

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Definisi, Komponen, Kekurangan dan Keunggulan *Edible coating*

Edible coating merupakan sebuah lapisan yang tipis, terbuat dari bahan-bahan aman dikonsumsi, berperan sebagai penghalang supaya tidak kehilangan kelembaban, memiliki sifat dapat mengontrol migrasi komponen-komponen yang dapat larut dalam air yang menyebabkan perubahan pada pigmen dan komposisi nutrisi pada sayuran serta bersifat *permeable* pada gas-gas tertentu. Pemberian *edible coating* mampu meningkatkan lamanya umur simpan serta mampu mempertahankan kualitas produk pangan yang *dicoating* (Krochta dkk., 1994). *Coating* adalah metode pemberian lapisan tipis di permukaan buah, berfungsi menghambat keluarnya gas dan uap air, serta kontak dengan oksigen, sehingga mampu menurunkan laju pematangan serta reaksi pencokelatan buah. Lapisan tipis ini aman jika dikonsumsi bersamaan dengan buah. Bahan-bahan yang digunakan pada pembuatan *coating* harus mampu membentuk lapisan penghalang air dalam buah, mampu mempertahankan mutu serta tidak mencemari lingkungan (Isnaini, 2009).

Komponen utama yang menyusun *edible coating* digolongkan ke dalam 3 kategori, yaitu lipid, hidrokoloid, serta komposit (campuran). Lipid berpotensi untuk digunakan sebagai bahan *edible coating* seperti gliserol, lilin, asam lemak dan *bees wax*. Hidrokoloid yang berpotensi untuk digunakan sebagai bahan *edible coating* seperti protein (protein jagung, protein kedelai, gelatin, gluten

gandum dan kasein) serta polisakarida gum arab, alginat, pati, pektin, serta modifikasi karbohidrat lainnya). Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan *coating* adalah antioksidan, *flavor*, pewarna, dan *plasticizer*, serta antimikroba, (Krochta dkk., 1994).

Edible coating dari hidrokoloid memiliki kelebihan dalam melindungi produk dari karbondioksida, oksigen, lipida, mampu membentuk sifat mekanis yang diinginkan serta mampu meningkatkan kesatuan struktural produk. Pada buah dan sayur, pelapisan dengan *edible coating* biasanya menggunakan bahan dasar polisakarida karena berperan sebagai suatu lapisan yang *permeable* selektif terhadap pertukaran gas karbondioksida dan oksigen. Sifat inilah yang mampu memperpanjang umur simpan buah dan sayur karena proses respirasi pada buah dan sayur berkurang. Aplikasi *edible coating* berbahan dasar polisakarida dapat mencegah oksidasi lemak, dehidrasi, pencokelatan permukaan, dan mampu mengurangi laju respirasi dengan cara mengontrol komposisi gas oksigen dan karbondioksida di atmosfer internal (Budiman, 2011).

Kekurangan dari *coating* dengan bahan polisakarida memiliki kemampuan kurang baik dalam mengatur migrasi uap air. Untuk *coating* dari protein sangat terpengaruh oleh perubahan pada pH. *Edible coating* yang dibuat dari lipid memiliki kelebihan, yaitu berkemampuan baik dalam melindungi produk pangan dari penguapan air atau digunakan untuk bahan pelapis saat mengoles produk konfeksionari. Kekurangan *coating* berbahan lipida adalah kegunaannya dalam bentuk murni sebagai *coating* terbatas, karena memiliki

banyak kekurangan integritas dan kekurangan dalam ketahanannya (Donhowe dan Fennema, 1994).

Edible coating yang diaplikasikan pada produk makanan mampu menghambat perpindahan uap air, mencegah perpindahan lemak, mencegah kehilangan aroma, meningkatkan karakteristik fisik, dan sebagai *carrier* zat aditif. Bahan yang digunakan aman digunakan ataupun dikonsumsi karena terbuat dari bahan-bahan alami. Polisakarida seperti pati dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan *edible coating* karena ekonomis, dapat diperbaharui, dan memberikan karakteristik fisik yang baik. Lapisan dari pati mempunyai permeabilitas oksigen rendah, tidak berwarna, tidak memiliki rasa, dan bersifat transparan (Lin dan Zhao, 2007).

