

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Edible Coating* sebagai Pengemas Bahan Pangan

Edible coating dapat digunakan pada sayuran dan buah-buahan yang berfungsi mengurangi kehilangan kelembaban, memperbaiki kenampakan/penampilan, *barrier* dalam pertukaran gas yang berlangsung dari lingkungan ke produk ataupun sebaliknya, dan sebagai antimikroba dan antifungal (Krochta dkk., 1994). Perbedaan *edible coating* dan *edible film* yaitu *coating* dapat diaplikasikan serta dibentuk langsung di permukaan bahan pangan, sedangkan *film* yaitu berupa lapisan yang tipis dan diaplikasikan ketika sudah dicetak sebelumnya dan dibentuk seperti lembaran (Guilbert dkk., 1996). *Edible coating* umumnya berdasarkan material-material biologis, yakni lipida, protein, dan polisakarida (Miskiyah dkk., 2011).

Polisakarida utama yang digunakan sebagai *edible coating* yakni pati beserta turunannya, selulosa beserta turunannya, pektin, kitosan, gum, dan alginat (Tzoumaki dkk., 2009). Pelapis *edible* berbahan dasar polisakarida memiliki peran sebagai membran *permeable* yang bersifat selektif terhadap pertukaran O₂ dan CO₂ sehingga laju respirasi buah dan sayuran menurun (Winarti dkk., 2012). Sifat *edible coating* yang selektif ketika terjadi pertukaran O₂ dan CO₂ maka *edible coating* dapat memperpanjang masa simpan karena respirasi sayuran dan buah berkurang (Krochta dkk., 2002).

Komponen penyusun *edible coating* terbagi atas tiga kategori yakni hidrokoloid, lipid, serta komposit (campuran). Hidrokoloid yang digunakan sebagai bahan penyusun *edible coating* yaitu protein (kasein, gelatin, protein kedelai, gluten gandum, protein jagung) dan polisakarida (alginat, pati, pektin, gum arab serta modifikasi karbohidrat lainnya). Lipid yang digunakan sebagai bahan *edible coating* yaitu *bees wax*, lilin, asam lemak, dan gliserol. Pembuatan *edible coating* sering ditambahkan beberapa bahan baku seperti antioksidan, antimikroba, pewarna, flavor, dan *plasticizer* (Krochta dkk., 1994).

Menurut Miskiyah dkk. (2011), ada beberapa metode dalam pengaplikasian *coating* pada sayuran dan buah, diantaranya adalah metode penuangan (*casting*), penyemprotan (*spraying*), pembusaan (*foaming*), dan pencelupan (*dipping*). Namun metode yang umum digunakan pada buah, sayuran, ikan, dan daging adalah metode pencelupan. Metode pencelupan dilakukan dengan mencelupkan produk ke dalam larutan *coating*.

B. Gliserol sebagai Bahan *Plasticizer*

Plasticizer merupakan bahan organik yang memiliki berat molekul rendah, berfungsi untuk memperlemah kekuatan polimer (Ward dan Hadley, 1993). Jenis-jenis *plasticizer* yang sering ditambahkan yaitu trietilen glikol, asam lemak, gliserin, monogliserin yang diasetilasi, dan gliserol (Kester dan Fennema, 1989). Gliserol merupakan bahan efektif yang digunakan sebagai *plasticizer* karena dapat melunakkan struktur pada

film, meningkatkan mobilitas dari rantai biopolimer, serta memperbaiki sifat-sifat mekanik pada *film*, hal tersebut dapat terjadi karena gliserol mampu mengurangi ikatan hidrogen bagian internal pada ikatan intermolekul (Winarti dkk., 2012). Gliserol memiliki sifat sebagai humektan dan aksi *plasticizing* didapatkan dari kemampuan gliserol menahan air (Lieberman dan Gilbert, 1973). Menurut Yusmarlela (2009), gliserol dapat membantu kelarutan dari pati sehingga dapat membentuk ikatan hidrogen diantara gugus OH pada pati serta gugus OH gliserol yang dapat meningkatkan sifat mekanik.

