

I. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Fresh-cut* Apel Manalagi (*Malus sylvestris* Mill)

Pengolahan minimal atau *fresh-cut* merupakan pengolahan produk sayuran maupun buah-buahan yang melibatkan perlakuan berupa pencucian, pengupasan dan pengirisan sebelum dilakukan pengemasan serta menggunakan suhu rendah maupun atmosfer termodifikasi tanpa menghilangkan kesegaran dan kandungan gizi yang dikandungnya (Perera, 2007). Selain itu, *fresh-cut* juga merupakan alternatif untuk mempercepat dan mempermudah proses pengolahan, meningkatkan, meningkatkan keamanan dan kualitas, memperluas distribusi dan mengurangi limbah sampah yang dapat mencemari lingkungan (Asgar, 2017). Kelebihan produk sayuran dan buah-buahan yang telah terolah minimal selain memberikan kemudahan dalam penyajian dan konsumsi *ready-to-eat* juga memungkinkan konsumen untuk melihat secara langsung kondisi produk sehingga menawarkan jaminan mutu dan kepercayaan konsumen yang lebih tinggi dibandingkan buah utuh. Selain itu, ukuran tidak akan lagi menjadi patokan konsumen untuk membeli produk sayuran dan buah-buahan tersebut. Untuk buah berukuran besar, konsumen tidak lagi perlu harus mengeluarkan uang ekstra hanya untuk membeli sedikit bagian buah yang diinginkan, sehingga dapat lebih menghemat pengeluaran (Hasbullah, 2006).

Fresh-cut apel merupakan produk yang pertama kali diperkenalkan di wilayah Amerika Utara di mana inovasi ini juga membuka kesempatan industri apel untuk lebih berkembang (Brushett dan Lacasse, 2006; Toivonen, 2006). Keberadaan produk *fresh-cut* apel ini lahir dari suatu konsep untuk menjawab

beberapa penelitian mengenai *antibrowning*, teknologi kemasan, analisis sensorik, fisiologi pascapanen, patologi pascapanen serta mikrobiologi pada makanan (Toivonen, 2006). Sementara itu, di Indonesia masih sangat jarang ditemui produk potong segar apel yang dijual di supermarket maupun pasar modern lainnya. Hal tersebut tentunya disebabkan oleh rentannya apel mengalami pencoklatan yang mempengaruhi warna dan fisik produk tersebut. Indonesia sendiri diketahui memiliki varietas lokal Manalagi yang memiliki keunggulan dalam hal rasa yang manis, renyah dan kaya nutrisi walaupun saat ini nilai jual kultivar tersebut kalah bersaing dengan apel impor akibat penampilan yang kurang menarik konsumen. Oleh karenanya prospek untuk menambahkan nilai jual dan nilai tambah apel manalagi masih sangat terbuka peluangnya untuk dikembangkan.

Apel Manalagi diketahui sudah dianggap sebagai apel asli Indonesia. Hal tersebut disebabkan pada negara-negara empat musim tidak ada satupun kultivar apel yang memiliki karakteristik yang menyerupai apel Manalagi. Apel ini berasal dan mayoritasnya dibudidayakan di daerah Batu, Malang, Jawa Timur (Kusumo, 1984). Ciri-ciri dari apel ini yaitu bentuk buahnya *round* dan kulit buahnya berpori putih. Diameter buah berkisar antara 5 – 7 cm dengan berat antara 75 – 169 g/buah. Daging buahnya renyah dengan warna putih kekuningan dan kering (kadar air 84,05%). Bentuk biji bulat dengan ujung tumpul berwarna coklat tua. Keistimewaan dari apel ini yaitu walaupun buahnya belum terlalu tua, namun memiliki daging buah yang kesat, rasanya manis dan aromanya harum walau tidak terlalu tajam (Untung, 1994).

