

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Apel

Apel adalah tanaman yang berasal dari daerah Asia Barat subtropis, kemudian dibudidayakan di daerah tropik. Di Indonesia, tanaman apel dibudidayakan di kabupaten Malang (Batu dan Poncosumo) Provinsi Jawa Timur. Tanaman apel mulai diusahakan petani pada tahun 1950 dan tahun 1960 tanaman tersebut mulai berkembang dengan pesat.

Menurut sistematika, tanaman apel termasuk kedalam

Divisi : *Spermatophyte*

Subdivisi : *Angiosperma*

Klas : *Dicotyledonae*

Ordo : *Rosales*

Famili : *Rosaceae*

Genus : *Malus*

Species : *Malus sylvestris mill*

Buah apel mempunyai bentuk bulat sampai lonjong, bagian pucuk buah berlekuk dangkal, kulit agak kasar, pori-pori buah kasar dan renggang. Setelah tua kulit buah apel menjadi halus dan mengkilat. Diameter buah 4-7 cm dengan berat 75-160 gram/buah. Warna buah hijau kekuning-kuningan, hijau berbintik-bintik, merah tua, dan sebagainya sesuai dengan varietasnya (Bastian *et al.*, 2004).

B. Kerusakan Pascapanen

Apel termasuk buah yang dapat mengalami reaksi pencoklatan enzimatik apabila mengalami kerusakan berupa memar, pengirisan dan pemotongan

(Winarno, 1997). Hal ini disebabkan karena di dalam apel memiliki kandungan senyawa fenol yang apabila berinteraksi dengan enzim polifenol oksidase dengan bantuan oksigen akan mengalami pencoklatan (*browning*).

Reaksi pencoklatan digolongkan menjadi dua bagian, yaitu pencoklatan enzimatis dan non enzimatis (Lehninger, 1982). Reaksi pencoklatan enzimatis adalah proses kimia yang terjadi pada sayuran dan buah-buahan oleh enzim polifenol oksidase yang menghasilkan pigmen warna coklat (melanin). Proses pencoklatan enzimatis memerlukan enzim polifenol oksidase dan oksigen untuk berhubungan dengan substrat tersebut. Enzim-enzim yang dikenal yaitu fenol oksidase, polifenol oksidase, fenolase atau polifenolase bekerja secara spesifik untuk substrat tertentu. Reaksi ini banyak terjadi pada buah-buahan atau sayuran-sayuran yang banyak mengandung substrat senyawa fenolik seperti catechin dan turunannya yaitu tirosin, asam kafeat dan asam klorogenat (Winarno, 1995).

Reaksi pencoklatan ini tidak hanya mengurangi kualitas visual dari buah apel, tetapi juga dapat mengubah rasa serta menghilangkan nutrisi yang terkandung dalam buah apel. Perubahan dalam penampilan dan organoleptik ini menyebabkan kerugian nilai pasar dari produk tersebut. Kecepatan perubahan pencoklatan enzimatis pada bahan pangan dapat dihambat melalui beberapa metode berdasarkan prinsip inaktivasi enzim, penghambatan reaksi substrat dengan enzim, penggunaan chelating agents, oksidator maupun inhibitor enzimatis. Cara konvensional yang biasa dilakukan yaitu dengan perendaman bahan pangan dalam air, larutan asam sitrat maupun larutan sulfit (Christin *et al.*, 2007).

C. *Edible Coating*

Menurut Krochta (1992), pelapis edibel atau *edible coating* adalah suatu lapisan tipis yang rata, dibuat dari bahan yang dapat dimakan, dibentuk di atas komponen makanan (*coating*) dan diletakkan di antara komponen makanan (*film*). *Edible coating* dapat berfungsi sebagai penahan (*barrier*), perpindahan massa (seperti kelembaban, oksigen, lipida dan zat terlarut), sebagai pembawa (*carrier*) bahan tambahan makanan seperti bahan pengawet untuk meningkatkan kualitas dan umur simpan makanan. Gennadios dan Weller (1990) mendefinisikan pelapis edibel sebagai pelapis tipis dari bahan yang dapat dimakan yang digunakan pada makanan dengan cara pembungkusan, pencelupan, penyikatan atau penyemprotan agar terjadi tahanan yang selektif terhadap transmisi gas, uap air dan memberi perlindungan terhadap kerusakan mekanik. Di bidang farmasi pelapis edibel digunakan untuk melapisi obat-obatan dan di bidang pangan untuk melapisi manisan, buah-buahan, sayur-sayuran dan beberapa produk daging, unggas maupun hasil laut.