Gliserol termasuk senyawa poliol, yakni mempunyai tiga gugus hidroksil di dalam satu molekul. Gliserol memiliki berat molekul sebesar 92,10; titik didih 204°C; massa jenis 1,23 g/cm³; rumus kimia C₃H₈O₃. Gliserol bersifat hidrofilik, memiliki titik didih tinggi, non volatil, polar, mudah larut dalam air, mampu mengikat air, meningkatkan viskositas pada larutan (Winarno, 1997).

C. **Karboksimetilselulosa (CMC) sebagai Stabilisator**

Menurut Puteri dkk. (2013), fungsi CMC yaitu sebagai stabilisator, pengental, sebagai pengemulsi, dan pembentuk gel. CMC mempunyai sifat yang mudah larut dalam kondisi yang dingin ataupun panas. Semakin tinggi konsentrasi CMC, kemampuan CMC dalam mengikat air meningkat sehingga terjadi pembengkakan ukuran molekul dalam pembentukan gel. *Coating* yang terbentuk menjadi lebih kompak dan rapat. Selain itu, CMC

pada matriks *coating* berfungsi sebagai emulsifier sehingga semakin tinggi konsentrasi CMC yang diberikan maka *coating* akan semakin kuat dan stabil (Santoso dkk., 2004). Menurut Ganz (1969), CMC yang ditambahkan dalam *edible coating* dapat berfungsi pula dalam menghambat penguapan air bahan.

D. Penggunaan Singkong/Ubi Kayu (*Manihot utilissima* Pohl.) sebagai Sumber Pati

Menurut Caniago dkk. (2014), singkong/ubi kayu termasuk ke dalam famili *Euphorbiaceae* dimana singkong sudah lama dibudidaya dan dikenal masyarakat Indonesia (Gambar 1). Hal tersebut dibuktikan dengan daerah persebaran komoditas yang ada di hampir semua provinsi Indonesia. Menurut Rukmana (1997), kedudukan taksonomi tanaman singkong yaitu sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Euphorbiales
Famili	: Euphorbiaceae
Genus	: Manihot
Spesies	: <i>Manihot esculenta</i> Crantz sin. <i>Manihot utilissima</i> Pohl.

Menurut sifat fisik dan kimia ubi kayu, ubi kayu memiliki panjang 50-80 cm serta panjang garis tengah rata-rata 2-3 cm, tergantung jenis yang ditanam. Karakteristik sifat-sifat fisik dan kimia ditentukan dari sifat pati yang merupakan komponen utama ubi kayu (Susilawati dkk., 2008). Ubi kayu tidak mempunyai waktu/periode matang yang cukup jelas karena

umbinya membesar terus menerus (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998). Periode matang ubi kayu yang tidak cukup jelas menjadikan periode panen semakin beragam sehingga ubi kayu yang dihasilkan memiliki sifat-sifat fisik dan kimia yang berbeda (Susilawati dkk., 2008). Faktor genetik, umur tanaman, dan kondisi daerah tumbuh tanaman mempengaruhi sifat-sifat fisik serta kimia pati yang meliputi ukuran dan bentuk granula, kandungan dari komponen non pati, serta kandungan amilosa (Moorthy, 2002).



Gambar 1. Ubi Singkong (Indrati dan Gardjito, 2013).

Menurut Marjo (1981) dalam Suprapti (2005), berikut ini adalah kandungan gizi singkong/ubi kayu dan tepung tapioka dalam 100 gram bahan (Tabel 1.)

Tabel 1. Kandungan Gizi Singkong/ubi kayu

No.	Kandungan Gizi	Singkong/ubi kayu kuning	Singkong/ubi kayu putih	Tepung Tapioka
1.	Kalori	157,00	146,00	362,00
2.	Karbohidrat (g)	37,90	34,70	86,90
3.	Lemak (g)	0,30	0,30	0,30
4.	Protein (g)	0,80	1,20	0,50
5.	Fosfor (mg)	40,00	40,00	0,00
6.	Kalsium (mg)	33,00	33,00	0,00
7.	Air (g)	60,00	62,50	12,00
8.	Zat besi (mg)	0,70	0,70	0,00

Lanjutan Tabel 1. Kandungan Gizi Singkong/ubi kayu

No.	Kandungan Gizi	Singkong/ubi kayu kuning	Singkong/ubi kayu putih	Tepung Tapioka
9.	Vitamin C (mg)	30,00	30,00	0,00
10.	Vitamin B1 (mg)	0,06	0,06	0,00
11.	Vitamin A (SI)	365,00	0,00	0,00
12.	Bagian yang dapat dimakan (%)	75,00	75,00	0,00