Yuniarti, dkk *dalam* Untung (1994) menyatakan bahwa kandungan etilen buah apel Manalagi meningkat tajam pada umur 114 hari setelah bunga mekar, sehingga umur tersebut juga dapat dijadikan perkiraan waktu pemetikan. Selama ini, standar mutu yang berlaku untuk apel berdasarkan berat, ukuran dan jumlah per kilogramnya terdiri atas 4 *grade* yaitu *Grade A* = 15,90 % (3 – 4 buah/kg), diameter buah antara 7 – 8 cm, *Grade B* = 45,20 % (5 – 7 buah/kg) diameter buah antara 6 – 7 cm, *Grade C* = 29,60 % (8 – 10 buah/kg) diameter buah antara 5 – 6 cm dan *Grade D* = 7 % (11 – 15 buah/kg) diameter buah < 5 cm. Buah apel yang berukuran sangat kecil (*krill*) dan cacat/rusak tidak dimasukkan dalam kelas A sampai D namun dimasukkan ke dalam *Grade E*. secara umum *Grade E* tidak memiliki ukuran spesifik karena apabila *Grade A* sampai D rusak atau cacat akan dimasukkan ke dalam *Grade E* (Prihatman, 2000).

Apel lokal (Manalagi) dinilai kurang bersaing dipasaran dengan apel impor. Terdesaknya apel lokal oleh apel impor disebabkan oleh masih rendahnya standarisasi mutu dari apel lokal. Apel lokal memiliki penampakan warna yang kurang maksimal, ukuran buah yang tidak seragam, serta memiliki daging yang agak keras dibanding apel impor. Walaupun demikian, menurut Kusumo (1994) *Grade A* dan *Grade B* apel lokal (Manalagi) masih bisa bersaing dengan apel impor di pasaran. Rata-rata dari 1 ton apel Manalagi yang layak masuk grade hanya sekitar 60 %, sehingga tentunya kriteria apel dengan *grade* tinggi menjadi lebih sedikit. Kurang adanya promosi juga menyebabkan belum banyak dikenalnya Apel Manalagi di luar negeri. Oleh karenanya, inovasi berupa *fresh-*

cutapel Manalagi diharapkan dapat menjadi ajang promosi serta memberi nilai tambah dan meningkatkan nilai jual apel lokal khususnya varietas Manalagi.

B. Pencoklatan Enzimatis (*Browning*)

Proses pemotongan sayuran dan buah-buahan menjadi produk yang terolah minimal (*fresh-cut*) dapat memacu proses terjadinya respirasi akibat adanya pelukaan pada produk tersebut. Selain itu, pemotongan juga dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya serangan mikroba, pelunakan jaringan, memicu kerusakan, kehilangan air, *off-flavors* serta pencoklatan enzimatis (*browning*) (Carvalho *et al.*, 2016). Secara teori menurut Winarno (1997), proses pencoklatan terdiri atas dua jenis yaitu 1) pencoklatan non-enzimatis berupa karamelisasi, reaksi Maillard, dan pencoklatan akibat vitamin C, serta 2) pencoklatan enzimatis yang banyak ditemui pada produk-produk *fresh-cut* baik sayuran maupun buah-buahan di mana produk tersebut banyak mengandung senyawa fenol.

Produk sayuran dan buah-buahan terkandung berbagai enzim yang berkerja pada masing-masing substrat tertentu. Beberapa enzim yang dapat mengkatalisis proses terjadinya reaksi pencoklatan di antaranya yaitu fenol oksidase, polifenol oksidase (PPO), peroksidase (POD) dan fenolase/polifenolase. Sementara itu senyawa fenolik dapat berperan sebagai substrat. Senyawa fenolik terbagi menjadi senyawa fenol sederhana (asam amino, tirosin, asam kafeat, katekol) dan kompleks (antosianin, lignin dan tanin) (Muchtadi, 1992).