Komponen yang dapat digunakan untuk pembuatan pelapis edibel dapat terdiri dari tiga kategori yaitu hidrokoloid, lipid dan kombinasinya (komposit). Hidrokoloid terdiri atas protesi, turunan selulosa, alginat, pektin, tepung (*starch*) dan polisakarida lainnya. Sedangkan dari golongan lipid antara lain lilin (*waxes*), gliserol dan asam lemak. Berdasarkan komposisi hidrokoloid terbagi atas karbohidrat dan protein. Karbohidrat terdiri dari tepung (*starch*), gum tumbuhan (alginat, pektin dan gum arab) dan pati termodifikasi. Pada umumnya pelapis edibel dari polisakarida mempunyai sifat penghambatan terhadap gas yang lebih baik dari pada uap air. Protein yang dapat digunakan untuk membuat pelapis

edibel antara lain gelatin, kasein, protein kedelai, whey protein, whey gluten dan zein. Secara umum protein dan polisakarida sangat hidrofilik, tidak dapat digunakan sebagai *barrier* kelembaban permukaan yang dipotong dan mempunyai aktivitas air permukaan yang tinggi. Fungsi protein dan polisakarida terutama adalah sebagai pembentuk jaringan tiga dimensi dimana lemak terdispersi (Donhowe dan Fennema 1994).

Beberapa keuntungan yang diperoleh dari pengaplikasi *edible coating* yaitu menurunkan aktivitas air pada permukaan bahan sehingga kerusakan oleh mikroorganisme dapat dihindari, memperbaiki struktur permukaan bahan sehingga permukaan menjadi mengkilat, mengurangi terjadinya dehidrasi sehingga susut bobot dapat dicegah, mengurangi kontak dengan oksigen dengan bahan sehingga ketengikan dapat dihambat, sifat asli produk seperti flavour tidak mengalami perubahan dan memperbaiki penampilan produk.

Untuk menutupi kelemahan pelapis edibel hidrokolid dan memanfaatkan keunggulan pelapis edibel lipid. Dapat digunakan bahan komposit yang merupakan gabungan antara hidrokolid dengan lipid. Keunggulan pelapis edibel komposit terutama dalam kemampuannya menahan laju transmisi uap air dan gas telah banyak diteliti. Pelapis edible dari hidrokolid dengan lipid dapat mereduksi kehilangan air pada potongan buah apel sebesar 92 %, menekan laju respirasi sebesar 70 % dan produksi etilen sebesar 90 % pada suhu 23 °C dan RH 50 %.

Prinsip pembuatan edibel sama dengan *edible film*. Hal yang membedakan adalah cara pembentukannya. Pelapis edibel langsung dibentuk pada permukaan produk, sedangkan *edible film* dibentuk secara terpisah dari produk. Donhowe dan Fennema (1994), mengemukakan bahwa pembuatan film dan pelapis edibel

dapat dilakukan dengan cara konservasi (*conservation*), pemisahan pelarut (*solvent removal*) dan pemadatan larutan (*solidification of melt*).

