II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Buah Apel Manalagi

Apel Manalagi merupakan salah satu varietas apel lokal di Indonesia yang merajai pasaran apel lokal. Salah satu ciri utama dari apel ini yaitu, mungil dan bulat. Diameter buah sekitar 4-7 cm dengan berat 75-160 gram per buahnya. Apel ini berkulit hijau kekuningan dengan semburat merah sebesar 1,5-2% (Mianti, 2010). Daging buahnya berawarna kuning keputihan, kadar airnya hanya 84,05% dan lebih renyah daripada apel Rome Beauty dan apel Anna. Bentuk bijinya bulat dengan ujung tumpul dan berwarna cokelat tua (Sufrida, dkk., 2004).

Tabel 1. Komposisi Kimia Apel Manalagi per 100 gram Apel

Komposisi	**Kandungan**
Total gula (g)	8.29
Kadar asam (g)	0.32
Vitamin C (mg)	6.60
Gula pereduksi (g)	6.96
pH cairan buah	4.62
Fruktosa (g)	4.5
Glukosa (g)	3.72
Sukrosa (g)	4.54
Gula/asam (g)	42.56
Aktivitas antioksidan (g)	6.53
Total padatan terlarut (brix)	17.10^{o}

Sumber: Sa'adah, dkk. (2015)

Prihatman (2000) dan Mianti (2010) menyatakan, apel Manalagi dapat dipanen pada umur 114 hari setelah bunga mekar atau saat nisbah gula/asamnya telah mencapai 58 dan teksturnya 207 kg/cm^2. Apel ini memiliki rasa yang manis walaupun masih muda dan aromanya harum segar. Seiring dengan tingkat kematangan buah apel, maka kandungan gulanya juga akan bertambah (Soelarso, 1997). Selama ini standar mutu yang berlaku untuk apel berdasarkan berat, ukuran

dan jumlah per kilogramnya, terdiri 4 *grade* yaitu *Grade* A = 15.90 % (3-4 buah/kg), *Grade* B = 45.20 % (5-7 buah/kg), *Grade* C = 29.60 % (8-10 buah/kg) dan*Grade* D = 7% (11-15 buah/kg) (Marina dkk., 2015).

B. Fresh-Cut

Potong segar *(Fresh-cut)* atau pengolahan minimal (*minimal processing*) merupakan pengolahan buah atau sayuran yang melibatkan pencucian, pengupasan, dan pengirisan sehingga mudah dikonsumsi tanpa menghilangkan kesegaran dan nilai gizi yang dikandungnya (Perera, 2007). Dengan demikian, buah terolah minimal memberikan penampakan 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 (Jennylynd *and* Tipvanna, 2010). Konsumen menilai kualitas dari buah potong segar bergantung pada penampakan produk, kekerasan, kualitas sensorik (aroma, rasa dan tekstur), kualitas nutrisi dan yang terakhir keamanan dikonsumsi (mikrobilogi) (Jennylynd *and* Tipvanna, 2010).

Produk buah potong segar tidak hanya harus terlihat segar, tetapi harus memiliki sensorik sifat aroma, rasa, tekstur dan daya tarik visual terkait serta 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. Buah yang dipotong akan menghilangkan kulit buah atau lapisan epidermis. dan hilangnya keutuhan 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 *fershcut* tetap dibiarkan, hal ini akan berakibat pada kerusakan mutu dan memperpendek umur simpan produk (Indriyani, 2006).

Apel termasuk buah yang dapat mengalami reaksi pencoklatan enzimatis apabila mengalami kerusakan berupa memar ataupun pengirisan dan pemotongan (Winarno, 1997). Hal ini disebabkan di dalam apel terkandung senyawa fenol yang apabila berinteraksi dengan enzim polifenol oksidase dengan bantuan oksigen akan mengalami pencoklatan (*browning*). Senyawa fenol yang terkandung pada apel meliputi asam klorogenat, katekol, katekin, asam kafeat, 3,4-dihidroksifenilalanin (DOPA), p-kresol, 4-metil katekol, leukosianidin, dan flavonol glikosida (Marshall *et al*., 2000).

