

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### A. *Edible Film*

*Edible film* didefinisikan sebagai lapisan tipis untuk pengemas primer pada suatu makanan yang terdiri dari komponen yang dapat dimakan. *Edible film* memiliki fungsi sebagai penghambat oksigen, uap air, dan zat terlarut bagi makanan tanpa mengubah wujud bahan aslinya. Tujuan utama pembentukan *edible film* selain sebagai kemasan makanan konvensional dapat juga dikonsumsi dengan produk yang dikemas (Hassan *et al.*, 2018).

Keuntungan *edible film* antara lain dapat dikonsumsi bersama produk yang dikemas, tidak mencemari lingkungan, memperbaiki sifat organoleptik produk yang dikemas, sebagai zat antimikroba dan antioksidan (Wiwit, 2005). Sumber karbohidrat yang dapat digunakan untuk bahan *edible film* adalah pati, alginat dan selulosa. Fungsinya untuk menahan laju transmisi uap air karena semakin banyak matriks yang terkandung didalamnya menyebabkan *film* semakin tebal dan menurunkan laju transmisi uap air (Park *dkk.*, 2002). *Edible film* yang baik yaitu *edible* yang memiliki laju transmisi uap air rendah, karena besarkan fungsinya *edible film* sebagai penghambat perpindahan uap air, menghambat pertukaran gas, mencegah kehilangan aroma, mencegah perpindahan lemak dan dapat meningkatkan fisik (Rahayu, 2016).

Standart *edible film* yang digunakan menurut Japanese Industrial Standart (1975) dalam Rusli *dkk.* (2017) pada tabel 1, dibawah ini

**Tabel 1.** Standar *Edible film* menurut *Japanese Industrial Standart*

No.	Sifat	Nilai
1.	Ketebalan	Maks 0,25 mm
2.	Kuat Tarik	Min 3,92 Mpa (40 kgf/cm <sup>2</sup> )
3.	Elongation (%)	Jelek < 10% Bagus > 50%
4.	Laju Transmisi Uap Air	Maks 10 g/m <sup>2</sup> h

Sumber : Rusli, *dkk.* (2017)

### B. Pembuatan *Edible Film*

Pembentukan *edible film* memerlukan sedikitnya satu komponen yang dapat membentuk sebuah matriks dengan kontinuitas dan kohesi yang cukup derajat atau tingkat kohesi akan menghasilkan sifat mekanik dan barrier *film* (Hassan *et al.*, 2018). Jenis bahan pembentuk dan sifat kohesi *structural* menentukan

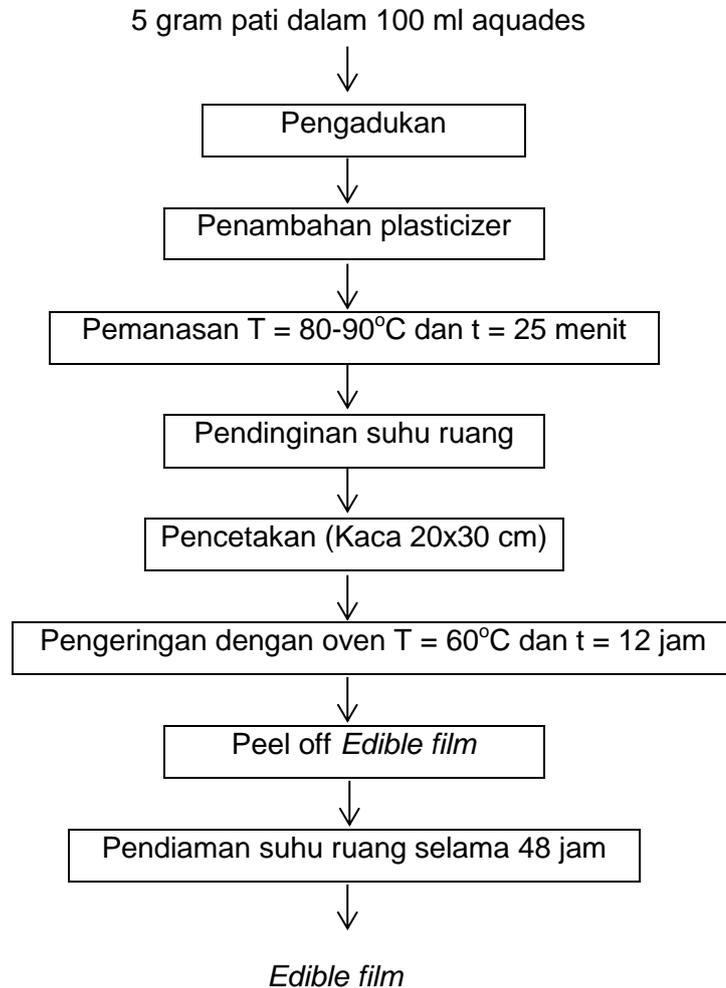
kekuatan mekanik *edible film*. Kohesi *structural* yaitu kemampuan polimer dalam membentuk kuat tidaknya ikatan molekul rantai polimer (Rahayu, 2016).

Pembuatan *edible film* salah satunya dapat dilakukan dengan metode solvent casting (SC). Teknik solvent casting merupakan metode yang umum digunakan untuk membuat *film*. Solvent casting membutuhkan jumlah pelarut banyak serta menggunakan prinsip gelatinisasi (Lindriati dkk.,2014). Salah satu bahan *edible film* berasal dari golongan hidrokoloid seperti polisakarida salah satunya yaitu pati.

Prinsip pembentukan *edible film*, melalui tahap-tahap sebagai berikut:

- a. Pensuspensian bahan ke dalam pelarut.  
Pembentukan larutan film dimulai dengan mensuspensikan bahan ke dalam pelarut, pelarut disini menggunakan air yang dipanaskan.
- b. Penambahan pati.  
Penambahan pati terjadi pembentukan heliks (yang disebabkan oleh pendinginan), agregasi atau gelasi, dan terreorganisasi agregat, dimana dua langkah terakhir terjadi selama dehidrasi dan tingkat krisralinitas *film* pati.
- c. Pengaturan suhu.  
Pengaturan suhu mempunyai tujuan untuk mencapai suhu gelatinisasi pati, sehingga pati dapat tergelatinisasi sempurna dan diperoleh *film* yang homogen serta utuh. Gelatinisasi merupakan peristiwa pembentukan gel yang dimulai dengan hidrasi pati, yaitu penyerapan molekul-molekul air oleh molekul-molekul pati. Apabila tanpa adanya pemanasan, kemungkinan terjalin interaksi intermolekuler sangat kecil, sehingga pada saat dikeringkan *film* menjadi retak. Gelatinisasi dapat terjadi apabila air melarutkan pati yang dipanaskan sampai suhu gelatinisasinya.
- d. Penambahan *Plasticizer*.  
*Plasticizer* merupakan substansi non volatil yang ditambahkan ke dalam suatu bahan untuk memperbaiki sifat fisik dan atau sifat mekanik bahan tersebut (Wahyu *et.al.*, 2013). *Plasticizer* yang digunakan pada penelitian ini yaitu gliserol.