D. Asam Askorbat

Asam askorbat ($C_6H_8O_6$) atau vitamin C merupakan salah satu bentuk *anti-browning* yang secara alami terdapat pada tumbuhan. Pada tahun 1932 asam askorbat ditemukan oleh Szent-Gyorgyi dan C.Glenn Aking, yang mengisolasi zat antiskorbut dari jaringan adrenal, jeruk, dan kol yang dinamakan vitamin C. Menurut Almatsier (2011), vitamin C adalah padatan kristal yang berwarna putih, tidak berbau, tidak larut dalam etil alkohol, mudah larut dalam air dan mudah rusak karena reaksi oksidasi terutama jika dipanaskan. Asam askorbat akan dioksidasi membentuk asam dehidroaskorbat. Pemanasan dehidroaskorbat akan membentuk 2,3 diketoglukonat dengan mengikat sebuah molekul air. Asam 2,3 diketoglukonat akan membentuk furfural dengan melepaskan CO_2 , sehingga akan membentuk pigmen yang berwarna coklat.

Dalam reaksi pencoklatan enzimatis, asam askorbat berperan sebagai anti oksidan yang menghabiskan oksigen pada permukaan. Selain itu secara langsung dengan mereduksi o-quinon kembali menjadi o-difenol, bereaksi dengan quinon-quinon pada komponen yang mengalami perubahan warna dan menekan kerja enzim (Zawitowski *et al.*, 1991). Secara tidak langsung asam askorbat mereduksi ion logam Cu^{2+} menjadi Cu^+ , asam askorbat termasuk sebagai pereduksi logam yang kuat. Asam askorbat mereduksi o-quinon dengan 2 gugus hidroksilnya (pada C_2 dan C_3), sehingga o-quinon yang dapat berperan sebagai oksidator yang baik, asam askorbat sebagai pereduksi mengakibatkan reaksi oksidasi-reduksi berlangsung relatif cepat. Reaksi ini mencegah terbentuknya polimer o-quinon.

Oksigen dapat mengoksidasi vitamin C menghasilkan asam dehidroaskorbat dan hidrogen peroksida. Oksigen yang telah bereaksi dengan vitamin C mencegah oksidasi o-difenol. Dengan tidak terbentuknya o-quinon sebagai hasil oksidasi berarti pencoklatan dapat dicegah (Schuler, 1990).

Mekanisme kerja asam askorbat tidak menghambat secara langsung seperti halnya sulfit, melainkan melalui mereduksi quinon yang terbentuk menjadi substrat polifenol. Proses ini disertai dengan penurunan aktivitas enzim, oleh karena itu dikenal juga sebagai reaksi inaktivasi (Desrosier, 1988). Asam askorbat memiliki aktivitas tinggi sebagai inhibitor proses *browning* enzimatis karena kemampuannya mereduksi quinon kembali menjadi senyawa fenol sebelum mengalami reaksi lebih lanjut menjadi pigmen.

Menurut Javdani *et al.*, (2013), membandingkan efektivitas perlakuan air panas (50°C) dan asam askorbat (1%v/v) terhadap kontrol *browning* enzimatis dalam buah apel segar. Hasil penelitian menunjukkan kedua perlakuan dapat mengurangi *browning*, walaupun perlakuan asam askorbat lebih efektif. Sedangkan menurut Yohanes dan Ririn (2016) larutan *anti-browning* yang efektif digunakan dalam mencegah pencoklatan buah apel Malang potong adalah asam askorbat dengan konsentrasi 3%.

E. Asam Sitrat

Rumus kimia asam sitrat adalah $C_6H_8O_7$ atau $CH_2(COOH)-COH(COOH)-CH_2(COOH)$, struktur asam ini tercermin pada IUPAC-nya, asam 2-hidroksi 1,2,3- propanatrikarboksilat. Keasaman Asam Sitrat didapatkan dari tiga gugus karboksil COOH yang dapat melepas proton dalam larutan. Jika hal ini terjadi, ion yang dihasilkan adalah ion sitrat.

Asam sitrat merupakan senyawa intermediet dari asam organik yang berbentuk kristal atau serbuk putih. Sifat-sifat asam sitrat antara lain: mudah larut dalam air, spiritus, dan ethanol, tidak berbau, rasanya sangat asam, serta jika dipanaskan akan meleleh kemudian terurai yang selanjutnya terbakar sampai menjadi arang. Asam sitrat merupakan agen pengkelat. Asam sitrat menghambat terjadinya pencoklatan karena dapat mengkompleks ion tembaga yang dalam hal ini berperan sebagai katalis dalam reaksi pencoklatan. Selain itu, asam sitrat juga dapat menghambat pencoklatan dengan cara menurunkan pH sehingga enzim PPO menjadi inaktif (Winarno, 2002).