Tingginya kandungan air dan gula pada buah apel dapat menjadi media yang baik untuk partumbuhan mikroorganisme. Luka yang terjadi selama penyiapan produk potong segar akan menyebabkan keluarnya cairan sel yang merupakan bahan makanan bagi patogen sehingga dapat tumbuh dan berkembang dengan cepat (Utama dan setiawan, 2016). Menurut Rakhmawati (2013) mikroorganisme

yang sering ditemukan pada buah apel diantaranya kapang perusak genus *Pecillium, Rhizopus, Alternaria, Trichoderma* dan *Fusarium*. Sedangkan untuk bakteri yaitu, *Escherichia coll, E. sakazakii*, bakteri asam laktat dan bakteri termotoleran asam asetat. Identifikasi terdapat kapang pada buah apel *fresh-cut* berupa terlihatnya benang-benang hifa halus dan spora, sedangkan untuk bakteri terlihat lendir dipermukaan buah.

Perlakuan tambahan dapat diberikan untuk mengatasi masalah yang timbul akibat pengolahan minimal yang bertujuan mempertahankan kualitas dan memperpanjang masa simpan, di antaranya adalah (i) penggunaan bahan tambahan pangan (BTP), dan (ii) penggunaan pelapis edibel. Pelapis edibel dapat digunakan sebagai pengemas primer yang dapat dimakan dan berfungsi untuk mengawetkan dan mempertahankan kesegaran serta kualitas produk (Hasbullah, 2006).

C. Edible Coating

Edible coating adalah teknologi ramah lingkungan yang diterapkan pada banyak produk untuk mengontrol perpindahan kelembaban, pertukaran gas atau proses oksidasi. Edible coating dapat memberikan lapisan pelindung tambahan untuk memproduksi dan juga dapat memberikan efek yang sama sebagai penyimpanan atmosfer diubah dalam memodifikasi komposisi gas internal. Salah satu keuntungan utama menggunakan edible film dan coating adalah bahwa beberapa bahan aktif dapat dimasukkan ke dalam matriks polimer dan dikonsumsi dengan makanan, sehingga meningkatkan keselamatan atau gizi dan sensorik (Dhall, 2013).

Edible coating berpotensi untuk meningkatkan umur simpan buah dan sayur karena *edible coating* dapat menjadi pelindung produk olah minimal dari kerusakan mekanis, membantu mempertahankan integritas struktur sel, dan mencegah kehilangan senyawa-senyawa volatil (Nisperos-Carriedo, 1994). *Edible coating* juga dapat berfungsi sebagai *carrier* berbagai senyawa fungsional, seperti *emulsifier,* antimikroba, dan antioksidan. Selain itu, organoleptik dan nutrisi *edible coating* dapat dimodifikasi dengan menambahkan berbagai senyawa tertentu, seperti protein dan *flavor*.

Bahan *coating* yang dipilih harus memenuhi beberapa kriteria sebagai *edible coating*, antara lain : pertama, harus mampu menahan permeasi oksigen dan uap air ; kedua, sebagai *coating* yang akan dilapiskan pada makanan, bahan haruslah tidak berwarna, tidak berasa, tidak menimbulkan perubahan pada sifat makanan dan tentu saja harus aman dikonsumsi (Ririn dkk., 2014).

Komponen penyusun kemasan edibel terdiri atas 2 bagian. Komponen utama yang terdiri dari hidrokoloid, lipid dan komposit. Komponen tambahan terdiri dari plasticizer, zat anti mikroba, antioksidan, flavor dan pigmen. Komponen hidrokolid yang biasa digunakan untuk membuat edible film antara lain karbohidrat (pati, alginat, pektin, gum arab, dan modifikasi karbohidrat lainnya) dan protein (gelatin, kasein, protein kedelai, protein jagung dan glutein gandum). Sedangkan lipid yang biasa digunakan adalah lilin, gliserol dan asam lemak (Lorena dan Ampero, 2016).