Proses pembuatan *edible film* berbahan dasar pati dapat dilihat pada gambar 1 , dibawah ini.



**Gambar 1.** Diagram alir proses pembuatan *Edible film* (Dian, dkk. 2020)

### C. Faktor-faktor yang mempengaruhi pembuatan *Edible Film*

Dalam pembuatan edible film, faktor-faktor yang perlu diperhatikan yaitu suhu, konsentrasi polimer dan plasticizer

#### a. Suhu

Perlakuan suhu diperlukan untuk membuat pati menjadi tergelatinisasi. Kisaran suhu gelatinisasi pati yaitu 64,5-70°C. Tanpa perlakuan panas kemungkinan terjadinya interaksi molekuler sangat kecil. Hal ini akan menyebabkan film yang dikeringkan akan menjadi retak dan beruah menjadi potongan kecil. (Khotimah, 2006)

b. Konsentrasi Polimer

Konsentrasi polimer sangat berpengaruh terutama pada sifat fisik *edible film* yang dihasilkan dan dapat menentukan sifat pasta yang dihasilkan. Semakin besar konsentrasi pati maka jumlah polimer penyusun matriks film semakin banyak sehingga dihasilkan film yang tebal (Khotimah, 2006)

c. Plasticizer

Plasticizer merupakan bahan non voltil yang ditambahkan pada formula film. Plasticizer mempunyai titik didih tinggi dan penambahan plasticizer dalam film akan berpengaruh terhadap sifat mekanik dan fisik film yang terbentuk karena akan mengurangi sifat intermolekuler dan menurunkan ikatan hidrogen internal. *Plasticizer* polyol yang sering digunakan yakni gliserol dan sorbitol. Secara teroris *plasticizer* dapat menurunkan gaya internal diantara rantai polimer, sehingga akan menurunkan tingkat kegetasan dan meningkatkan permeabilitas terhadap uap air (Khotimah, 2006)

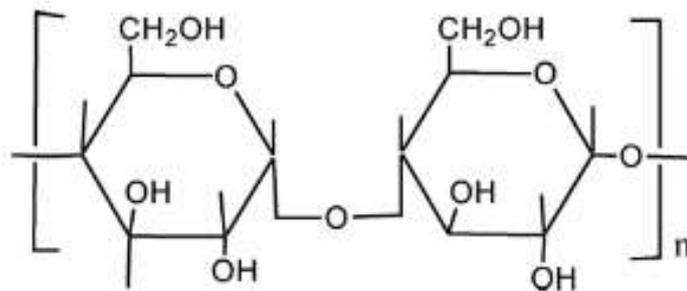
#### D. Bahan Baku *Edible Film*

##### A. Pati

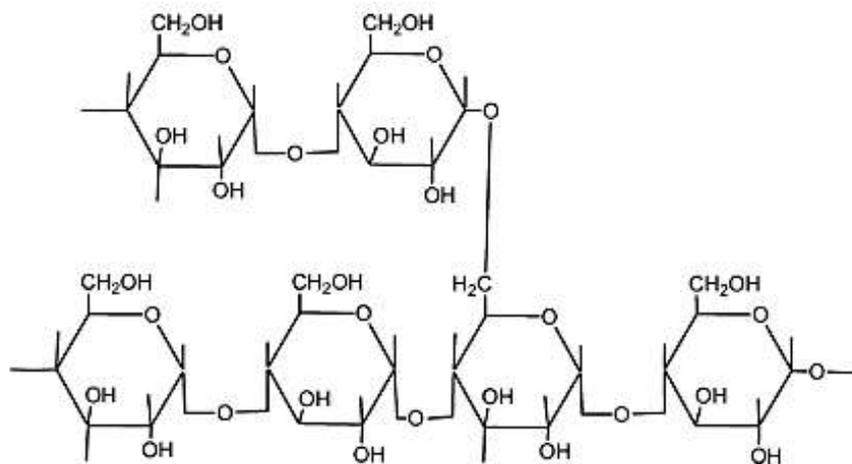
Pati merupakan salah satu komponen ingredient bahan pangan dengan aplikasi industri yang luas. Pati tersusun atas polisakarida dari molekul  $\alpha$ -D-glukosa. Molekulnya terdiri atas fraksi amilosa linear dan amilopektin yang bercabang (Bennica *et al.*, 2008). Pati didefinisikan sebagai karbohidrat reaktif dengan gugus fungsional yang cukup tinggi dan dapat dimodifikasi baik secara kimia, fisika dan enzimatik untuk kebutuhan tertentu. Pati terdiri dari dua jenis meolekul polisakarida yang merupakan polimer glukosa dengan ikatan  $\alpha$ -glikosidik. Kedua jenis polimer tersebut merupakan amilosa dan amilopektin yang sama terdistribusi dalam granula pati dan dapat bergabung dengan ikatan hydrogen (Murni, dkk. 2013).

Amilosa tersusun dari molekul glukosa yang dihubungkan satu dengan yang lain menggunakan ikatan  $\alpha$ -1,4-glikosida membentuk homopolimer yang linier (Gambar 2.2). Pada (Gambar 2.3) ikatan ini menghubungkan antra C1 pada glukosa yang satu dngan C4 pada glukosa yang lain dalam struktur piranosa. Molekul amilosa terdiri dari 200 sampai 20.000 unit glukosa yang membentuk heliks. Molekul amelopektin disamping ikatan  $\alpha$ -1,4-glikosida

yang membentuk homopolimer linier, juga terdapat ikatan  $\alpha$ -1,6-glikosida yang membentuk struktur percabangan. Amilopektin terdiri atas lebih dari 2 juta unit glukosa dan setiap 20-30 unit glukosa membentuk struktur percabangan (Andarwulan, dkk. 2011)