(Sumber : Marjo, 1981 dalam Suprapti, 2005)

E. Pati Singkong sebagai Bahan *Edible Coating*

Menurut Jobling (2004), cadangan energi terbesar ada pada tanaman sereal, umbi-umbian, kacang-kacangan, sedangkan tanaman lain berada pada pati. Hampir di seluruh organ tanaman dapat ditemukan pati baik pada buah, biji, dan umbinya. Menurut Jacobs dan Delcour (1998), pati terdiri dari amilosa dan amilopektin. Amilosa terdiri dari polimer linier dengan ikatan $\alpha(1,4)$ unit glukosa, sedangkan amilopektin terdiri dari polimer $\alpha(1,4)$ unit glukosa disertai dengan rantai samping $\alpha(1,6)$ unit glukosa. Pati sebagai bahan dasar untuk *edible coating* banyak dikembangkan karena mampu membentuk suatu lapisan kuat (Winarti dkk., 2012).

Pati singkong dihasilkan dari proses ekstraksi singkong. Komposisi pati singkong yang utama umumnya adalah amilosa dan amilopektin, sisanya merupakan komponen-komponen minor yaitu air, lemak, protein, dan abu (Beynum dan Roels, 1985). Pati singkong memiliki kandungan amilosa 27,38% dan kandungan amilopektin 72,62% (Chan, 1983). Menurut Tonukari (2004) warna serta *flavor* yang netral merupakan sifat

unik yang dimiliki pati ubi kayu (Gambar 2). Sifat unik tersebut menyebabkan pati dari ubi kayu sering untuk dimanfaatkan dalam industri pangan sebagai aditif dan *ingredient*, antara lain sebagai bahan pengisi, pengental, serta bahan pengikat.



Gambar 2. Pati Singkong/ubi kayu (Amini dkk., 2017).

Menurut Chan (1983), kandungan amilopektin pada pati singkong yang berjumlah 83% mengakibatkan terbentuknya pasta berwarna bening dan sangat kecil kemungkinannya retrogradasi terjadi. Amilosa lebih berperan pada pembentukan *edible coating* daripada amilopektin karena peranan amilosa yaitu sebagai agen pembentuk gel yang kuat (Krochta dkk., 1994). Suhu gelatinisasi pati ubi kayu berkisar antara 52-64°C (Kearsley dan Dziedzic, 1995). Menurut Suryani dan Nisa (2015), granula pati singkong berbentuk oval dan ukuran granula pati memiliki distribusi yang tidak homogen yakni diantara 3-20µm. Syarat mutu tapioka dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Syarat Mutu Tapioka (Pati Ubi Kayu)

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Bau	-	Normal
1.2	Bentuk	-	Serbuk halus
1.3	Warna	-	Putih, khas tapioka
2	Abu (b/b)	%	Maks. 0,5
3	Kadar air (b/b)	%	Maks. 14

Lanjutan Tabel 2. Syarat Mutu Tapioka (Pati Ubi Kayu)

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
4.	Kadar Pati (b/b)	%	Min.75
5.	Serat kasar (b/b)	%	Maks. 0,4
6	Derajat asam	mL NaOH 1 N/ 100 g	Maks. 4
7	Derajat putih (MgO = 100)	-	Min. 91
8	Cemaran logam		
8.1	Timbal (Pb)	Mg/kg	Maks. 0,2
8.2	Kadmium (Cd)	Mg/kg	Maks. 0,2
8.3	Merkuri (Hg)	Mg/kg	Maks. 0,05
8.4	Timah (Sn)	Mg/kg	Maks. 40
9	Cemaran arsen (As)	Mg/kg	Maks. 0,5
10	Cemaran mikroba		
10.1	Angka lempeng total (35°C, 48 jam)	Koloni/g	Maks. 1×10^6
10.2	<i>Bacillus cereus</i>	Koloni/g	$< 1 \times 10^4$
10.3	<i>Eschericia coli</i>	APM/g	Maks. 10
10.4	Kapang	Koloni/g	Maks. 1×10^4