Substrat dan enzim dalam buah-buahan yang awalnya ter-*kompartmentalisasi*, akibat adanya pelukaan menyebabkan keduanya (substansi & enzim) bercampur sehingga terjadilah *browning*. Secara rinci *browning* terjadi

setelah terjadi reaksi antara substrat berupa senyawa fenolik yang terdapat di vakuola bercampur dengan enzim PPO dan enzim POD yang terdapat di sitoplasma serta di bantu oksigen sebagai *co-substrat* (Marshall *et al.*, 2000). Reaksi ini memproduksi *quinone* yang akan bereaksi spontan menghasilkan melanin serta zat yang memicu warna coklat atau hitam pada daging buah (Lante *et al.*, 2016).

Beberapa pencegahan terbentuknya warna coklat pada sayuran dan buah-bahan yang dapat dilakukan di antaranya dengan : (1) menghilangkan oksigen pada permukaan sayuran atau buah-buahan yang terpotong, misalnya dengan merendam dalam air, (2) menghilangkan tembaga yang terdapat pada gugus prostetik enzim polifenol oksidase dengan menggunakan pengkelat seperti EDTA, asam-asam organik, dan fosfor sehingga enzim PPO tidak dapat melangsungkan reaksi *browning*, (3) inaktivasi enzim PPO dengan melakukan blansir pada sayuran atau buah-buahan, (4) penyimpanan suhu rendah (dingin), (5) menambahkan senyawa antioksidan, dan (6) menggunakan *edible coating* (Marshall *et al.*, 2000). Seiring dengan perkembangan zaman beberapa percobaan selain ditujukan untuk mengurangi risiko terjadinya pencoklatan enzimatis juga dilakukan guna menghambat serangan mikrobia (utama dan setiawan, 2016).

C. *Edible Coating* CMC (*Carboxymethyl Cellulose*)

Edible coating merupakan lapisan tipis terbuat dari bahan yang dapat dimakan lalu dibentuk di atas komponen makanan (*coating*) atau diletakkan di antara komponen makanan (*film*) serta berfungsi sebagai penahan (*barrier*) perpindahan massa (kelembaban, oksigen, lipida, zat terlarut) dan atau sebagai

pembawa (*carrier*) bahan tambahan makanan seperti bahan pengawet untuk meningkatkan kualitas dan umur simpan makanan (Krochta, 1992). Sementara itu, menurut Baldwin *et al* (1995) menyatakan bahwa *edible coating* menawarkan suatu metode untuk memperpanjang umur simpan pada beberapa komoditas pangan. Selain itu, pengolahan secara minimal (*minimally processed*) untuk menjaga kesegaran dapat diusahakan menggunakan bahan ini karena menyediakan lapisan pemisah semipermeable antara gas dan uap air (*water vapor*), sehingga dampaknya dapat mengurangi respirasi serta kehilangan air serta dapat digunakan sebagai pembawa bahan pengawet maupun antioksidan. *Edible coating* umumnya terbuat dari bahan-bahan seperti lipid, resin, polisakarida, dan protein. Sebagai tambahan *plasticizers* seperti wax, minyak, alkohol dan lain-lain untuk meningkatkan sifat fisik dari lapisan (tingkat fleksibilitas dan pemanjangan substansi-substansi polimer) (Andres, 1984; Gennadions and Weller, 1990).

Penggunaan *coating/film* merupakan bentuk pencegahan yang efektif terhadap kehilangan uap air, migrasi zat terlarut, respirasi, reaksi oksidatif dan menghambat proses pematangan fisiologis alami (Chiabrando, 2015). Septiana (2009) menyatakan beberapa keuntungan penggunaan *edible coating* antara lain : (1) dapat mengurangi limbah, (2) mempertahankan nilai gizi komoditas, (3) dapat dikonsumsi, (4) biaya yang relatif rendah, (5) *carrier* senyawa antimikroba dan antioksidan, (6) memperbaiki kualitas visual dan fisik dari bahan makanan.