**Gambar 2.** Struktur rantai amilosa dengan ikatan 1,4-  $\alpha$ -D-Glukosidic (Hasan *et al.*, 2018)



**Gambar 3.** Struktur rantai amilopektin yang dibentuk melalui perancangan amilosa 1,4- $\alpha$ -D-glukosidic dan dihubungkan ikatan 1,6- $\alpha$ -D-glukosidic (Hasan *et al.*, 2018)

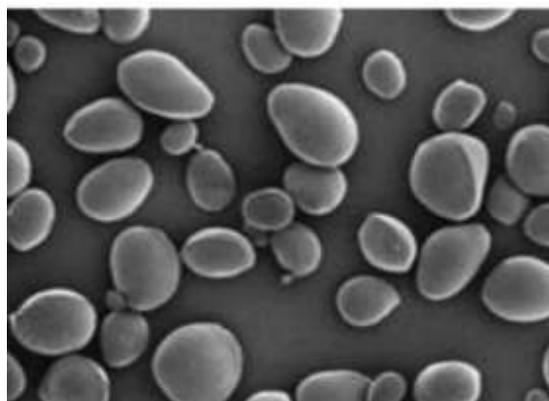
Perbedaan rasio amilosa dan amilopektin berpengaruh terhadap sifat fisik dan kimia pada pati. Pati memiliki kandungan amilosa yang tinggi mampu menyerap air dan dapat mengembang lebih besar dibandingkan dengan kandungan amilopektin, namun pati yang mengandung amilosa tinggi bersifat kurang rekat dan kering. Sedangkan pati yang mengandung amilopektin tinggi bersifat rekat dan patah (Damayanti, 2018).

Pati merupakan jenis polisakarida yang bersifat mudah terurai (*biodegradable*), murah dan mudah diperoleh. Sifat pati untuk bahan *edible*

*film* telah sesuai karena dapat membentuk *film* yang kuat. Namun *edible film* memiliki kelemahan yang berbasis pati yaitu sebagai sifat penghalang uap air dan resistensinya terhadap air rendah karena sifat hidrofilik pati dapat mempengaruhi stabilitas dan sifat mekanisnya (Garcia, dkk. 2011). Pati dapat diperoleh dari berbagai jenis tumbuhan dan biji-bijian yang mengandung karbohidrat, amilosa dan amilopektin. Beberapa jenis tumbuhan yang dapat dijadikan pati adalah ubi, jagung, dan sagu. Salah satunya yaitu umbi garut.

### 1. Pati Garut

Umbi garut memiliki kandungan gizi tinggi, memiliki bertekstur sangat halus dan mudah dicerna sehingga pati garut banyak dipakai dalam industri makanan (Suhartini, dkk. 2011). Kadar pati sebesar 98,1% dengan perbandingan kadar amilosa sebesar 24,64% dan kadar amilopektin sebesar 73,46%. 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. Granula pati garut memiliki bentuk oval atau elips. Ukuran granula pati garut yang tergolong kecil ini (9-40  $\mu\text{m}$ ) dengan ukuran rata-rata 23  $\mu\text{m}$  menjadikan pati garut mudah larut dan mudah dicerna serta mudah untuk dimasak (Abun, 2018).



**Gambar 4.** Granula Pati Umbi Garut  
(Didah, 2014)

**Tabel 2.** Komposisi Kimia Pati Garut

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	73,46
9.	Pati Resisten	2,12
10.	Gula Pereduksi	4,96

Sumber : Faridah *et al.*, 2014

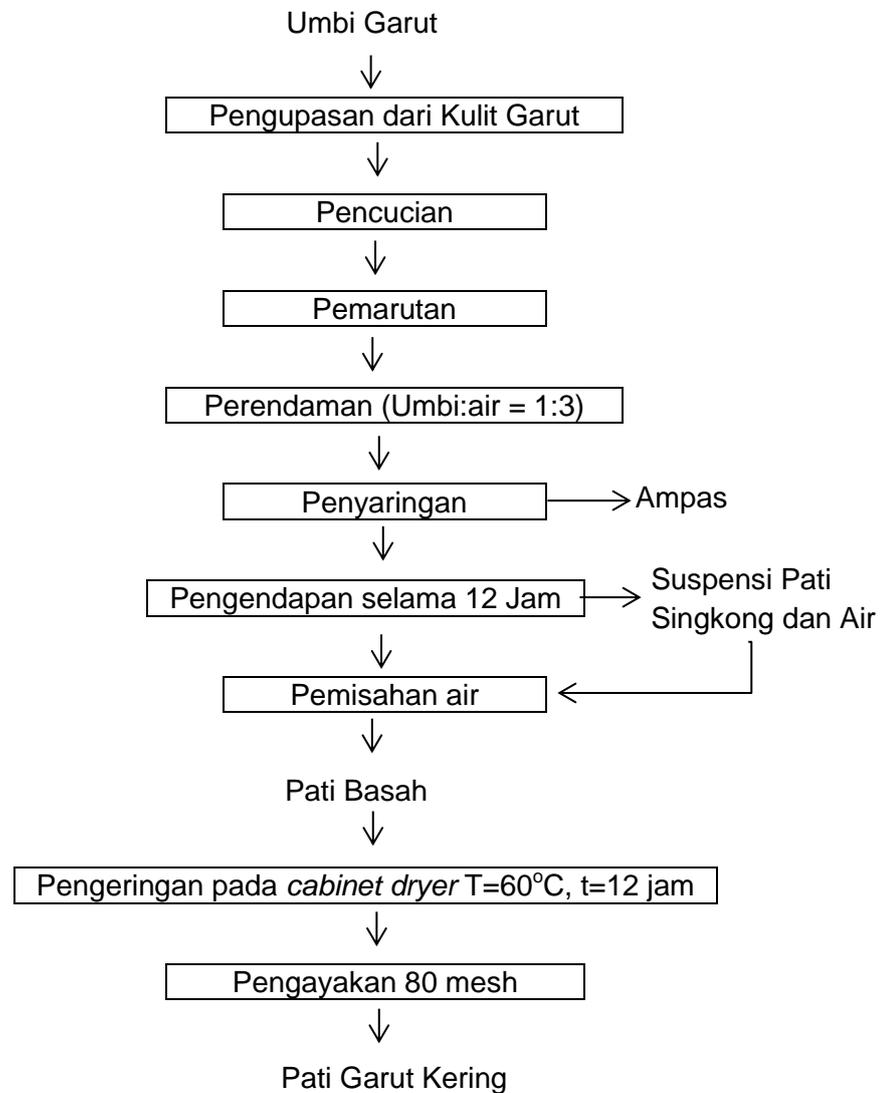
Semua pati yang terdapat secara alami tersusun dari dua macam molekul polisakarida (amilosa dan amilopektin). Amilosa merupakan polimer berantai lurus,  $\alpha$  1-4 glukosidik, sedangkan amilopektin mempunyai cabang dengan ikatan  $\alpha$  1-6 glukosidik. Prinsip pembentukan *edible film* adalah interaksi rantai polimer menghasilkan polimer yang lebih besar dan stabil (Anugrahati, 2001).