Polisakarida larut air adalah senyawa polimer yang memiliki rantai panjang yang dilarutkan ke dalam air untuk mendapatkan viskositas larutan yang cukup kental (Glicksman, 1984). Komponen-komponen tersebut berperan untuk mendapatkan kekerasan, kepadatan, kerenyahan, viskositas, kualitas ketebalan, adhesivitas, kemampuan untuk membentuk gel, serta membentuk *mouthfeel* yang baik. Polisakarida sangat ekonomis jika digunakan dalam industri pangan karena didapat dengan mudah dan bersifat non *toxic* (Krochta dkk., 1994).

Golongan polisakarida yang banyak digunakan dalam pembuatan *edible coating* adalah pati dan turunannya (Winarti dkk., 2012). Golongan tersebut memiliki kelebihan seperti untuk melindungi produk dari oksigen, karbondioksida, lipida, dan bersifat mekanis dan mampu meningkatkan kesatuan

struktural produk. Keunggulan dari *edible coating* berbahan dasar polisakarida adalah dapat dikonsumsi, bersifat *biocompatible*, *biodegradable* dan kenampakannya estetik, dapat menjadi penghalang dari tekanan fisik dan oksigen yang baik selama distribusi dan penyimpanan, memperbaiki rasa, warna, dan tekstur, serta mampu meningkatkan stabilitas selama pendistribusian dan penyimpanan, memperbaiki penampilan, dan mengurangi pembusukan (Krochta dkk., 1994).

Edible coating dapat diaplikasikan dengan beberapa cara, diantaranya metode pembusuan, pengolesan langsung pada produk (*brushing*), pencelupan (*dipping*) untuk bahan dengan permukaan tidak terlalu rata, pembungkusan (*casting*) jika menginginkan lapisan yang terpisah dari produk, penyemprotan (*spraying*) digunakan pada bahan yang memiliki dua sisi permukaan sehingga mampu menghasilkan lapisan yang lebih tipis dan seragam, dan aplikasi penetesan terkontrol. Metode pencelupan (*dipping*) adalah metode yang sering digunakan pada ikan, sayuran, daging, buah karena keuntungan seperti ketebalan materi *coating* yang lebih besar serta memudahkan pembuatan dan pengaturan viskositas larutan sedangkan kelemahannya yaitu munculnya deposit kotoran dari larutan (Arief dkk., 2012; Krochta dkk., 1994).

Produk yang dikemas oleh *edible coating* memiliki keuntungan seperti berikut, yaitu mampu menurunkan nilai A_w (*water activity*) pada permukaan bahan sehingga mampu menghindari kerusakan yang disebabkan oleh mikroorganisme, dapat memperbaiki struktur pada permukaan bahan (permukaan

menjadi mengkilat). Mampu mencegah penyusutan bobot karena terjadinya dehidrasi dapat dikurangi. Mampu mengurangi kontak antara oksigen dengan bahan sehingga menghindari terjadinya oksidasi (menghambat proses ketengikan) sehingga mempertahankan sifat asli dari produk seperti *flavour* (rasa) serta mampu memperbaiki kenampakan dari produk (Santoso dkk., 2004).

Upaya yang dapat meningkatkan karakteristik fisik dan fungsional pada lapisan pati, yaitu perlu penambahan biopolimer atau bahan lain, seperti bahan yang bersifat hidrofobik atau bahan yang memiliki sifat antimikroba (Chillo dkk., 2008). *Edible coating* antimikroba adalah suatu kemasan yang berpotensi untuk mengurangi, menghambat, memperlambat atau bahkan menghentikan pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme patogen pada makanan dan bahan kemasan sehingga dapat memperpanjang masa simpan dan memperbaiki mutu pangan. Berdasar dari berbagai penelitian yang sudah dilakukan, menunjukkan bahwa *edible coating* dapat berperan sebagai pembawa (*carrier*) aditif pada makanan, bersifat sebagai agen antipencokelatan, antimikroba, pewarna, pemberi rasa, nutrisi, dan bumbu (Li dan Barth, 1998). Bahan antimikroba alami cenderung meningkat karena di era sekarang ini konsumen semakin peduli terhadap kesehatan dan adanya bahaya dari pengawet yang sintetis (Suppakul dkk., 2003).