Edible coating memiliki penggolongan berdasarkan bahan penyusunnya yaitu hidrokoloid (protein dan polisakarida), lipida serta komposit (campuran antara bahan hidrokoloid dan lipida). Bahan hidrokoloid baik polisakarida

maupun protein memiliki sifat hidrofilik sehingga pada umumnya memiliki sifat penghambat (*barrier*) terhadap uap air yang rendah (Wong *et al.*, 1994). Keunggulan lain penggunaan *coating* berbahan dasar polisakarida yaitu dapat memperbaiki flavor, tekstur, warna, mengurangi tingkat kebusukan, meningkatkan umur simpan selama penjualan (Krochta *et al.*, 1994). Bahan ini meliputi protein (zein jagung, gluten gandum, kacang tanah, gelatin, whei, kasein, telur kolagen (Baldwin, 2012), turunan selulosa, alginat, pektin, pati dan polisakarida. Sementara itu, bahan *coating* lipida contohnya terbuat dari lilin, asam lemak, dan gliserol yang mana pada umumnya bersifat hidrofobik sehingga akan lebih efektif digunakan sebagai penahan uap air. Untuk memperbaiki sifat pelapis/*coating* yang dihasilkan, dapat dilakukan melalui pencampuran atau komposit antara bahan yang bersifat hidrofilik (senyawa hidrokoloid) dengan bahan yang bersifat hidrofobik (senyawa lipida), sehingga di samping membentuk *coating* yang tahan uap air juga memiliki sifat yang selektif terhadap gas O₂ dan CO₂ (Baldwin *et al.*, 1995).

Penggunaan *edible coating* untuk produk *fresh-cut* sayuran maupun buah-buahan dapat diberikan beberapa bahan tambahan untuk memberikan fungsi yang lebih spesifik terlepas dari fungsi utama dari bahan pelapis. Beberapa bahan tambahan tersebut di antaranya senyawa antimikroba, antioksidan, flavor, pewarna dan *plasticizer*. Sebagai contohnya, bahan tambahan yang mengandung senyawa antimikroba seperti asam benzoat, asam sorbat, potasium sorbat, asam propionat maupun bahan-bahan alami untuk memperlambat pertumbuhan mikroba. Antioksidan berupa senyawa fenolik maupun senyawa asam juga

merupakan bahan tambahan yang dapat digunakan dalam pelapis untuk melindungi dari reaksi oksidatif, degradasi nutrisi maupun perubahan warna. Senyawa fenolik di antaranya berupa BHA (*butylated hydroxyanisole*), BHT (*butylated hydroxytoluene*), tokoferol, dan propil galat. Sedangkan senyawa-senyawa asam berupa asam askorbat, asam sitrat, dan asam fosforat juga dapat bersinergi dengan senyawa polifenol untuk menghasilkan pelapis yang lebih baik dan efektif. Sementara itu, *plasticizer* yang umum digunakan yaitu gliserol untuk memperbaiki sifat fisik dari pelapis/*film* yang terbentuk (Donhowe-Irene dan Fennema, 1994).

CMC (*Carboxymethyl Cellulose*) sering digunakan sebagai bahan pengemulsi dan penstabil pada *edible coating* komposit antara bahan bersifat hidrofilik dan hidrofobik (Santoso, 2004). Secara struktur molekular CMC merupakan turunan selulosa (polisakarida anionik) yang memiliki rantai panjang dan lurus, larut dalam air, dan dapat diperoleh melalui reaksi selulosa basa/alkali dengan natrium monokloroasetat (Bono *et al.*, 2009; Nisperos-Carriedo, 1994). Menurut Kamal (2010), beberapa sifat dan fungsi CMC yaitu : (1) mudah larut dalam air dingin maupun panas (tahan panas), (2) bersifat stabil terhadap lemak dan tidak larut dalam pelarut organik, (3) baik sebagai bahan penebal, (4) sebagai zat inert, dan (5) bersifat sebagai pengikat. CMC banyak digunakan dalam industri farmasi, detergen, tekstil, kosmetik, pengeboran (gas dan minyak) serta industri pangan. Pada bahan pangan CMC dapat berfungsi sebagai pengental, penstabil emulsi dan bahan pengikat.