D. CMC

Carboxymethyl Cellulose (CMC) adalah turunan Sellulosa kelompok karboksimetil dengan rumus kimia – CH2 – COOH, CMC terikat dengan beberapa gugus hidroksil dari monomer glukopiranosa yang membentuk tulang punggung *(polymer*) Sellulosa (garam natrium / natrium karboksimetil selulosa). Penggunaan CMC dalam ilmu pangan sebagai pengental atau pengubah viskositas, serta menyetabilkan emulsi pada berbagai macam produk. Selain mempunyai kegunaan untuk makanan, diantaranya adalah sebagai pengembang es krim, bahan pengembang roti, bahan pengembang kue dan lain-lain. CMC berbentuk tepung berwarna putih bersih tidak berbau dan tidak berasa (Andi, 2013). CMC banyak digunakan pada berbagai industri seperti: detergen, keramik, cat, tekstil, kertas dan makanan. Fungsi CMC adalah sebagai pengental, penstabil, pengikat dan emulsi atau suspensi.

CMC aman untuk dijadikan *edible coating*, karena tidak mempunyai efek negatif pada tubuh, CMC tidak dapat dicerna oleh tubuh tetapi berguna untuk mikroflora positif dalam usus. *Edible coating* adalah salah satu metode untuk memperpanjang umur simpan produk dengan cara melapisi produk dengan bahan yang dapat menjadi anti mikroba, dapat mengurangi laju respirasi dan aman untuk dimakan (*food grade*). *Edible Coating* sering disebut juga sebagai *Edible Film.* Perbedaan antara keduanya adalah *Coating* diaplikasikan dan dibentuk secara langsung yaitu menyelimuti produk biasanya dilakukan dengan cara pencelupan, sedangkan *Film* diaplikasikan setelah sebelumnya dibentuk dan dicetak menjadi lembaran (Christina dkk., 2012).

Nisperos-Carriedo (1994) menyatakan bahwa CMC dapat bereaksi dengan gula, pati, dan hidrokolid lainnya. Selain itu, CMC membantu melarutkan protein dalam bahan pangan seperti gelatin, kasein, dan protein kedelai. CMC jarang digunakan sebagai bahan dasar tunggal dalam pembuatan *edible film.* Tetapi kemampuannya untuk membentuk film yang kuat dan tahan minyak sangat baik untuk diaplikasikan sehingga sering digunakan dalam formulasi *coating.* CMC banyak digunakan dalam formulasi *coating* untuk melapisi produk segar maupun olahan. Beberapa fungsinya adalah menjaga tekstur alami, kerenyahan, dan kekerasan produk, menghambat pertumbuhan kapang pada keju dan sosis, serta mengurangi penyerapan O2 tanpa menyebabkan peningkatan kadar CO2 pada jaringan buah-buahan (Nisperos-Carriedo, 1994).

Carboxyl Methyl Celulose (CMC) yang merupakan suatu agen pengemulsi untuk memudahkan mencampur antara minyak atsiri dengan air. CMC merupakan hasil reaksi katalisasi alkali dari selulosa dengan asam kloroasetat. CMC sudah banyak digunakan sebagai pelarut dalam pembutan media tanpa memberikan pengaruh pada pertumbuhan jamur dalam media tersebut. Hal ini disebabkan karena CMC tidak mempengaruhi atau merusak komponen lipid yang merupakan struktur dari dinding sel jamur, sehingga daya penetrasinya rendah bahkan hampir tidak ada terhadap sel (Monica, 2008).

Tidak adanya tahap pematian mikrobia dalam proses minimal dan rawannya jaringan tanaman terhadap pertumbuhan mikrobia akan berakibat mudahnya terjadi kontaminasi dan pembusukan sehingga akan mempersingkat umur simpan produk potong-segar. Dengan demikian, standar kualitas dan keamanan pangan

yang tinggi sangat penting untuk menjaga pertumbuhan industri produk potong segar.