Beberapa antimikroba yang biasanya ditambahkan pada larutan *edible coating* adalah rempah-rempah bias berbentuk bubuk ataupun dalam bentuk minyak atsiri (dari tanaman kayu manis, cengkih, lada, dan oregano) (Rojas-

Grau, 2007; Kechichian dkk., 2010). *Edible* yang memiliki kemampuan sebagai antimikroba yang berpotensi untuk mencegah kontaminasi patogen pada berbagai bahan pangan. Kombinasi *coating* dengan antimikroba berfungsi untuk mengendalikan pertumbuhan mikrobia dan mampu memperpanjang masa simpan serta memperbaiki mutu pangan (Quintavalla dan Vicini, 2002).

Keuntungan dari pencampuran *coating* dengan bahan aktif antimikroba yaitu mampu meningkatkan daya simpan pada produk. Sifat sebagai penghalang dari lapisan *film* yang diperkuat dengan komponen aktif dari antimikroba dapat menghambat bakteri pembusuk dan mengurangi risiko kesehatan. Penggunaan bahan antimikroba yang berasal dari bahan alami lebih aman bila diaplikasikan secara langsung pada permukaan buah akan dinetralkan oleh komponen yang ada dalam buah (Rojas-Grau dkk., 2009).

B. Buah Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

Menurut Cahyono (2008), buah tomat termasuk salah satu jenis sayuran buah. Buah tomat memiliki cita rasa yang khas manis dan segar. Tanaman tomat merupakan tanaman semusim atau tanaman yang memiliki umur yang pendek, dalam artian tanaman tomat hanya berproduksi sebanyak satu kali kemudian mati. Tanaman tomat berbentuk perdu dengan panjang dapat mencapai kurang lebih 2 meter. Organ-organ penting pada tanaman tomat yaitu:

1. Akar

Tanaman tomat berakar tunggang dan akar serabut, sehingga tanaman tomat dapat tumbuh dengan baik ketika ditanam di lahan dengan kondisi porous dan gembur.

2. Batang

Tanaman tomat memiliki bentuk batang yang persegi empat sampai berbentuk bulat. Bersifat lunak namun cukup kuat, memiliki bulu atau rambut yang halus, terdapat rambut kelenjar yang berada di antara bulu-bulu. Batang berwarna hijau, di ruas-ruas batang terjadi penebalan, di ruas bagian bawah ditumbuhi akar-akar yang pendek. Batangnya bercabang.

3. Daun

Tanaman tomat memiliki bentuk daun oval, dengan gerigi di bagian tepi, membentuk celah menyirip dengan sedikit melengkung ke arah dalam, berwarna hijau, dan termasuk daun majemuk yang ganjil dengan jumlah 5 sampai 7 yang bertumbuh selang-seling atau spiral melingkari batang.

4. Bunga

Bunga pada tanaman tomat memiliki ukuran yang kecil, dengan diameter kurang lebih 2 cm, dengan warna kuning cerah, dengan kelopak bunga berwarna hijau di bagian pangkal bunga sebanyak 5 buah. Memiliki mahkota buanga dengan warna kuning

cerah yang berjumlah 6 buah dengan ukuran kurang lebih 1 cm. bunga tomat bertipe bunga sempurna karena memiliki benangsari dan kepala putih yang berada dalam bunga yang sama.