*Film* dari pati memiliki kelarutan yang baik maka cocok digunakan pada produk yang memerlukan pemanasan sebelum dikonsumsi. Produk *film* yang dibuat dari pati umumnya memiliki sifat isotropik, tidak berbau, tidak berasa, tidak berwarna, tidak bersifat toksik, dan dapat diabsorpsi secara biologis. (Wahyudi, 2009). Namun kelemahannya polisakarida pada pati garut bersifat hidrofilik (mudah mengikat air) sehingga menghasilkan *film* yang dihasilkan rapuh, permeabilitas uap air tinggi, dan kurang fleksibel (Waryoko, dkk. 2014).

## 2. Ekstraksi Pati Garut

Pati merupakan serbuk amorf yang lunak berwarna putih dan tanpa memiliki rasa manis, tidak larut dalam air, alkohol dan eter (Jain *et al.*, 2014). Ekstraksi pati merupakan proses untuk mendapatkan pati dari suatu tanaman dengan cara memisahkan pati dari komponen lainnya yang terdapat pada tanaman tersebut (Cave *et al.*, 2013). Ekstraksi pati garut cara basah terdiri atas tahapan pembersihan, pengupasan, pencucian, perendaman, dan penghancuran umbi garut, yang dilanjutkan dengan tahap proses pemisahan pati melalui penyaringan, peng-ayakan dan pengendapan, serta pencucian. Pati garut basah yang diperoleh kemudian dikeringkan, digiling, dan diayak

(Didah *et al.*, 2014). Diagram proses ekstraksi pati pada umbi garut dapat dilihat pada gambar 5, dibawah in



**Gambar 5.** Diagram alir proses ekstraksi Pati Garut (Mariati, 2001)

## B. Kunyit Putih

Tanaman kunyit putih (*Curcuma mangga* Val.) merupakan tanaman semak berumur tahunan. Kunyit putih (*Curcuma mangga* Val.) memiliki rimpang berbentuk bulat, renyah dan mudah dipatahkan (Syukur, 2003). Rimpang kunyit putih memiliki kandungan kimia seperti minyak atsiri, polisakarida dan kurkuminoid yang telah diidentifikasi dan diisolasi meliputi kurkumin, demotoksikurkumin dan bisdemetoksikurkumin. Minyak atsiri memiliki

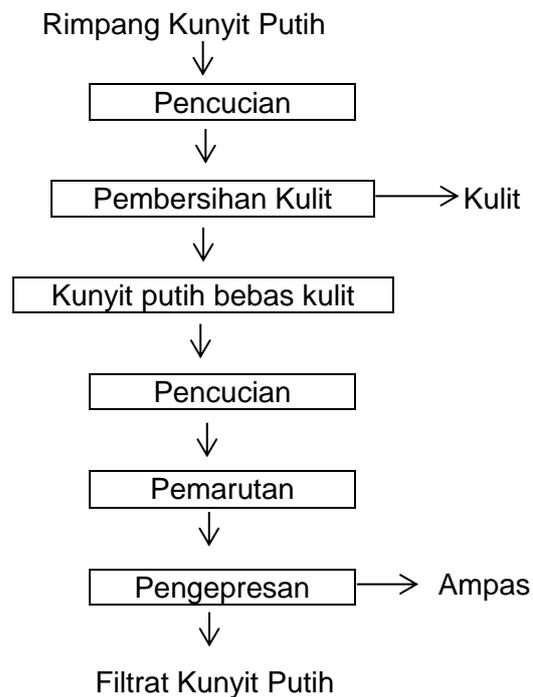
senyawa aktif polifenol berupa pigmen kuning yang berasal dari rimpang kunyit putih yang mengandung monoterpene dan sesquiterpen (Chiung *et al.*, 2010). Kunyit putih juga mengandung senyawa fenol, nilai total fenol berkisar 466.91-1573.6  $\mu\text{g/g}$  dan 711.6  $\mu\text{g/g}$  (Yani, 2013).



**Gambar 6.** Kunyit Putih (*Curcuma mangga* Val)  
(Syukur, 2003)

Fenol mempunyai efek antiseptic dan desinfektan. Senyawa turunan fenol yang dikenal sebagai senyawa fenolik mengandung molekul fenol yang secara kimiawi dapat diubah. Mekanisme kerja senyawa fenol dalam membunuh sel bakteri yaitu dengan mendenaturasi protein sel bakteri. Akibat terdenaturasinya protein sel bakteri, maka semua aktivitas metabolisme sel bakteri terhenti, sebab semua aktivitas metabolisme sel bakteri dikatalisis oleh enzim yang merupakan protein (Brewer, 2010).

Kunyit putih mempunyai aktivitas antibakteri dengan bakteri indikator *Escherichia coli* 2.33 mm, hal ini menunjukkan bahwa kunyit putih mengalami kenaikan aktivitas antibakteri hanya terjadi pada lama ekstraksi 3 hari dan mempunyai zona hambat tidak cukup tinggi terhadap bakteri *E.coli* dibandingkan dengan kunyit kuning. Timbulnya zona hambat dari ekstrak kunyit terhadap bakteri *E.coli* disebabkan karena senyawa aktif yang mampu merusak sel bakteri. Aktivitas antibakteri dengan indikator *Staphylococcus aureus* 9.00 mm, hal ini disebabkan rerata zona bening dari ekstrak kunyit putih mengalami kenaikan. Besarnya daya hambat kunyit putih disebabkan karena adanya senyawa terpenoid (Hudha, 2011). Diagram proses pembuatan filtrat kunyit putih dapat dilihat pada gambar 2.7, dibawah ini



**Gambar 7.** Diagram alir proses pembuatan filtrat kunyit putih (Kusumawati dan Putri, 2013)

## E. Bahan Tambahan *Edible Film*

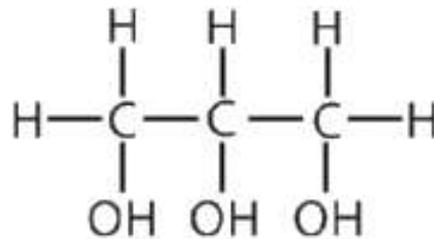
### a. *Plasticizer*

Penambahan *plasticizer* selain dapat membuat *film* lebih mudah dicetak adalah dapat mengurangi kerapuhan pada *film*, *plasticizer* mampu meningkatkan fleksibilitas dan ketahanan *film*, terutama jika disimpan pada suhu rendah (Winarti, dkk. 2012).