Metode yang sering digunakan adalah penambahan/ inkorporasi bahan antimikroba ke dalam edible film. Bahan antimikroba yang digunakan pada makanan seperti asam-asam organik, bakteriosin, enzim, alkohol, dan asam lemak serta ekstrak rempah atau minyak atsiri, seperti minyak kayu manis, daun serai, cengkih, dan bawang putih telah diteliti aktivitas antibakterinya. Penambahan bahan alami seperti oregano, rosemary, dan minyak bawang putih ke dalam edible film untuk mencegah pertumbuhan mikroba telah diteliti oleh Pranoto et al. (2005) serta Seydim dan Sarikus (2006). Bahan aktif tersebut ditambahkan ke dalam matriks bahan pengemas, baik dalam bentuk bubuk, ekstrak/oleoresin maupun minyak atsirinya. Sementara kitosan biasanya ditambahkan dalam matriks atau dilapiskan pada lapisan film (Vasconez et al. 2009; Lin et al. 2010).

Keuntungan penambahan bahan aktif antimikroba kedalam edible coating adalah meningkatkan daya simpan. Selain itu, sifat penghalang yang berasal dari lapisan film yang diperkuat dengan komponen aktif antimikroba dapat menghambat bakteri pembusuk dan mengurangi risiko kesehatan. Penggunaan bahan antimikroba dari bahan alami juga lebih aman dibanding bahan antimikroba sintetis. Penggunaan bahan antimikroba yang di aplikasikan secara langsung pada permukaan buah akan dinetralkan oleh komponen yang ada dalam buah (Rojas-Grau et al. 2009). Kelemahan penggunaan antimikroba alami adalah dapat memengaruhi rasa karena flavor minyak atsiri yang sangat kuat.

.

E. Antimikroba

Senyawa antimikroba adalah senyawa biologis atau kimia yang dapat menghambat pertumbuhan dan aktivitas mikroba. Menurut Fardiaz (1992), senyawa antimikroba dapat bersifat bakterisidal (membunuh bakteri), bakteristatik (menghambat pertumbuhan bakteri), fungisidal (membunuh kapang), fungistatik (menghambat pertumbuhan kapang), germisidal, dan sebagainya. Kemampuan suatu zat antimikroba dalam menghambat pertumbuhan mikroba dipengaruhi oleh berbagai faktor, diantaranya: (1) konsentrasi zat antimikroba, (2) suhu lingkungan, (3) waktu penyimpanan, (4) sifat-sifat mikroba, meliputi jenis, jumlah, umur, dan keadaan mikroba, dan (5) sifat-sifat fisik dan kimia makanan, termasuk kadar air, pH, jenis, dan jumlah senyawa di dalamnya.

Zat-zat yang digunakan sebagai antimikroba harus mempunyai beberapa kriteria ideal, antara lain aman, ekonomis, tidak menyebabkan perubahan flavor, citarasa, dan aroma makanan, tidak mengalami penurunan aktivitas karena adanya komponen makanan, tidak menyebabkan timbulnya galur resisten, dan sebaiknya bersifat membunuh daripada hanya menghambat pertumbuhan mikroba (Eveline, 2009).

Mekanisme penghambatan antimikroba dapat melalui beberapa faktor, antara lain : (1) mengganggu komponen penyusun dinding sel, (2) bereaksi dengan membran sel sehingga mengakibatkan peningkatan permeabilitas dan menyebabkan kehilangan komponen penyusun sel, (4) menginaktifkan enzim

essensial yang menyebabkan terhambatnya sintestis protein dan destruksi atau kerusakan fungsi material genetik (Brenan dan Davidson, 1993).

Secara umum, minyak atsiri memiliki sifat antibakteri yang kuat terhadap patogen penyebab penyakit yang terdapat pada makanan (*foodborne pathogen*). Hal ini karena minyak atsiri mengandung senyawa fenolik dalam konsentrasi tinggi seperti *carvacrol, eugenol,* dan *thymol*, yang memiliki sifat antioksidan dan antimikroba (Christina dkk., 2012)

Minyak atsiri atau minyak eteris adalah campuran senyawa organik yang mudah menguap pada suhu ruang, tidak larut dalam air, larut dalam pelarut organik, dan diperoleh dari bagian tanaman (Eveline, 2009). Sampai dengan saat ini, minyak esensial telah banyak digunakan sebagai pemberi aroma (flavour) pada makanan dan atau sebagai *fragrance* (pengharum), namun kini minyak esensial dan komponen murninya telah mendapat perhatian khusus berkaitan dengan sifatnya yang aman dan diterima masyarakat secara luas serta potensi aplikasinya yang masih dapat terus dieksploitasi (Serrano *et al.*, 2008).

