan yang ada pada kulit, membran, tulang, dan bagian tubuh berkolagen lainnya yang biasa disebut juga dengan denaturasi protein kolagen. Denaturasi suatu protein adalah

porses hilangnya sifat-sifat struktur lebih tinggi karena ikatan hidrogen dan gaya-gaya sekunder lain yang menyusun molekul tersebut rusak dan rantai-rantai menjadi terpisah. Faktor yang menyebabkan denaturasi suatu protein adalah perubahan temperatur, perubahan pH, detergen, radiasi, zat pengoksidasi atau pereduksi (yang dapat mengubah hubungan ikatan disulfida S-S), dan perubahan tipe pelarut (Fatimatussholichah, 2017).

Gelatin pertama kali ditemukan pada tahun 1682. Berat molekul gelatin berkisar antara 20.000-70.000 g/mol. Gelatin memiliki sifat hidrofilik dan dapat mengembang serta menyerap air sebanyak 5–10 kali berat asalnya. Gelatin bersifat padat, berwarna agak kekuningan sampai jernih dan tidak berbau dan pada suhu sekitar 40°C gelatin akan mencair. Gelatin dapat larut dalam air, asam asetat dan pelarut alkohol seperti gliserol, propilen glikol, sorbitol dan manitol. Tetapi gelatin tidak larut dalam aseton, karbon tetraklorida, benzene, dan pelarut organik lainnya (Fatimatussholichah, 2017).

Gelatin larut dalam air panas dan apabila didinginkan dapat membentuk gel. Parameter kekuatan gel merupakan hal yang sangat penting dalam penentuan mutu gelatin. Semakin tinggi nilai kekerasan suatu gel pada gelatin, berarti semakin kaku dan kuat ikatan yang terjadi antara molekul-molekul yang membentuk jaringan tersebut. Gelatin juga memiliki sifat yang khas yaitu dapat berubah secara *reversible* dari bentuk sol ke bentuk gel atau sebaliknya, mengembang dalam air dingin, dapat membentuk film dan lain-lain (Julianto *et al.*, 2017; Windyasmara *et al.*, 2019). Karena sifat fungsionalnya tersebut pemanfaatan gelatin semakin berkembang diberbagai keperluan baik dibidang farmasi, pangan, dan non pangan.

Dalam produk pangan gelatin dimanfaatkan sebagai zat pengental, penggumpal, pengemulsi, penstabil, pembentuk busa, pengikat air, dan pemer kaya gizi (Adiningsih dan Tatik, 2015).

Gelatin mempunyai sifat hidrokoloid, dapat membentuk lapisan tipis (*film*) yang elastis, transparan, dan kuat, serta mempunyai sifat daya cerna yang tinggi. Berdasarkan sifat tersebut gelatin mempunyai potensi sebagai bahan baku pembuatan *edible film*. *Edible film* dari gelatin mempunyai sifat penahan gas yang mampu menghambat perpindahan oksigen dan karbondioksida, tetapi bukan sebagai penahan laju air yang baik karena sifatnya yang hidrofilik. Larutan gelatin membentuk senyawa heliks (triplex) dan bersifat amfoter, namun dalam bentuk film, gelatin bersifat rapuh, kuat dan tidak tembus terhadap oksigen (Gela, 2016; Fera dan Nurkholik, 2017).

F. Karakteristik *Edible Film* :

1. Kadar Air

Kadar air merupakan sejumlah air yang terdapat di dalam bahan pangan yang terikat secara fisik maupun kimia dan merupakan komponen penting dalam produk. Kadar air adalah salah satu sifat fisik dari bahan yang menunjukkan banyaknya air yang terkandung di dalam bahan. Kadar air biasanya dinyatakan dengan persentase berat air terhadap bahan basah atau dalam gram air untuk setiap 100 gram bahan yang disebut dengan kadar air basis basah (bb). Berat bahan kering atau padatan adalah berat bahan setelah mengalami pemanasan beberapa waktu tertentu sehingga beratnya tetap (konstan) atau disebut dengan basis kering (bk). Kadar air berat basah

mempunyai batas maksimum teoritis sebesar 100 persen, sedangkan kadar air berdasarkan berat kering dapat lebih dari 100 persen. Kadar air dalam bahan makanan ikut menentukan daya terima, kesegaran, dan daya tahan bahan itu terhadap kerusakan (Ali *et al.*, 2017).