Diantara jenis *plasticizer* diatas yang lebih efektif digunakan sebagai *plasticizer* adalah gliserol, karena gliserol mampu mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intermolekul sehingga melunakkan struktur *film*, meningkatkan mobilitas rantai biopolimer, dan memperbaiki sifat mekanik *film*. Gliserol lebih cocok digunakan sebagai *plasticizer* karena berbentuk cair. Bentuk cair gliserol lebih menguntungkan karena mudah tercampur dalam larutan film dan terlarut dalam air, sedangkan sorbitol sulit bercampur dan mudah mengkristal pada suhu ruang (Anker *et al.*, 2000).

Penambahan gliserol dalam pembuatan *edible film* akan meningkatkan fleksibilitas dan permeabilitas *film* terhadap gas, uap air, dan gas terlarut. 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 (Syarifuddin dan Yuniarta, 2015). Bertambahnya jumlah gliserol dalam campuran pati dan air menyebabkan peningkatan elastisitas dan penurunan kuat Tarik seiring dengan peningkatan konsentrasi gliserol (Rodrigues *et al.*, 2006). Berikut adalah struktur kimia gliserol pada gambar 2.8 :



**Gambar 8.** Struktur kimia Gliserol  
(Coniwanti, 2014)

Gliserol dengan ukuran molekul yang lebih kecil akan masuk kedalam jaringan *amorphous film* lebih banyak sehingga ruang dan kesempatan air teradsorpsi juga lebih banyak sehingga memperlambat transfer air dalam *film*. Dari penjelasan ini maka *plasticizer* gliserol dapat menahan laju uap air lebih efisien dibandingkan sorbitol ataupun jenis *plasticizer* lainnya (Jap, dkk. 2014).

Menurut Oses *et al.*, (2009) menyatakan bahwa gliserol dapat berinteraksi dengan polisakarida dengan cara membentuk ikatan polisakarida–gliserol dimana ikatan ini akan mengakibatkan peningkatan elastisitas dari suspensi keduanya. Gugus hidroksil di sepanjang rantai gliserol merupakan penyebab terbentuknya ikatan hidrogen antara polimer polisakarida dengan gliserol selama pembentukan *edible film*. Polioliol seperti gliserol berfungsi secara efektif sebagai *plasticizer* berdasarkan kemampuan untuk mengurangi ikatan hidrogen internal dengan meningkatkan ruang kosong antar molekul, sehingga meningkatkan elastisitas *film*.

## F. Karakteristik *Edible Film*

Karakteristik *edible film* yang dinyatakan berhasil dalam proses pembuatan *edible film* dapat ditentukan oleh karakteristik *film* yang dihasilkan. Karakteristik *edible film* terdiri dari beberapa macam yaitu kuat tarik (*Tensile Strength*), persen pemanjangan (*Elongation*), ketebalan dan laju transmisi uap air (*Water Vapor Transmission Rate*). Sifat mekanik dari *edible film* lebih utama untuk menjaga sifat *barrier*. Kekuatan mekanik yang memadai akan memastikan integritas *film* dan ketahanannya terhadap kerusakan dan mencegah abrasi serta mengurangi terjadinya cacat seperti lubang kecil atau celah yang dapat merusak sifat *barrier*. Fleksibilitas yang memadai juga menjamin plastisitas yang cukup untuk beradaptasi dengan kemungkinan adanya perubahan bentuk tanpa kerusakan selama pengisian (Bertuzzi *et al.*, 2007).

### a. Kadar Air

Kadar air dalam *edible film* memiliki peran yang sangat penting terhadap stabilitas produk yang dilapisinya oleh karena itu *edible film* diharapkan memiliki kadar air yang rendah sehingga dalam penerapannya sebagai kemasan primer tidak memberikan sumbangan air kepada produk yang akan berdampak kerusakan produk dan penurunan masa simpan pada suatu produk (Rusli, dkk. 2017)

### b. Ketebalan

Ketebalan film merupakan salah satu karakteristik yang utama dalam menentukan kelayakan *edible film* sebagai kemasan produk pangan karena ketebalan sangat memengaruhi sifat fisik dan mekanik *edible film* lainnya, seperti kuat tarik, pemanjangan, daya larut dan permeabilitas uap air (Ariska, dkk. 2015). Ketebalan *edible film* adalah parameter yang sangat utama karena dapat mempengaruhi sifat biologis dan umur simpan dari makanan. Efektivitas *edible film* untuk perlindungan makanan sangat tergantung pada pengendalian penyebaran larutan pelapis yang dapat mempengaruhi ketebalan *film* (Adebowale *et al.*, 2013)

Ketebalan *edible film* berpengaruh terhadap laju uap air, gas, dan senyawa volatil lainnya. Semakin tebal *edible film* yang dihasilkan maka semakin tinggi kemampuannya untuk menghambat laju gas dan uap air, sehingga daya simpan produk semakin lama. Namun, bila terlalu tebal akan

berpengaruh terhadap kenampakan dan rasa/tekstur produk saat di makan (Yulianti, dkk. 2012).

#### **c. Kelarutan**

Kelarutan merupakan tolak ukur untuk suatu *edible film* yang dapat larut untuk dikonsumsi. *Edible film* dengan kelarutan yang tinggi menunjukkan ketahanan *film* terhadap air rendah, serta menunjukkan sifat hidrofilitas *edible film* tersebut (Unsa, dkk. 2018). Kelarutan *film* dalam air merupakan sifat yang esensial dalam menentukan produk pangan yang cocok untuk dikemas. Sebagian besar dalam aplikasi produk pangan, *film* dengan kelarutan air yang rendah diperlukan untuk menyediakan sifat tahan air dan dapat meningkatkan umur simpan produk pangan. Sebaliknya, untuk beberapa produk pangan, kemasan *film* didesain untuk mudah larut air sebelum dikonsumsi (Sanyang *et al.*, 2016)

#### **d. Kuat Tarik**

Kuat tarik atau kuat renggang putus (*tensile strength*) merupakan suatu tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai *film* dapat tetap bertahan sebelum *edible film* putus/robek. Pengukuran *tensile strength* untuk mengetahui besarnya gaya yang dicapai untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap satuan luas area *film* untuk merenggang atau memanjang (Unsa, dkk. 2018). Kuat tarik yang semakin besar menunjukkan ketahanan terhadap kerusakan akibat perenggangan dan tekanan semakin besar, sehingga kualitas fisik yang dihasilkan semakin baik (Rahayu, 2016).