F. Minyak Atsiri Kayu Manis

Tanaman kayu manis termasuk keluarga *Lauraceae,* marga (genus) *Cinnamomum* yang terdiri atas ratusan spesies tersebar di Asia dan Australia. Dua spesies diantaranya, yaitu *Cinnamomum zeylanicum* dan *Cinnamomum burmanii*, banyak dibudidayakan di Indonesia. Kayu manis dikenal sebagai salah satu jenis rempah-rempah yang tertua di dunia. Kulit batang, cabang dan dahan tanaman kayu manis dapat digunakan sebagai rempah-rempah. Bahan untuk rempah-rempah tersebut merupakan salah satu komoditi ekspor Indonesia. Kulit kayu

manis dapat langsung digunakan sebagai rempah-rempah atau dalam bentuk bubuk.

Sebagian besar senyawa yang terkandung dalam kulit batang tumbuhan kayu manis adalah minyak atsiri yang dilaporkan memiliki khasiat antibakteri dan fungisidal karena adanya kandungan dari *cinnamaldehyde*. Minyak pada kulit batang kayu manis mengandung cukup banyak aldehid, termasuk di dalamnya yaitu: *cinnamaldehyde* (70-88%), *(E)-o-methoxy cinnamaldehyde* (3-15%), *benzaldehyde* (0,5 – 2%), *salicylaldehyde* (0,2 – 1%), *cinnamyl acetate* (0 –6%), *eugenol* (< 0,5 %) dan *coumarin* (1,5 – 4 %). Selain itu, kulit batang kayu manis juga mengandung phenylpropanes lainnya meliputi *hydroxycinnamaldehyde*, *o-methoxycinnamaldehyde*, *cinnamyl alcohol* dan asetatnya, dan terpena di antaranya limonene, a-terpineol, tanin, mucilage, oligomeric procyanidins, dan kumarin (Kadek, 2011).

Salah satu komponen utama minyak kayu manis, yaitu sinamaldehid, dapat berfungsi sebagai pengawet bahan makanan dan penyedap aroma masakan. Dari berbagai penelitian terungkap bahwa minyak kayu manis juga bermanfaat untuk inaktivasi bakteri, misalnya *Escherichia coli*. Selain itu juga bersifat sebagai antioksidan dan antifungi. Rupanya sifat antibakteri tersebut terutama disebabkan oleh adanya sinamaldehid (Maria, 2017).

Minyak atsiri kulit batang kayu manis dapat menghambat pertumbuhan *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Pseudomonas aeruginosa.Cinnamaldehyde* juga dilaporkan memiliki daya antibakteri terhadap *Oenococcus oeni* dan *Lactobacillus hilgardii*. Mekanisme *cinnamaldehyde*

sebagai antibakteri terjadi karena senyawa *cinnamaldehyde* memiliki gugus alfa-beta *unsaturated* pada atom C dan gugus karbonil C=O, karena adanya gugus karbonil maka akan terjadi resonansi ke kanan, sehingga bagian gugus beta akan bermuatan positif. DNA bakteri yang bermuatan negatif akan berikatan dengan gugus beta dari senyawa *cinnamaldehyde*, akibatnya bakteri tidak dapat melakukan replikasi dan sintesis protein (Kadek, 2011).

Minyak atsiri kayu manis mengandung senyawa-senyawa seperti kamfer, safrol, sinamil aldehid, sinamil asetat, terpen, sineol, sitral, sitronela, polifenol dan bendalzehid. Komponen terbesar adalah sinamaldehid 55-65% dan eugenol 4-8%, beberapa jenil aldehida, *benzyl benzoate* dan felandren yang terdapat dalam, kulit batangnya (Inaa dkk., 2010).