(Sumber : Badan Standarisasi Nasional SNI 3451:2011)

F. Jeruk Nipis sebagai Antibakteri

Menurut Enejoh dkk. (2015), jeruk nipis merupakan tanaman poliembrionik yang tumbuh di berbagai negara tropik atau subtropik contohnya di India, Florida Selatan, Meksiko, Mesir, dan Hindia Barat. Tanaman *Citrus aurantifolia* mempunyai tinggi 150-350 cm, buah dengan kulit tipis, dan bunganya memiliki warna putih. Buah jeruk nipis mempunyai diameter diantara 3,5 cm – 5,0 cm dan panjang diantara 3,5 cm – 5,0 cm, dengan ketebalan kulit diantara 0,2 mm – 0,5 mm (Rukmana, 2003).

Menurut Rukmana (2003), bagian ujung buah jeruk nipis agak menjorok ke dalam atau rata. Warna buah jeruk nipis yang masih muda yaitu hijau, warna buah yang masak yaitu kuning kehijauan dan bagian

permukaan kulit bercelah halus (Gambar 3). Warna daging buah jeruk nipis yaitu kuning kehijauan, mengandung banyak air, rasa sangat asam, memiliki aroma yang khas, dan asam sitrat yang terkandung yaitu sekitar 8,7%.



Gambar 3. Jeruk Nipis (Sarwono, 2001).

Menurut Rukmana (2003), berikut ini adalah kedudukan taksonomi

buah jeruk nipis :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Rutales
Famili	: Rutaceae
Genus	: Citrus
Spesies	: <i>Citrus aurantifolia</i> Swingle

Menurut Razak dkk. (2013), efek dari air perasan jeruk nipis mampu menghambat pertumbuhan *Eschericia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Streptococcus haemolyticus*. Jeruk nipis mengandung senyawa bermanfaat seperti asam amino (lisin dan triptofan), asam sitrat, minyak atsiri (limonen, sitral, geranilasetat, kadinen, linalilasetat, aktildehid, felandren, nonildehid), lemak, glikosida (Adindaputri dkk., 2013). Menurut Goodman dan Gilman (2008), limonen merupakan senyawa

hidrokarbon yang mengandung gugus terpen, berupa cairan berwarna pucat, dan beraroma jeruk sangat kuat. Kandungan terpen yang terdapat pada limonen memiliki kemampuan sebagai antimikrobia dengan menghancurkan membran sel dari bakteri.

Menurut Goodman dan Gilman (2008), mekanisme kerja limonen yakni dengan merusak integritas dari membran sitoplasma sebagai barrier permeabilitas selektif, membawa transport aktif, dan mengontrol komposisi pada internal sel. Apabila terjadi kerusakan fungsi integritas membran sitoplasma, makromolekul serta ion keluar dari sel, lalu sel akan dirusak hingga terjadi kematian pada bakteri. Jeruk nipis mengandung flavonoid dimana flavonoid termasuk golongan polifenol yang mempunyai aktivitas sebagai antibakteri dan antioksidan (Adindaputri dkk., 2013).

Menurut Robinson (1995) dalam Kurnia dkk. (2008), kerja flavonoid dalam menghambat bakteri yaitu dengan merusak dinding sel, membran sitoplasma, dan mencegah pembelahan pada bakteri yang menyebabkan perkembangbiakan bakteri terhenti. Flavonoid membuat Na^+ dan K^+ tidak berfungsi pada sel dimana keadaan tersebut menyebabkan tertahannya ion sodium di dalam sel yang menyebabkan perubahan kepolaran plasma sel, diikuti masuknya air yang tak terkontrol di dalam sel. Hal tersebut menyebabkan pembengkakan pada sel lalu pada akhirnya pecah. Pecahnya membran menyebabkan kematian pada bakteri (Kimbal, 1992), dalam (Kurnia dkk., 2008).