Kuat tarik merupakan salah satu sifat mekanik *edible film* yang sangat penting, karena terkait dengan kemampuan *edible film* untuk melindungi produk yang dilapisinya. *Edible film* dengan kuat tarik yang tinggi diperlukan pada penggunaan sebagai kemasan produk pangan yang memiliki tujuan untuk melindungi bahan pangan selama penanganan, transportasi dan pemasaran (Pitak *et al.*, 2011).

#### **e. Elongasi**

Elongasi (perpanjangan) merupakan presentase perubahan panjang *film* yang dihitung ketika *film* ditarik hingga putus (Rusli, dkk. 2017). Semakin tinggi nilai perenggangan *edible film* maka semakin baik kekuatannya dalam menahan tekanan/tarikan sehingga tidak mudah sobek (Rahayu, 2016).

#### **f. Laju Transmisi Uap Air**

Laju transmisi uap air merupakan jumlah uap yang hilang persatuan waktu dibagi dengan luas area *film*. Laju transmisi uap air ditentukan oleh permeabilitas uap air pada *film* (Wulandari, 2019). *Edible film* dengan bahan dasar polisakarida umumnya memiliki sifat *barrier* terhadap uap air yang rendah. *Film* hidrofilik seringkali memperlihatkan hubungan positif antara permeabilitas uap air dan ketebalan. Ketahanan suatu *film* terhadap uap air sangat menentukan daya simpan produk pangan yang dikemasnya. Semakin besar pertambahan beratnya maka akan semakin besar daya permeabilitasnya maka semakin mudah untuk melewati gas termasuk uap air, produk pun akan semakin mengalami penurunan kualitas. Nilai laju transmisi air suatu bahan dipengaruhi oleh struktur bahan pembentuk dan konsentrasi *plasticizer* (Wulandari, 2019). Transmisi uap air sangat dipengaruhi oleh RH, temperature, ketebalan, jenis dan konsentrasi *plasticizer* serta sifat pembentuk edible film (Supeni, dkk. 2012).

#### **g. Aktivitas Antimikroba**

Antimikroba merupakan senyawa yang mampu menghambat aktivitas dari mikroba patogen. Antimikroba dapat digunakan sebagai senyawa bioaktif pada *edible film* sehingga dapat mengawetkan makanan dan mengurangi resiko keracunan pangan karena dapat menghambat mikroba patogen (Amaliyah, 2014). Kemasan antimikroba merupakan suatu kemasan yang dapat menghentikan, menghambat, mengurangi, atau memperlambat pertumbuhan mikroorganisme patogen pada makanan dan bahan kemasan. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa *edible coating/film* dapat berfungsi sebagai pembawa (*carrier*) aditif makanan, seperti bersifat sebagai agens antipencoklatan, antimikroba, pewarna, pemberi flavor, nutrisi, dan bumbu (Rojas-Grau *et al.*, 2009).

Uji aktivitas antibakteri dapat dilakukan dengan metode difusi. Disc diffusion test atau uji difusi disk dilakukan dengan mengukur diameter zona bening (*clear zone*) yang merupakan petunjuk adanya respon penghambatan pertumbuhan bakteri oleh suatu senyawa antibakteri dalam ekstrak. Metode difusi dengan cara metode cakram menggunakan suatu cakram kertas saring (*paper disc*) yang berfungsi sebagai tempat menampung zat antimikroba. Kertas saring kemudian diletakkan pada lempeng agar yang

telah diinokulasi mikroba uji, kemudian diinkubasi pada waktu tertentu dan suhu tertentu, sesuai dengan kondisi optimum dari mikroba uji. Pada umumnya, hasil yang di dapat bisa diamati setelah inkubasi selama 18-24 jam dengan suhu 37°C. Hasil pengamatan yang diperoleh berupa ada atau tidaknya daerah bening yang terbentuk disekeliling kertas cakram yang menunjukkan zona hambat pada pertumbuhan bakteri (Eko,2013). Semakin luas diameter zona bening menunjukkan semakin besar zona hambatan film tersebut (Meivi, 2016). Berikut tabel Klasifikasi efektifitas suatu zat antibakteri

**Tabel 3.** Klasifikasi efektifitas zat antibakteri

Diameter zona terang	Respon hambatan pertumbuhan
>20 mm	Sangat Kuat
10-20 mm	Kuat
5-10 mm	Sedang
<5 mm	Lemah

**Sumber :** (Greenwood dalam Pratama 2005)

### G. Mekanisme Pembentukan *Edible Film*

Mekanisme Pembentukan *edible film* dari pati pada prinsipnya adalah gelatinisasi molekul. Proses pembentukan *film* merupakan suatu fenomena pembentukan gel akibat perlakuan suhu, sehingga terjadi pembentukan matriks atau jaringan. Gel kira-kira mengandung 99,9% air tetapi mempunyai sifat lebih khas seperti padatan, khususnya sifat elastis (*elasticity*) dan kekakuan (*rigidity*). Gelasi atau pembentukan gel merupakan fenomena yang menarik dan sangat kompleks, namun sampai saat ini masih banyak hal-hal yang belum diketahui tentang mekanismenya. (Wahyu et al., 2013). Pada prinsipnya pembentukan gel hidrokoloid terjadi karena adanya pembentukan jaringan tiga dimensi oleh molekul primer yang terentang pada seluruh volume gel yang terbentuk dengan memerangkap sejumlah air di dalamnya. Kekuatan *edible film* terkait dengan struktur kimia polimer, terdapatnya bahan aditif dan kondisi lingkungannya selama berlangsungnya pembentukan *edible film* (Bourtoom, 2008).

### H. Pengemasan Produk Pangan Dengan *Edible Film*

Keuntungan adanya *edible film* yaitu dapat menghambat difusi oksigen dan uap air kedalam bahan yang dilapisi, menghambat pembusukan adanya mikroba dan keamanannya untuk dikonsumsi (Farham dkk, 2017). Selain itu, pengemasan

makanan digunakan untuk melindungi makanan dari kontaminasi lingkungan dan pengaruh lainnya seperti adanya debu, krikil, suhu, guncangan, kerusakan fisik, cahaya, mikroorganisme dan kelembaban. Dengan adanya pengemas makanan dapat memperpanjang umur simpan dan meminimalkan kehilangan makanan yang menyebabkan kerugian. Proses oksidasi, pembusukan adanya mikroba dan proses metabolisme merupakan salah satu penyebab utama dalam kemunduran pada produk makanan. Dengan adanya proses tersebut secara langsung dapat mempengaruhi hilangnya kualitas makanan termasuk dengan keamanan pangan (Han *et al.*, 2018).