5. Buah

Buah tomat tergantung dari jenis tomat itu sendiri. Secara umum bentuk buah tomat bulat, ada yang agak bulat, oval, bulat persegi, dan ada pula yang agak lonjong. Warna buah tomat muda berwarna hijau muda, semakin matang semakin berwarna merah. Buah tomat muda berasa getir dengan aroma yang tidak enak karena masih terdapat zat *lycopersicin* yang berbentuk lendir. Aroma tersebut semakin menghilang seiring bertambah matangnya buah tomat dan berubah rasa menjadi manis dengan agak asam.

Tomat dengan tingkat kematangan optimal berwarna merah cerah. Buah tomat memiliki biji yang lunak dengan warna putih kekuningan yang dibatasi dengan daging buah. Daging buah tomat lunak dan sedikit keras, serta mengandung banyak air, dengan kulit yang sangat tipis.

Menurut Wiryanta (2002), tomat merupakan tanaman asli dari Benua Amerika, tersebar di Amerika bagian Tengah sampai Amerika bagian Selatan. Persebaran tanaman tomat di Indonesia dimulai pada abad ke-18 dari Filipina kemudian negara di Asia lainnya. Tanaman tomat berkerabat dekat dengan terong (*Solanum melongena* L.), cabe (*Capsicum annum* L.), kentang (*Solanum*

tuberosum L.), takokak (*Solanum torvum* sp.), leunca (*Solanum nigrum* L.)

Berdasarkan ilmu botani, kedudukan taksonomi tanaman tomat seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Taksonomi Buah Tomat

Kingdom	<i>Plantae</i> (tumbuhan)
Divisi	<i>Spermatophyta</i> (tumbuhan berbiji)
Sub-divisi	<i>Angiospermae</i> (berbiji tertutup)
Kelas	<i>Dicotylodena</i> (biji berkeping satu)
Ordo	<i>Tubiflorae</i>
Famili	<i>Solanaceae</i>
Genus	<i>Lycopersicum</i>
Spesies	<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.

(sumber: Wiryata, 2002)

Menurut Supriati dan Siregar (2015), penggolongan varietas buah tomat berdasarkan penampilannya adalah sebagai berikut:

1. Tomat biasa, biasa disebut tomat buah, dapat dimakan secara langsung, berbentuk bulat pipih, serta di dekat tangkainya mempunyai alur yang jelas dan lebih lunak. Cocok di tanam di kawasan dataran rendah.
2. Tomat ceri. Memiliki ukuran yang kecil (sebesar kelereng), bila matang buah berwarna merah dengan cita rasa yang manis.
3. Tomat apel, berbentuk bulat, sedikit keras layaknya buah apel atau buah pir, kokoh, dan cocok bila ditanam di daerah kawasan dataran tinggi.
4. Tomat kentang, memiliki ukuran besar, berisi agak padat, dan bulat. Tomat ini mirip dengan buah apel namun ukurannya lebih kecil.

Memiliki daun yang lebar, dan cocok di tanam di awasan dataran tinggi.

5. Tomat keriting, memiliki daun yang keriting. Biasa juga disebut tomat tipe roma atau tomat gondola. Berbentuk agak lonjong, teksturnya keras, berkulit tebal buah sehingga tahan selama distribusi.
6. Tomat *recento*, memiliki buah yang besar. Tomat ini matang seteah umurnya mencapai 22 hari setelah proses pembuahan. Cocok ditanam di dataran tinggi pada suhu sekitar 18°C.
7. Tomat *pear*, berwarna kuning, bentuk menyerupai buah pir, biasanya dijadikan tanaman hias karena bentuk dan warnanya yang unik, buahnya sering dijadikan sebagai bahan pada salad. Macam-macam varietas dari buah tomat dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Macam-macam Varietas Tomat (Supriati dan Siregar, 2015)



Gambar 2. Macam-macam Varietas Tomat (Supriati dan Siregar, 2015)