Salah satu cara untuk mengetahui kadar air dalam suatu bahan adalah dengan menghitung jumlah persen perbedaan antara berat bahan sebelum dan sesudah dilakukan pemanasan. Setiap bahan bila diletakan dalam udara terbuka kadar airnya akan mencapai keseimbangan dengan kelembaban udara di sekitarnya. Kadar air bahan ini disebut dengan kadar air seimbang. Penentuan kadar air dalam bahan dapat ditentukan dengan berbagai cara, salah satunya dengan metode pengeringan (*Thermogravimetri*). Pada metode “Penetapan air dengan metode oven“, yaitu suatu metode yang umumnya digunakan untuk seluruh produk makanan, kecuali produk yang mengandung komponen-komponen mudah menguap atau produk tersebut mengalami dekomposisi pada pemanasan 100°C–105°C sampai diperoleh berat yang tetap (Winarno, 2008 dalam Ali *et al.*, 2017).

Kadar air dihitung sebagai persen berat, artinya berapa gram selisih berat dari sampel yang belum dikeringkan dengan sampel yang telah dikeringkan. Jadi kadar air dapat diperoleh dengan menghitung kehilangan berat sampel yang dikeringkan. Pengujian kadar air pada *edible film* digunakan untuk mengetahui kandungan air dalam film yang dihasilkan. Kadar air sangat mempengaruhi kualitas ketika disimpan maupun diaplikasikan sebagai pengemas suatu produk.

2. Ketebalan

Ketebalan merupakan sifat fisik *edible film* yang besarnya dipengaruhi oleh konsentrasi hidrokoloid pembentuk *edible film* dan ukuran cetakan plat kaca. Konsentrasi padatan berbanding lurus dengan ketebalan film dimana semakin tinggi konsentrasi padatan terlarut maka semakin tinggi ketebalan film yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena jumlah polimer penyusun film yang mengakibatkan peningkatan ketebalan film.

Ketebalan *edible film* merupakan parameter penting karena secara langsung mempengaruhi sifat *edible film* baik itu transmisi uap air, elongasi dan *tensile strength* serta berpengaruh pada umur simpan makanan yang dilapisi. Semakin tebal *edible film* yang dihasilkan semakin tinggi kemampuannya untuk menghambat laju gas dan uap air. Sebagai kemasan, semakin tebal *edible film*, maka kemampuan penahannya akan semakin besar atau semakin sulit dilewati uap air, sehingga umur simpan produk akan semakin panjang. Namun, bila terlalu tebal akan berpengaruh terhadap kenampakan dan rasa/tekstur produk saat dimakan (Skurtys *et al.*, 2011; Afriyah *et al.*, 2015).

3. Kekuatan Peregangan (*Tensile Strength*)

Kuat tarik merupakan ketahanan maksimum yang dapat diterima *film* sebelum putus ketika ditarik. Pengukuran *tensile strength* untuk mengetahui besarnya gaya yang dicapai untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap satuan luas area film untuk merenggang atau memanjang (Purwanti, 2010). Kekuatan tarik yang tinggi pada *edible film* menjadikan perlindungan yang baik

bagi produk yang dikemasnya dari gangguan mekanis. Kandungan padatan dalam *edible film* hidrokoloid mempengaruhi kekuatan tarik (Gela, 2016). Semakin banyak padatan yang terlarut menjadikan ikatan pembentuk film makin kuat sehingga berpengaruh pada gaya yang diberikan untuk memutus *edible film*. Namun, dengan penambahan plasticizer dapat menurunkan kekakuan dan gaya tarik pada film.