*Edible film* merupakan lapisan tipis yang terbuat dari bahan yang dapat dikonsumsi dan digunakan sebagai pelapis makanan dan dapat dikonsumsi sehingga dapat mengurangi penggunaan kemasan yang *nondegradable* (Bourtoom, 2007). Terdapat beberapa tambahan persyaratan yang berkaitan dengan penggunaannya dalam produk pangan yaitu :

1. Karakteristik sensorik yang dapat diterima
2. Memiliki sifat penghalang yang baik (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, air dan minyak)
3. Memiliki stabilitas terhadap mikroba, biokimia dan fisikokimia
4. Aman dikonsumsi
5. Efektif sebagai *carrier* (pembawa) bahan tambahan seperti antioksidan, cita rasa, warna, nutrisi atau antimikroba
6. Relatif murah
7. Menggunakan teknologi dan sistem produksi yang mudah (Maftoonazad *et al.*, 2009)

Bahan kemasan *edible* umumnya tidak sepenuhnya untuk menggantikan kemasan konvensional. Sebaliknya, efisiensi pengawetan makanan dapat ditingkatkan dengan menggunakan kemasan *edible film* sebagai kemasan primer bersama dengan kemasan *non-edible* sebagai kemasan sekunder untuk menambahkan perlindungan tambahan dari atmosfer dan mencegah kontaminasi dari mikroorganisme atau dari partikel asing (Mali *et al.*, 2014).

*Edible film* yang dibuat dari pati dikenal dengan *edible film* hidrokoloid yang memiliki kelebihan seperti baik untuk melindungi produk terhadap oksigen dan karbon dioksida serta memiliki sifat mekanis yang baik karena pati merupakan salah satu bahan baku alternatif yang aman untuk pengemasan yang dapat dikonsumsi dan mudah untuk diserap oleh tubuh sehingga kemasan *edible*

*film* yang berbasis pati layak untuk dikembangkan (Bourtoom, 2007). *Film* yang terbuat dari pati secara luas diterapkan karena memiliki sifat yang transparan, tidak berbau, tidak berasa dan baik sebagai penghalang CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>, namun karena memiliki sifat hidrofilik pada pati memiliki sifat kelarutan dalam air dan kurang baik sebagai penghalang uap air (Janjarasskul *et al.*, 2010).

### I. Analisis Keputusan

Analisis keputusan dasarnya merupakan suatu prosedur logis dan kuantitatif yang tidak hanya menerangkan mengenai proses pengambilan keputusan namun juga merupakan suatu arah untuk membuat keputusan. Pengambilan keputusan merupakan suatu proses yang mencakup seluruh pikiran dan kegiatan yang diperlukan untuk membuktikan dan memperlihatkan pilihan yang terbaik. Terdapat tiga aspek yang berperan dalam analisa keputusan yaitu kecerdasan, persepsi dan falsafah (Hariwan, *et. al.*, 2015)

### J. Landasan Teori

*Edible film* didefinisikan sebagai lapisan tipis untuk pengemas primer pada suatu makanan yang terdiri dari komponen yang dapat dimakan. Tujuan utama pembentukan *edible film* selain sebagai kemasan makanan konvensional dapat juga dikonsumsi dengan produk yang dikemas (Hassan *et al.*, 2018). Keuntungan *edible film* antara lain dapat dikonsumsi bersama produk yang dikemas, tidak mencemari lingkungan, memperbaiki sifat organoleptic produk yang dikemas, sebagai zat antimikroba dan antioksidan (Wiwit, 2005). *Edible film* yang baik yaitu *edible* yang memiliki laju transmisi uap air rendah, karena berdasarkan fungsinya *edible film* sebagai penghambat perpindahan uap air, menghambat pertukaran gas, mencegah kehilangan aroma, mencegah perpindahan lemak dan dapat meningkatkan fisik (Rahayu, 2016).

Pati tersusun atas polisakarida dari molekul  $\alpha$ -D-glukosa. Molekulnya terdiri atas fraksi amilosa linear dan amilopektin yang bercabang (Bennica *et al.*, 2008). Pati merupakan jenis polisakarida yang bersifat mudah terurai (*biodegradable*), murah dan mudah diperoleh. Sifat pati untuk bahan *edible film* telah sesuai karena dapat membentuk *film* yang kuat. Umbi garut mengandung kadar pati sebesar 98,1% dengan perbandingan kadar amilosa sebesar 24,64% dan kadar amilopektin sebesar 73,46% (Abun, 2018). *Edible film* memiliki kelemahan yang berbasis pati yaitu sebagai sifat penghalang uap air dan resistensinya terhadap

air rendah karena sifat hidrofilik pati dapat mempengaruhi stabilitas dan sifat mekanisnya (Garcia, dkk. 2011).

Formulasi film yang berasal dari pati dengan proses gelatinisasi umumnya membutuhkan komponen pati (2-4,5 g/100 g) dan *plasticizer* (0-20 g/L) (Embuscado *et al.*, 2009). Pada penelitian Hikmah (2020), menggunakan konsentrasi pati garut sebesar 0%, 2%, 4%, 6% dan 8%, dengan menghasikan *edible film* terbaik pada konsentrasi pati garut sebesar 2% b/b dengan penambahan gliserol 0,4% (b/v) diperoleh karakteristik nilai kadar air 14,14 %, ketebalan 0,16 mm, *tensile strength* 42,28 MPa, elongasi 3,06 % dan WVTR 8,35 g/m<sup>2</sup>/jam. Pati garut merupakan salah satu bentuk karbohidrat alami yang memiliki kemampuan mengental dua kali lebih tinggi dibandingkan pati lain dan dapat membuat produk yang dihasilkan transparan (Hakim *et al.*, 2013). Pembuatan *edible film* salah satunya dapat dilakukan dengan metode *solvent casting* (SC) (Lindriati, dkk. 2014). Proses gelatinisasi berawal dari suspensi pati yang keruh seperti susu akan berubah menjadi jernih pada suhu tertentu, tergantung jenis pati yang digunakan. Terjadilah translusi larutan pati yang mengalami pembengkakan granula karena jumlah gugus hidroksil dalam molekul pati sangat besar maka kemampuan dalam menyerap air sangat besar dan terjadi peningkatan viskositas. Molekul amilosa berikatan satu dengan lainnya serta berikatan dengan cabang amilopektin pada pinggir luar granula. Maka akan menggabungkan butir pati yang membengkak menjadi semacam jaringan untuk mikrokristal dan mengendap yang disebut retrogradasi (Winarno, 1997).