Petunjuk mutu buah tomat dikelompokkan ke dalam tiga jenis, yang pertama yaitu bagian luar yang meliputi kekerasan, bentuk, dan warna beserta ukurannya. Bagian dalam buah tomat terdiri atas ketebalan daging, biji, dan keadaan lendir serta mutu rasa tomat (rasa asam, manis, kenyal dan jumlah air pada buah). Buah tomat disebut telah melewati masa pemasaran bila sudah mencapai kematangan penuh yaitu jika tekstur daging tomat lunak. Petunjuk mutu pada bagian luar dan rasa buah tomat mempunyai nilai penting untuk konsumen (Ameriana, 1995). Hasil penelitian yang dilakukan Ameriana (1995), dapat diketahui bahwa ketika memilih tomat, hal yang sangat diperhatikan oleh konsumen adalah warna, kekerasan, ukuran dan bentuk buah. Ketika dikonsumsi, hal yang perlu diperhatikan adalah rasa pada buah tomat asam atau manis, kekenyalan atau tekstur dari buah, dan banyaknya air pada buah tomat.

Tomat merupakan buah yang klimaterik, buah yang dapat matang sempurna setelah dipanen karena dapat mengalami kenaikan respirasi setelah dipanen. Buah tomat memiliki kadar air tinggi sekitar lebih dari 93%, sehingga

buah tomat digolongkan sebagai komoditas yang sangat mudah rusak (*very perishable*). Selama proses pematangan pada buah, terjadi peningkatan respirasi, kadar gula reduksi dan kadar air, penurunan tingkat keasaman dan tekstur buah menjadi lunak (Mussadad dan Hartuti, 2003). Kandungan zat gizi pada buah tomat dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Zat Gizi dalam Setiap 100 Gram Buah Tomat Muda

Nutrient	Kandungan per 100 g
Analisis Proksimat	
Air (g)	93,00
Energi (kkal)	23
Protein (g)	1,20
Total lemak (g)	0,2
Karbohidrat (g)	5,10
Serat (g)	1,1
Abu (g)	0,42
Mineral	
Kalsium (mg)	5
Zat besi (mg)	0,45
Magnesium (mg)	11
Fosfor (mg)	24
Kalium (mg)	222
Natrium (mg)	9
Seng (mg)	0,09
Tembaga (mg)	0,074
Mangan (mg)	0,105
Vitamin	
Tiamin (mg)	0,059
Riboflavin (mg)	0,048
Niasin (mg)	0,628
Asam pantotenat (mg)	0,247
Vit. A (IU)	642
Tokoferol (mg)	0,34
Vit. C (mg)	23,40

(sumber: USDA *National Nutrients Data Base*, 2012 dalam Iflah, 2013)

Buah tomat dapat dikonsumsi dalam bentuk yang sudah diolah dan dapat juga dikonsumsi dalam bentuk segar. Tomat memiliki vitamin C yang tinggi serta kaya akan mineral seperti, fosfor, kalori, dan kalsium (Hartuti, 2006). Buah tomat digunakan dalam industri seperti dalam pembuatan saus, sambal, jamu, minuman, kosmetik, makanan kaleng, dan masih banyak lagi (Wiriyanta, 2002). Senyawa yang terkandung pada buah tomat antara lain: saponin, solanin (0,007 %), asam folat, bioflavonoid (meliputi likopen, α dan β -karoten), protein, vitamin, lemak, mineral asam sitrat, asam malat, dan histamin (Canene-Adam dkk., 2005). Salah satu senyawa yang paling banyak pada tomat adalah likopen (sebanyak 3-5 mg likopen dalam 100 gram tomat) (Giovannucci, 1999).

Tomat dapat digunakan sebagai obat serangan empedu, diare, gangguan pencernaan, dan mampu memulihkan fungsi hati. Beberapa penelitian *in vitro* menjelaskan bahwa likopen mempunyai potensi aktivitas antioksidan yang baik (Fuhramn, 1997). Menurut Levy dkk., (1995), likopen memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan kanker payudara, kanker paru-paru, dan kanker endometria. Likopen ditemukan mampu menginaktifkan hidrogen peroksida dan nitrogen peroksida, sehingga dengan penghambatan senyawa radikal bebas tersebut maka dapat menurunkan kemungkinan terjadinya kanker (Bohm dkk., 1995).