Menurut Anjani (2003), salah satu metode yang digunakan untuk pencegahan reaksi pencoklatan enzimatis yakni dengan perlakuan asam karena dapat menurunkan pH. Penghambatan pada reaksi pencoklatan (*browning*) oleh asam organik yakni melalui mekanisme pengkelatan logam atau dengan penurunan pH yaitu menurunkan pH pada sistem dibawah pH yang diperlukan untuk aktivitas katalitik dari enzim (Pongsakul dkk., 2006) dan (Son dkk., 2001) dalam (Hidayat dkk., 2012). Asam sitrat mampu menghambat reaksi pencoklatan karena bisa mengkompleks ion tembaga yang mana dalam hal ini ion tembaga memiliki peran sebagai katalis dalam reaksi pencoklatan (Winarno, 2002). Enzim PPO memiliki pH optimum sekitar 4-7 (Eskin, 1990). Menurut Eskin dkk. (1971), enzim PPO tidak dapat bekerja lagi pada pH di bawah 3.

G. Pengemasan Apel Manalagi (*Malus sylvestris* Mill) dengan *Edible Coating*

Menurut Sudiyono (2008), salah satu varietas buah apel lokal yang paling disukai yaitu apel manalagi karena rasanya yang lezat dan memiliki kenampakan fisik menarik. Apel ini tumbuh di daerah dataran tinggi. Buah berbentuk bulat dan memiliki diameter sekitar 4-7 cm dengan berat buah sebesar 75-160 gram per buah. Apel manalagi berwarna hijau muda kekuningan serta beraroma harum (Gambar 4) (Yulianti dkk., 2004).

Daging buah apel manalagi berwarna putih, memiliki rasa yang manis dan tidak asam meskipun buah belum matang, bentuk biji bulat

dengan ujung yang tumpul serta berwarna cokelat tua (Yulianti dkk., 2004). Menurut Soelarso (1996), per 100 gram buah apel manalagi memiliki kadar air sebesar 84,05 g, dan vitamin C sebesar 7,43 mg/100g. Menurut Yulianti dkk. (2004), berikut ini adalah kedudukan taksonomi tanaman apel manalagi :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Rosales
Famili	: Rosaceae
Genus	: Malus
Spesies	: <i>Malus sylvestris</i> Mill



Gambar 4. Buah Apel Manalagi (Ciputra dkk., 2018).

Buah apel yang dikonsumsi dalam keadaan segar lebih bermanfaat karena kandungan gizi buah apel tetap utuh. Buah apel segar memiliki kandungan gizi yang tetap utuh karena tidak terjadi perubahan akibat adanya tambahan pengawet ataupun proses pemanasan. Oleh sebab itu buah apel potong segar yang siap disantap merupakan alternatif untuk diversifikasi pangan buah apel (Handarini, 2013). Menurut Sudiyono

(2008), permasalahan yang sering dijumpai yaitu tidak semua buah apel segar habis dikonsumsi masyarakat.

Menurut Handarini (2013), buah apel potong lebih cepat mengalami perubahan penampakan, tekstur dan *flavour*nya akibat adanya reaksi pencoklatan (*browning*) enzimatis. Enzim fenol oksidase mengkatalisis reaksi oksidasi sehingga memicu pencoklatan enzimatis (Rojas-Grau dkk., 2006). Enzim fenol oksidase menyebabkan pembentukan warna coklat karena mengkatalisis oksidasi fenol. Pencoklatan enzimatis merupakan reaksi yang tidak diinginkan karena menyebabkan penurunan mutu buah dan sayur (Purwanto dan Effendi, 2016).

Menurut Purwanto dan Effendi (2016), enzim yang memicu pencoklatan enzimatis yaitu oksidase dan disebut fenoloksidase, fenolase, tirosinase, katekolase, dan polifenolase. Pada tanaman enzim tersebut dikenal sebagai polifenol oksidase (PPO). Substrat PPO di tanaman yaitu tirosin dan komponen polifenolik. Komponen polifenolik yaitu katekin, katekol/pirokatekol, asam klorogenat, dan asam kafeat.

H. Hipotesis

1. Konsentrasi air perasan jeruk nipis (*Citrus aurantifolia* S) yakni 3,5% memiliki daya hambat yang optimal terhadap *Staphylococcus aureus*.

2. Aplikasi *edible coating* pati singkong (*Manihot utilissima* Pohl.) dengan variasi air perasan jeruk nipis (*Citrus aurantifolia* S) berpengaruh terhadap umur simpan dan pencegahan reaksi pencoklatan (*browning*) pada buah potong apel manalagi (*Malus sylvestris* Mill).