Penambahan *plasticizer* pada pembuatan *edible film* bertujuan untuk meningkatkan fleksibilitas, mengurangi kerapuhan dan meningkatkan ketahanan *edible film* terutama jika disimpan pada suhu rendah (Wulandari, 2019). Umumnya jumlah *plasticizer* yang ditambahkan pada *edible* hidrokoloid sebanyak 10% dan 60% dari berat hidrokoloid (Murni 2013). Menurut Syarifuddin dan Yuniarta (2015) penambahan gliserol dalam pembuatan *edible film* akan meningkatkan fleksibilitas dan permeabilitas *film* terhadap gas, uap air, dan gas terlarut. Bertambahnya jumlah gliserol dalam campuran pati dan air menyebabkan peningkatan elastisitas dan penurunan kuat tarik seiring dengan peningkatan konsentrasi gliserol (Rodrigues *et al.* 2006).

Penambahan filtrat kunyit putih sebagai antimikroba pada *edible film*, sehingga menghasilkan *edible film* berbasis antimikroba. Senyawa antimikroba

dapat digunakan sebagai senyawa bioaktif pada *edible film* sehingga dapat mengawetkan makanan dan mengurangi resiko keracunan pangan karena dapat menghambat mikroba patogen (Amaliyah, 2014). Salah satu senyawa antimikroba yaitu fenol, senyawa fenol juga terkandung pada kunyit putih. Kunyit putih juga mengandung senyawa fenol, nilai total fenol berkisar 466.91-1573.6  $\mu\text{g/g}$  dan 711.6  $\mu\text{g/g}$  (Yani, 2013). Menurut penelitian Amaliyah (2014) menyatakan bahwa penambahan filtrat kunyit putih sebesar 1% cukup efektif dalam zona hambat terhadap *E.coli* sebesar 7.83 mm dan zona hambat terhadap *S.aureus* 7.33 mm dan diperoleh karakteristik *edible film* dengan nilai kadar air 13.68%, ketebalan 0.204 mm, transmisi uap air 0.67  $\text{g/m}^2/\text{jam}$ , *tensile strength* 7.51  $\text{N/cm}^2$ , elongasi 30%,. Uji aktivitas antibakteri dapat dilakukan dengan metode difusi. *Disc diffusion test* atau uji difusi disk dilakukan dengan mengukur diameter zona bening (*clear zone*) yang merupakan petunjuk adanya respon penghambatan pertumbuhan bakteri oleh suatu senyawa antibakteri dalam ekstrak (Hermawan, dkk. 2007).

Dalam pembentukan *edible film* terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan yang mempengaruhi pembentukan *edible film* yang dihasilkan diantaranya adalah suhu, konsentrasi polimer dan *plasticizer*. Suhu dapat mempengaruhi terbentuknya *film* yang dihasilkan, karena komposisi *film* yang berbahan pati dengan membutuhkan suhu tertentu untuk dapat memecahkan granula pati secara keseluruhan sehingga terbentuknya *film* yang bergelembung dapat dihindarkan (Prasetya, 2016). Kisaran gelatinisasi pati garut antara lain 72,75°C-75°C (Mariah, 2001). Konsentrasi pati sangat berpengaruh pada sifat fisik *edible film* yang dihasilkan dan juga menentukan sifat pasta pati yang dihasilkan. Semakin besar konsentrasi pati yang ditambahkan, maka jumlah polimer penyusun matriks *film* semakin banyak sehingga menghasilkan *film* yang tebal (Wulandari, 2019). Semakin besar konsentrasi pati maka akan menghasilkan ketebalan dan kuat tarik yang semakin besar (Saleh, dkk. 2017). Nilai laju transmisi uap air cenderung menurun (Syahrums, dkk. 2017).

Mekanisme Pembentukan *edible film* dari pati menggunakan prinsip gelatinisasi molekul. Prinsip gelatinisasi yaitu proses yang melibatkan air dan pemanasan hingga tercapai suhu tertentu, yang bertujuan untuk mengubah struktur pati yang berupa polimer semi-kristalin menjadi amorf. Perubahan itu diawali dengan terputusnya ikatan hidrogen pada molekul pembentuk pati

(amilosa dan amilopektin), dimana pemutusan ikatan tersebut terjadi karena pemanasan (Pradipta, 2012). Proses pembentukan *film* dikarenakan adanya suatu fenomena pembentukan gel akibat perlakuan suhu, sehingga terjadi pembentukan matriks atau jaringan berupa polimer yang lebih besar dan stabil. Pada prinsipnya pembentukan gel hidrokoloid terjadi karena adanya pembentukan jaringan tiga dimensi oleh molekul primer yang terentang pada seluruh volume gel yang terbentuk dengan memerangkap sejumlah air di dalamnya (Bourtoom, 2008). Lembaran *film* yang terbentuk pada saat proses pengovenan, sehingga larutan *film* akan mengalami penguapan air dan akan terjadi pengkerutan partikel yang akan membentuk lembaran *film*. Proses pembentukan *film* diawali dengan memudarnya jarak antar partikel yang saling berikatan dalam suatu cairan sehingga setelah terjadi proses penguapan akan terbentuk suatu lembaran *film*. Gliserol dalam fungsinya sebagai *plasticizer* menurunkan ikatan kohesi mekanik antara polimer dan dapat merubah sifat rigiditasnya sehingga film yang terbentuk lebih fleksibel (Baldwin *et al.*, 1995).

Keuntungan adanya *edible film* yaitu dapat menghambat difusi oksigen dan uap air kedalam bahan yang dilapisi, menghambat pembusukan adanya mikroba dan keamanannya untuk dikonsumsi (Farham, dkk. 2017). *Edible film* yang dibuat dari pati dikenal dengan *edible film* hidrokoloid yang memiliki kelebihan seperti baik untuk melindungi produk terhadap oksigen dan karbon dioksida serta memiliki sifat mekanis (Bourtoom, 2007).

#### **K. Hipotesis**

Diduga konsentrasi pati garut dan filtrat kunyit putih berpengaruh terhadap karakteristik *edible film* yang dihasilkan.