C. Respirasi dan Pascapanen Buah

Respirasi merupakan proses metabolisme dengan menggunakan oksigen untuk pembakaran senyawa yang kompleks seperti gula, pati, asam organik, dan

menghasilkan energi yang dapat dipakai oleh sel-sel untuk proses sintesis (Winarno dan Wirakartakusumah, 1981). Menurut Pantastico (1975), perubahan biokimia dan mutu dari buah-buahan sangat dipengaruhi oleh respirasi. Suhu, tingkat kematangan dari buah, jenis jaringan, jenis kerusakan buah, dan komposisi jaringan buah mempengaruhi kerusakan fisik dan keawetan buah. Reaksi dari proses respirasi yang terjadi di dalam sel sayuran dan buah-buahan adalah sebagai berikut:



Laju respirasi adalah petunjuk laju penurunan mutu dan nilainya sebagai bahan pangan. Selain itu laju respirasi dapat digunakan sebagai penentu umur simpan buah pascapanen. Besar kecilnya laju respirasi dapat ditentukan oleh 2 faktor, yaitu faktor eksternal (ada tidaknya oksigen dan karbondioksida, penggunaan etilen, suhu, senyawa pengatur pertumbuhan dan luka pada buah) dan faktor internal (susunan kimia jaringan, ukuran dari produk, jenis jaringan, adanya pelapisan alami, tingkat perkembangan organ) (Phan dkk., 1986).

Karbondioksida yang berada pada sel dapat menyebabkan terjadinya perubahan fisiologi pada buah dan sayur seperti terjadinya perubahan penurunan reaksi sintesis pematangan seperti protein dan zat warna, senyawa atsiri mengalami penurunan, beberapa kegiatan enzimatik terhambat, adanya penimbunan asam suksinat pada metabolisme asam organik (Ulrich, 1989). Konsentrasi karbondioksida yang sesuai mampu membantu memperpanjang umur simpan buah dan sayur karena dapat mengganggu proses respirasi dengan

menghambat daya pemacuan gas etilen sehingga buah dan sayur tidak merespon adanya perlakuan etilen (Burg, 2004). Jika konsentrasi karbondioksida dalam kemasan tinggi, maka mengakibatkan sel-sel pada buah akan mati karena teradi aksi penghambatan aktifitas enzim pada asam organik dan pada proses respirasi, dan buah gagal mengalami pemasakan sehingga proses metabolisme perombakan pati menjadi gula terhambat (Pantastico, 1975).

Sayuran dan buah-buahan di daerah tropis mengalami kerusakan pascapanen dengan cepat, mampu mencapai 22-75%. Hal ini disebabkan karena kerusakan mekanis, kelainan fisiologi, atau karna gangguan hama dan penyakit (FAO, 1981). Buah dan sayur akan kehilangan suplai air dari pohon induknya setelah dipetik, sedangkan proses respirasi masih terus berjalan dengan kadar air sekitar kurang lebih 75-95% (Sacharow dan Griffin, 1970). Kandungan pati pada masa awal perkembangan buah semakin meningkat, dan akan semakin menurun seiring bertambah tuanya umur buah. Hal ini disebabkan karena selama kegiatan respirasi, pati diubah menjadi gula (Rhodes, 1970).

Tomat termasuk buah yang memiliki pola respirasi klimaterik. Pola respirasi klimaterik adalah pola respirasi yang ditandai dengan adanya peningkatan dari laju respirasi serta peningkatan dalam memproduksi etilen secara cepat dan bersamaan dengan pematangan buah (Winarno dan Wirakartakusumah, 1981). Buah dengan pola respirasi klimaterik akan mengalami peningkatan karbondioksida secara mendadak dan mengalami penurunan karbondioksida dengan cepat setelah proses pematangan terjadi

(Rhodes, 1970). Puncak produksi etilen pada buah tomat terjadi sebelum buah mengalami puncak respirasi klimaterik (Kader, 1986).