CMC dapat berperan sebagai pelapis dalam suatu produk terolah minimal untuk menjaga kualitas baik secara fisik maupun fisiologis untuk memperpanjang umur simpan. Salah satu perannya secara fisiologis, pelapisan menggunakan CMC mampu melindungi buah dari pencoklatan enzimatis (*browning*). Adapun mekanismenya yaitu sifat hidrokoloid dari CMC yang baik kemampuannya untuk menahan gas oksigen dari lingkungan dapat meminimalkan respirasi yang terjadi. Selain itu oksigen yang berperan sebagai co-substrat pencoklatan enzimatis terhadap oksidasi fenolase dapat ditahan dengan baik terkait kemampuan CMC yang memberikan ikatan hidrogen yang kompak. CMC memberikan nilai kekuatan tarik (*tensile strenght*) dan pemanjangan (*elongation*) yang baik sehingga dampak pelapis tidak mudah sobek akibat goncangan maupun benturan. Meskipun begitu sifat hidrofilik dari pelapis berbahan polisakarida/karbohidrat rentan terhadap transmisi/pertukaran uap air. Sifat hidrofilik disebabkan struktur kimia didominasi dengan gugus hidroksil (OH) yang mempunyai kemampuan untuk berikatan dengan air (Paramawati 2001).

Pada praktiknya, walaupun kemampuannya membentuk film yang kuat, tetapi sangat jarang ditemui CMC digunakan sebagai pelapis tunggal dalam produk makanan. CMC sering digunakan sebagai bahan tambahan dalam formulasi *coating* bahan makanan segar maupun olahan. Adapun manfaatnya yaitu dapat menjaga tekstur, kerenyahan dan kekerasan produk, menghambat pertumbuhan jamur dan kapang pada keju dan sosis, serta mengurangi penyerapan oksigen tanpa menyebabkan peningkatan kadar CO₂ pada jaringan buah-buahan (Nisperos-Carriedo, 1994). Terbukti oleh Miskiyah dkk.(2015), perlakuan *coating*

paprika dengan campuran CMC 1%, pati sagu, dan minyak sereh dapat memperpanjang umur simpan dan menjaga kandungan vitamin C sebanyak 1,5 mg/100 g selama 27 hari penyimpanan. Pada penelitian yang lain membuktikan *edibel coating* CMC 1,5% dan suhu pengeringan 40°C mampu menjaga kadar air 11,18%, karoten 6,408 mg/g, rendemen 8,85% serta warna yang baik pada wortel kering instan (Nurchayono dan Zubaidah, 2015). Arnon, (2015) menyatakan pelapis CMC dengan konsentrasi 1,5% memberikan hasil kerenyahan tertinggi, susut berat rendah, permeabilitas gas yang baik, rasa dan tampilan permukaan yang dapat diterima. Secara fisik, kadar CMC konsentrasi 1,5% mampu meningkatkan sifat fisik *edible film* dengan meminimalisir laju transmisi uap air, meningkatkan kuat tarik dan persen pemanjangan (Shodiq, 2017).

D. Minyak Atsiri Daun Sirih

Daun sirih (*Piper betle* L.) sering dikenal sebagai tanaman obat yang memiliki beberapa khasiat di antaranya sebagai zat aromatik, antiseptik sariawan, gatal-gatal, pendarahan, batuk, melindungi fungsi hati, mencegah diare dan antijamur kulit. Sirih juga diketahui menghasilkan minyak atsiri dengan kandungan 82,8% senyawa fenol dan sisanya merupakan senyawa bukan fenol. Minyak atsiri daun sirih mengandung senyawa fenolik (*betlephenol*) dan beberapa derivatnya di antaranya, *euganol*, *kavikol*, *karvakrol sineol*, *salinen*, *terpen*, *triterpenoid*, *steroid*, *fenilpropan*, *flavonoid*, dan *tannin* (Darwis, 1992; Sostroamidjojo, 2001). Persenyawaan fenol tersebut dikenal memiliki aktivitas antimikroba serta dapat digunakan sebagai antioksidan (Parwata dkk., 2009).