G. Minyak Atsiri Sereh

Sereh (*Cymbopogon nardus L) merupakan* sejenis tumbuhan rumput-rumputan yang daunnya panjang seperti ilalang. Tanaman ini mudah tumbuh pada berbagai tanah yang memiliki kesuburan cukup dan tidak memerlukan perawatan khusus. Masyarakat biasanya memanfaatkan sereh sebatas sebagai bumbu masak, minuman tradisional, bahan tambahan anti nyamuk ataupun bahan tambahan sabun.

Sereh sendiri memiliki banyak kandungan kimia bermanfaat antara lain saponin, flavonoid, polifenol, alkaloid, dan minyak atsiri yang didalamnya terdapat citral, citronelal, geraniol, mirsena, nerol, farsenol, metilheptenon, dipentena, eugenol metil eter, kadinen, kadinol, serta limonene. Saponin merupakan kelompok glikosida yang tersusun oleh aglikon bukan gula yang

berikatan dengan rantai gula. Sifat antimikroba dari senyawa saponin disebabkan oleh kemampuan senyawa tersebut berinteraksi dengan sterol pada membrane sehingga menyebabkan kebocoran protein dan enzim-enzim tertentu. Flavonoid terdiri dari flavon, flavonon, isoflavon, antosianin, dan leukoantosianidin. Senyawa ini berfungsi sebagai antioksidan dan antimikroba. Antioksidan flavonoid dapat mencegah oksidasi lipid dengan mengikat (mengkhelat) logam-logam yang bersifat prooksidan. Senyawa flavonoid lipofilik memiliki aktivitas antimikroba karena memiliki kemampuan penetrasi dalam membran sel.

Minyak sereh adalah minyak yang diperoleh dengan cara penyulingan daun tanaman sereh (*Cymbopogon citratus*). Menurut Katzer (2007), komponen utama dalam minyak sereh adalah citral. Citral merupakan gabungan dari dua stereoisomerik monterpene aldehid, yaitu *trans* isomer geranial (40-62%) dan *cis* isomer neral (25-38%). Komponen lainnya adalah terpenoid, seperti nerol, limonene, linalool and β-caryophyllene. Minyak sereh dapat berperan sebagai antifungal. Menurut Oki dkk. (2017), minyak sereh dapat menghambat *Aspergillus flavus* pada buah melon. Minyak sereh juga terbukti dapat menghambat pertumbuhan fungi *C. graminicola, P. sorghina,* dan *F. moniliforme* pada biji sorgum (Somda *et al.,* 2007).

Menurut Maizura *et al.* (2007), minyak sereh menunjukkan aktivitas anti-mikroba terhadap *Escherichia coli* O157:H7, *Bacillus subtilis,* dan *Staphylococcus aureus.* Dalam studinya, tetesan minyak sereh ditempatkan dalam kertas filter sebelum diujikan pada mikroba/bakteri spesifik. Aktivitas anti-mikroba dari minyak sereh berhubungan dengan sejumlah besar 1,8-cincole

(<30%), geranial (>30%), dan neral (>20%). Isomer sitral (neral 32,3% dan geranial 41,28%) merupakan senyawa yang paling banyak terdapat di dalam minyak sereh seperti dilaporkan Choi *et al.* (2000). Komponen-komponen ini dapat menghambat bakteri gram positif dan negatif (Onawunmi *et al.*, 1984 di dalam Maizura *et al.*, 2007). Kehadiran komponen minor dalam minyak sereh seperti nerol, borneol, linalool, sinamaldehide, carvacrol, geraniol, myrtenal, dan eugenol juga diketahui bersifat anti-mikroba (Maizura *et al.*, 2007).

Menurut Naidu (2000), mekanisme minyak sereh dalam menghambat mikroba adalah: (1) menganggu membran sitoplasma, termasuk *proton motive force* dan transpor aktif; (2) menghambat sistem enzim yang diperlukan oleh khamir dan kapang sehingga menganggu produksi energi dan sintesis komponen struktural; dan (3) menghambat respirasi dan sporulasi dari khamir.