4. Perpanjangan (Elongasi)

Perpanjangan *edible film* atau elongasi merupakan kemampuan perpanjangan bahan saat diberikan gaya tarik hingga putus. Perpanjangan atau regangan didefinisikan sebagai rasio antara perubahan pemanjangan dengan panjang awal dari bahan yang mengalami perubahan bentuk. Nilai perpanjangan atau elongasi merupakan kemampuan film untuk memanjang. Besarnya nilai persen perpanjangan berbanding terbalik dengan kuat tarik. Apabila nilai persen pemanjangan besar, maka nilai kuat tarik kecil. nilai perpanjangan yang lebih dari 50% dikatakan baik namun apabila nilainya kurang dari 10% maka *edible film* tersebut tidak baik (Gela, 2016). Semakin besar nilai perpanjangan semakin baik *edible film* yang dihasilkan karena lebih elastis dan tidak mudah sobek. Seperti halnya pengaruhnya pada sifat kuat tarik *edible film*, dengan adanya penambahan plasticizer di dalam rantai ikatan polimer film akan menyebabkan ikatan antar polimer menjadi berkurang dan membuat film menjadi lebih fleksibel (Purwanti, 2010).

5. Laju Transmisi Uap Air

Salah satu sifat penting kemasan produk pangan adalah kemampuannya untuk menahan atau meminimalkan transfer air atau permeabilitas uap air antara makanan dan lingkungan sekitarnya. Permeabilitas uap air adalah kemampuan *edible film* untuk menyerap laju uap air yang menembusnya atau dapat diartikan laju transmisi uap air (*Water Vapor Transmission Rate/WVTR*) adalah jumlah molekul uap air yang melalui suatu permukaan *edible film* persatuan luas atau slope jumlah uap air dibagi luas area. Permeabilitas film dapat digunakan untuk menentukan umur simpan produk pangan, jika permeabilitas uap air dapat ditahan maka umur simpan produk akan semakin lama. Oleh karena itu, WVTR bahan kemasan harus dibuat serendah mungkin (Firdaus, 2016; afifah *et al.*, 2018).

Perpindahan uap air biasanya terjadi pada bagian film yang hidrofilik. Keseimbangan antara komponen hidrofilik dan hidrofobik dalam sistem matrik film sangat berpengaruh pada homogenitas suspensi film dan karakteristik *edible film* yang dihasilkan. Perbandingan bagian yang hidrofilik dan hidrofobik komponen film akan mempengaruhi nilai laju transmisi uap air film. Semakin besar hidrofobisitas film, maka nilai laju transmisi uap air film tersebut akan semakin menurun. Sebaliknya semakin besar hidrofilisitas film, maka nilai laju transmisi uap air film tersebut akan semakin naik. Hal ini diakibatkan Bagian hidrofobik cenderung berikatan dengan senyawa nonpolar dan bagian hidrofilik berikatan dengan senyawa polar (Santoso *et al.*, 2012).

6. Warna

Warna pada *edible film* dapat mempengaruhi kenampakan atau penampilan produk yang dikemas. Semakin cerah atau transparan warna *edible film* maka semakin bagus kenampakan produk yang dikemas (Afifah *et al.*, 2018). Perbedaan transparansi *edible film* berkaitan dengan mobilitas rantai polimer dan jarak antarmolekul dalam matriks penyusun film yang akhirnya mempengaruhi permeabilitas cahaya yang melewati film (Afifah *et al.*, 2018). Warna transparan atau kilap dari *edible film* di pengaruhi oleh lapisan mikro, khususnya oleh jenis dan konsentrasi surfaktan, distribusi dan ukuran dari partikel yang terdispersi, kelembaban relatif, waktu penyimpanan, dan kekasaran permukaan. Warna atau transparansi *edible film* diukur melalui spektra reflektansi permukaan dalam spektrokolorimeter (Skurtys *et al.*, 2011). Metode yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat kejernihan film adalah menggunakan nilai ΔE , sebagaimana tercantum pada paten nomor US20090011160 tentang *Polymeric Packaging Film* (Akili *et al.*, 2012).

USM