Asam sitrat adalah asam trikarboksilat yang tiap molekulnya mengandung tiga gugus karboksilat, selain itu ada satu gugus hidroksil yang terikat pada atom karbon di tengah. Asam sitrat termasuk asidulan, yaitu senyawa kimia yang bersifat asam dan ditambahkan pada proses pengolahan makanan dengan berbagai tujuan. Asidulan dapat bertindak sebagai penegas rasa dan warna atau menyelubungi after taste yang tidak disukai. Sifat senyawa ini dapat mencegah pertumbuhan mikroba dan bertindak sebagai pengawet. Asam sitrat (yang banyak terdapat dalam lemon) sangat mudah teroksidasi dan dapat digunakan sebagai pengikat oksigen untuk mencegah buah berubah menjadi berwarna coklat. Ini sebabnya mengapa bila potongan apel direndam sebentar dalam jus lemon, warna putih khas apel akan lebih tahan lama. Asam ini ditambahkan pada manisan buah dengan tujuan menurunkan pH manisan yang cenderung sedang sampai di bawah 4,5 dengan turunnya pH maka kemungkinan mikroba berbahaya yang tumbuh semakin kecil. Keasaman (pH) yang rendah juga akan mendisosiasi sulfit dan benzoat menjadi molekul.

Menurut Manopoulou dan Theodros Varzakas (2011), efek asam askorbat, asam sitrat, dan kalsium klorida pada kol yang diproses minimal. Menunjukkan bahwa asam askorbat dapat mempertahankan kualitas secara keseluruhan selama 14 hari pada 0°C dan 7 hari pada 5°C. Tidak ada perbedaan *browning* antara perlakuan dan sampel pada kedua temperatur. Kalsium klorida mempertahankan kualitas selama 14 hari pada kedua temperatur. Asam sitrat (1% v/v) dapat mempertahankan warna dan kualitas kol segar, menurunkan *browning* dan melindungi kol dari pembentukan bintik-bintik hitam. Sedangkan penggunaan asam sitrat 2% dapat menurunkan indeks *browning* dan peningkatan enzim dehidrogenase lebih besar (Oktarina dkk., 2017).

F. Natrium Bisulfit

Natrium bisulfit berbentuk serbuk, berwarna putih, mudah larut dalam air, sedikit larut dalam alkohol, berbau khas seperti gas sulfur dioksida, mempunyai rasa asam dan asin. Pada konsentrasi 200 ppm bahan pengawet ini dapat menghambat pertumbuhan bakteri, kapang, dan khamir (Chichester and Tanner, 1975). Natrium bisulfit adalah bahan sulfitasi yang tidak karsinogenik dan telah mendapat predikat GRAS (Generally Recognized As Safe) dari Food and Drug Administration (FDA).

Mekanisme menghambat pertumbuhan mikrobia oleh senyawa sulfur adalah dengan merusak sel mikrobia, mereduksi ikatan sulfida, bereaksi dengan gugus karbonil. Molekul asam sulfit yang tidak terdisosiasi akan masuk ke dalam sel mikrobia. Karena sel mikrobia pHnya netral, asam sulfit akan terdisosiasi sehingga dalam sel mikrobia banyak terdapat ion H⁺ yang menyebabkan pH sel

menjadi rendah, keadaan ini menyebabkan sel mikrobia rusak (Winarno dan Jennie, 1974).

Senyawa-senyawa sulfit biasa digunakan berbentuk bubuk kering, seperti natrium atau kalium sulfit, natrium atau kalium bisulfit dan kalium metabisulfit. Ada dua tujuan yang diinginkan dari penggunaan sulfit yaitu: untuk mengawetkan (sebagai senyawa anti mikroba) dan untuk mencegah perubahan warna bahan makanan menjadi kecoklatan.