Senyawa antioksidan alami pada tumbuhan umumnya merupakan senyawa fenolik atau polifenolik berupa golongan flavonoid, turunan asam sinamat, kumarin, tokoferol, dan asam-asam organik lainnya. Golongan flavonoid yang memiliki antioksidan meliputi *flavon*, *flavonol*, *isoflavon*, *kateksin*, dan *kalkon*. Golongan flavonoid memiliki sifat antioksidan baik dalam lipida cair maupun makanan berlipida. Sementara turunan asam sinamat meliputi asam kafeat, asam ferulat, asam klorogenat dan lain-lain (Inayatullah, 2012). Senyawa antioksidan polifenolik ini bersifat multifungsional, dapat bereaksi sebagai pereduksi, penangkap radikal bebas, dan pengkelat logam (Rahayu, 2010). Polifenol menunjukkan aktivitas antioksidan yang kuat dan memberikan manfaat fisiologis secara *in vivo* dan *in vitro* (Pandey dan Rizvi, 2009). Polifenol pada apel diketahui juga dapat digunakan untuk memacu aktivitas enzim antioksidan seperti *superoxide dismutase* (SOD), katalase, askorbat peroksidase, dan *glutathion* reduktase, sehingga dapat mengendalikan browning pada buah leci (Zhang *et al.*, 2014).

E. Minyak Atsiri Lemon

Ekstrak buah lemon (*Citrus lemon*) diketahui memiliki kandungan minyak atsiri dengan sifat fisik cair kental, berwarna kuning pucat, segar, berbau tajam, pH 1,5 – 4, dan tidak larut dalam air (Himaktyar, 2017). Berdasarkan literatur terkini minyak esensial lemon diketahui mengandung lebih dari 170 antioksidan termasuk vitamin (A, C dan E), mineral (selenium, zink, tembaga, besi, dan mangan), komponen fenolik (flavonoid, asam fenolik dan kumarin), Terpenoid

(Limonen dan karoten) dan pektin (Zhou, 2012). Kandungan kimia lain padalemon dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kandungan kimia rata-rata per 100 gram sari buah lemon.

Karbohidrat	9,3 gram
Asam lemak omega-3	26 mg
Asam lemak omega-6	63 mg
Protein	1,1 gram
Vitamin A	22 IU
Vitamin C	53 mg
Vitamin E/tokoferol	0,2 mg
Kolin	5,1 mg
Ca	26 mg
Mg	8,0 mg
P	16,0 mg
K	138 mg
Air	89,0 gram
Asam sitrat	48,6 gram

Sumber : Nizhar (2012).

Sari lemon mengandung komponen antioksidan berupa asam sitrat sebanyak 48,6 g/kg (Astawan, 2008). Senyawa asam (asam sitrat, asam askorbat, asam sorbat, dan asam benzoit) merupakan antioksidan yang dapat menghambat serangan radikal bebas. Pencelupan produk *fresh-cut* apel, kubis Cina, melon dan pir pada larutan askorbat dan asam sitrat diketahui dapat mereduksi pencoklatan enzimatis. Asam sitrat dan asam askorbat yang secara alami terdapat pada tumbuhan dapat saling mendukung penghambatan enzim PPO dengan mekanisme penurunan pH. Asam sitrat sebagai antioksidan secara efektif menghambat aktivitas enzim PPO pada selada dan apel (Altunkaya & Gokmen, 2009; Pizzocaro *et al.*, 1993). Selain itu, minyak esensial lemon dapat bersifat antibakteri, antijamur, antiparasit dan kegiatan antiviral (Felipe *et al.*, 2013).