H. Minyak Atsiri Lemon

Minyak lemon merupakan minyak atsiri yang diekstrak dari kulit jeruk lemon. Minyak ini berbentuk cair, berwarna kuning pucat, segar, ringan dan berbau jeruk tajam seperti buah segar yang baru saja dikupas. Tabel 1 menunjukkan kandungan yang ada dalam minyak lemon. Komponen kimia utamanya adalah limonena (55-80%). Monoterpen lain yang hadir adalah β-pinene (10-17%), α-pinena (2,0-2,5%) dan γ-terpinena (3-10%). Juga ditemukan dalam jumlah yang lebih kecil adalah linalol alkohol (0,1-0,9%), geraniol (0,9-1,7%) dan neral (0,5-1%).

Sifat fisika dan kimia minyak lemon (Anonim, 2013)

Bentuk	: cairan kental
Warna	: kuning pucat
Bau	: jeruk lemon
pH	: 1,5-4
Kelarutan	: tidak larut dalam air

Buah lemon sumber yang kaya flavonoid dan banyak flavon *polymethoxylated* yang langka di tanaman lain (Bansode, *and* Chavan, 2012). Flavonoid berperan secara langsung dengan mengganggu fungsi sel mikroorganisme dan penghambatan siklus sel mikroba, mekanisme kerjanya sebagai antibakteri yaitu dengan membentuk kompleks dengan protein ekstraseluler dan terlarut dengan dinding mikroba (Kompasiana, 2015). Minyak essensial oil dari *Citrus limon* (*Rutaceae*) kaya senyawa biologis aktif sebagai antibakteri, antijamur, antiparasit dan kegiatan antiviral (Felipe. *et al.*, 2013).

I. Minyak Atsiri Daun Sirih

Sirih (*Piper betle* L.) termasuk tanaman obat yang sering digunakan, ini dikarenakan khasiatnya untuk menghentikan pendarahan, sariawan, gatal-gatal dan lain-lain. Ekstrak daun sirih digunakan sebagai obat kumur dan batuk. Ekstrak daun sirih juga berkhasiat sebagai antijamur pada kulit. Khasiat obat ini dikarenakan senyawa aktif yang dikandungnya terutama adalah minyak atsiri (Noorcholies, *et al*., 1997; Heyne, 1987; Moeljatno, 2003). Daun sirih mengandung minyak atsiri yang terdiri dari 82,8% senyawa fenol, dan hanya 18,2% merupakan senyawa bukan fenol (Hidayat, dkk., 2015). Minyak atsiri merupakan minyak yang mudah menguap dan mengandung aroma atau wangi

yang khas (Sastroamidjojo, 1988). Kavikol merupakan komponen paling banyak dalam minyak atsiri yang memberi bau khas pada sirih.

Minyak atsiri dari daun sirih terdiri dari *betelphenol, eugenol, salinen, farnesen, metil eugenol, germaceren, kavikol* dan *sineol*. Senyawa *betlephenol* dan kavikol yang dimiliki minyak atsiri daun sirih dapat menjadi antibakteri dengan cara menghambat metabolisme, merusak membran nukleus dan mengurangi jumlah mitokondria. (Hidayat, dkk., 2015). Kavikol merupakan senyawa turunan fenol yang memiliki sifat antibakteri lima kali lebih efektif dari pada senyawa fenol biasa. Senyawa fenolik bermolekul besar mampu menonaktifkan enzim essensial di dalam sel bakteri meskipun dalam konsentrasi yang sangat rendah. Fenol dapat menyebabkan kerusakan pada sel bakteri, denaturasi protein, menonaktifkan enzim dan menyebabkan kebocoran sel (Heyne, 1987). Daun sirih diketahui dapat menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli* dan *S. aureus* pada kulit buah apel (Hermawan, 2007).

J. Hipotesis

Diduga bahwa *edible coating* CMC yang dikombinasikan dengan minyak atsiri daun sirih 0,1 % dapat menghambat pertumbuhan mikroba dan mempertahankan kualitas pada *freshcut* apel.