Mekanisme sulfit dalam pencegahan reaksi pencoklatan non-enzimatis yaitu sulfit akan membelokir gugus karbonil dari gula reduksi, akibatnya asam amino tidak dapat bereaksi dengan gula reduksi. Gugus karbonil dari gula reduksi pada akhirnya akan bereaksi dengan komponen sulfit membentuk hidroksi sulfonat yang stabil. Dengan demikian tidak akan terjadi reaksi antara komponen gula dengan komponen asam amino yang menyebabkan pembentukan melanoidin (Iyengar dan Evily, 1992). Menurut Fennema (1996), ion sulfit akan bereaksi dengan group karboksil dari gula pereduksi membentuk α - hidroksi sulfonat. Senyawa ini tidak bereaksi dengan gugus amino dari protein, sehingga reaksi Maillard tidak terjadi. Sedangkan Braverman (1963), menyatakan bahwa natrium bisulfit (NaHSO_3) dapat mencegah terjadinya reaksi Maillard karena NaHSO_3 akan bereaksi dengan gugus karbonil bebas sehingga gugus karbonil tersebut tidak dapat bereaksi dengan asam amino.

Penelitian Widiyowati (2007), menghasilkan kadar natrium bisulfit yang digunakan sebagai larutan perendam irisan ubi jalar kuning mempengaruhi kadar protein dan vitamin C pada tepung ubi jalar kuning yang dihasilkan. Makin tinggi kadar natrium bisulfit dalam larutan perendam dapat menghambat penurunan

kadar protein dan vitamin C dari tepung yang dihasilkan. Lama perendaman irisan ubi jalar kuning memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kadar protein dan kadar vitamin C. Makin lama perendaman maka penurunan kadar protein makin dapat ditekan, sebaliknya menghasilkan efek kehilangan vitamin C yang semakin besar. Penggunaan larutan perendaman dengan kadar natrium bisulfit sebesar 0,3 % dan lama perendaman 10 menit merupakan metode terbaik karena dapat mempertahankan kadar protein hingga 50 % dari kadar protein ubi jalar kuning segar. Sedangkan perendaman irisan buah pisang larutan natrium bisulfit 0,1% dapat mencegah *browning* (Dewi dan Nur., 2010). Penambahan natrium bisulfit sebanyak 1000 ppm pada jamur tiram dapat mempertahankan mutunya selama 5 hari penyimpanan (Dodi dkk., 2013).

G. Karagenan

Sebagian besar wilayah Indonesia adalah perairan yang memiliki hasil berlimpah salah satu hasil lautnya yaitu rumput laut. Rumput laut sudah umum dikenal dan diolah dalam berbagai bentuk, misalnya dibuat lalapan, acar, puding, manisan, tepung karagenan serta bahan untuk obat-obatan.

Menurut Winarno (1990), karagenan merupakan polisakarida yang berantai lurus berupa molekul galaktan. Karagenan merupakan senyawa hidrokoloid yang terdiri dari tiga tipe yaitu kappa, iota, dan lambda. Tipe karagenan yang paling banyak dalam aplikasi pangan adalah kappa karagenan. Salah satu sifat dari karagenan adalah mampu mengubah cairan menjadi padatan atau menjadi gel yang bersifat *reversible* hal inilah menyebabkan banyak yang menggunakan tepung karagenan, baik dalam industri pangan maupun industri non pangan. Karagenan dapat diperoleh dari alga merah, salah satu jenisnya adalah dari

kelompok *Euchema sp.* Karagenan larut dalam air tapi membutuhkan panas agar bisa mencapai kondisi kelarutan yang sempurna suhu yang dibutuhkan yaitu 50-80°C (tergantung pada kation pembentuk gelnya).

Karagenan telah banyak dimanfaatkan dalam industri farmasi, kosmetika, pangan dan non pangan. Dalam industri pangan karagenan digunakan sebagai stabilisator pada es krim, pembentuk gel pada jeli dan puding serta sebagai *edible coating*. Dalam bidang pertanian, karagenan digunakan pada pascapanen buah sebagai *edible coating* maupun *edible film* (pelapis) pada buah. Menyatakan bahwa pembuatan karamel karagenan digunakan untuk meningkatkan kehalusan dan tekstur yang menarik (Pujimulyani, 2012).

Kappa karagenan dan iota karagenan memiliki sifat termoreversibel. Pada kondisi panas, polimer karagenan berupa kumparan-kumparan acak yang teratur, sedangkan pada kondisi dingin polimer karagenan membentuk jaringan tiga dimensi berbentuk *double helik*. Pendinginan lebih lanjut akan menyebabkan terjadinya pengaturan rantai *double helik* sehingga akan membentuk struktur gel. Sifat khusus yang dimiliki karagenan yaitu reaktifitasnya terhadap molekul protein. Kemampuan gelasi karagenan kappa dan iota tergantung pada perbandingan antara iota dan kappa karagenan, sedangkan lamd karagenan tidak memiliki kemampuan untuk membentuk gelasi (Winarno, 1990).

Penggunaan *edible coating* konsentrasi karagenan 2,5% dan gliserol 2% pada buah stroberi mampu menghambat penurunan nilai kekerasan dan perubahan total asam buah stroberi (Rita., dkk 2015). Sedangkan pada formula *edible coating* aplikasi pada jeruk manis dengan konsentrasi karagenan 2% dan gliserol 0,5% dapat menghambat penurunan susut bobot dan mempertahankan kandungan

vitamin C (Arie dkk., 2013). Penggunaan pelapis dapat dimakan karagenan 2% dan gliserol 1% pada melon potong mampu meningkatkan susut bobot, total padatan terlarut, dan angka lempeng total buah melon potong (Doddy., dkk 2017).

H. *Fresh-cut*

Potong segar (*Freshcut*) atau pengolahan minimal merupakan pengolahan buah atau sayuran yang melibatkan pencucian, pengupasan dan pengirisan, sehingga mudah dikonsumsi tanpa menghilangkan kesegaran dan nilai gizi yang dikandungnya (Perera, 2007). Buah terolah minimal memberikan penampilan segar, cepat disajikan dan lebih menawarkan jaminan mutu dibandingkan buah utuh karena konsumen dapat melihat langsung kondisi daging buah. Kondisi ideal buah potong segar berkaitan dengan penampilan umum produk, kualitas sensorik, rasa dan kualitas gizi. Konsumen menilai kualitas dari buah potong segar bergantung pada penampilan produk, kekerasan, aroma, rasa, tekstur, kualitas nutrisi dan yang terakhir keamanan dikonsumsi (mikrobiologi). Produk buah potong segar tidak hanya harus terlihat segar, tetapi harus memiliki sensorik sifat aroma, rasa, tekstur, aman, sehat dan bergizi dengan produk yang terlihat *freshly*. Jadi hanya produk segar berkualitas baik harus digunakan sebagai bahan awal dalam pengolahan buah potong segar (Jennylynd and Tipvanna, 2010).

Buah yang terolah minimal lebih rentan mengalami perubahan dari segi fisiologi, kimia dan biokimia jika dibandingkan dengan buah yang masih utuh. Hal ini disebabkan hilangnya kulit buah sebagai pelindung alami dan hilangnya keutuhan pada sel akibat perlakuan pengupasan dan pemotongan. Perubahan-perubahan tersebut meliputi peningkatan respirasi, peningkatan transpirasi, peningkatan aktivitas enzim, peningkatan produksi etilen, perubahan warna,

flavor, degradasi membrane lipid, pembentukan metabolit sekunder, pencoklatan oksidatif dan pertumbuhan mikroba. Jika perubahan pada buah *fresh-cut* tetap dibiarkan akan berakibat pada kerusakan mutu dan memperpendek umur simpan produk (Latifah, 2009).

I. Hipotesis

Pengaruh pemberian natrium bisulfit 0,3% dengan penambahan *edible coating* karagenan 2% pada *fresh-cut* buah apel Manalagi (*Malus sylvestris mill*) dapat menghambat proses *browning*.