Penanganan pascapanen seperti sortasi bahan, pencucian, *grading*, proses pengemasan, dan penyimpanan pada suhu dingin dapat membantu mempertahankan mutu hasil panen. Pengemasan komoditas hortikultura merupakan usaha dalam menempatkan komoditas segar pada wadah yang memenuhi persyaratan sehingga mampu menjaga mutu dari bahan (bahan terlindung dari kerusakan fisik, mekanis, kimia, dan mikrobiologis selama proses distribusi, penyimpanan, dan pemasaran) dan meminimalisir penurunan mutu pada saat diterima oleh konsumen (Sacharow dan Griffin, 1980). Faktor yang harus diperhatikan dalam penyimpanan buah dan sayuran adalah suhu, komposisi udara, dan kelembaban (Ryall dan Lipton, 1982).

Mikroorganisme perusak yang ada pada bahan pangan dipengaruhi oleh sifat dan komposisi penyusun dari produk pangan, kondisi lingkungan misalnya pH, ketersediaan suhu, air, oksigen, dan lain-lain. Pada kondisi aerob menyebabkan mikroorganisme tumbuh dan merusak buah jika A_w buah di atas 0,7 atau dengan kelembaban sekitar 24,6%. Pada kondisi anaerob dengan A_w tinggi, mikroorganisme tidak tumbuh sehingga tidak terjadi kerusakan buah. Secara umum mikroorganisme pembusuk yang menyebabkan susut pascapanen buah dan sayuran disebabkan oleh jamur dan bakteri (Zettler dan Navarro, 2001).

Selama masa penyimpanan buah, mikroorganisme yang mengkontaminasi akan bertambah banyak, dan pada waktu yang bersamaan mikroorganisme

tersebut mengeluarkan sisa-sisa dari metabolismenya sehingga akan berpengaruh pada kerja enzim serta mengakibatkan daging buah menjadi lunak, bau alkohol, berair, kemudian buah akan mengalami pembusukan yang berat dan akhirnya buah tidak dapat dikonsumsi (Kader, 1992). Pembusukan tomat disebabkan oleh adanya kapang (genus *Phoma*, *Gleosporium*, *Alternaria*, dan *Physalospora*) dan bakteri (*E. sakazakii*, *Liseria monocytogenes*, dan *Salmonella*) (Kuswanto dan Slamet, 1989; Buck dkk., 2003).

D. Morfologi dan Kandungan Senyawa Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii* Bl.) serta Minyak Atsiri Kayu Manis

Tanaman kayu manis tumbuh di daerah pegunungan dengan ketinggian mencapai 1.500 m. Tanaman ini berbentuk pohon yang memiliki tinggi hingga 12 meter (Harris, 1990). Kayu manis memiliki batang pohon yang tegak, bercabang, berkayu, sedikit berat, sedikit lunak, padat, struktur sedikit halus, warna ros batang ini kecokelat-cokelatan, dengan getah yang berwarna keputihan dan kuning muda. Bagian kayu manis yang sering digunakan adalah kulit kayu manis bagian dalam (Heyne, 1987). Daun kayu manis terletak duduk bersilang (dalam rangkaian spiral), panjang daun sekitar 9 hingga 12 cm dan lebar 3,4 hingga 5,4 cm. Pucuk daun berwarna kemerahan, bila daun sudah tua berwarna hijau tua. Jenis kelamin dari bunga kayu manis ada dua. Memiliki bunga sempurna yang kecil dan berwarna kuning. Buah kayu manis yaitu buah buni, dengan 1 biji, berdaging, berbentuk bulat memanjang, buah yang muda memiliki warna hijau

tua, sedangkan buah yang sudah tua berwarna ungu tua (Rismunandar, 1995). Kayu manis diambil batangnya biasanya digunakan sebagai bumbu masak atau sebagai bahan untuk pengobatan tradisional (Claus dkk., 1988). Kayu manis juga berkhasiat dalam mengatasi diare, masuk angin, dan beberapa penyakit saluran pencernaan (Bisset dan Wichtl, 2001).

Kulit batang kayu manis memiliki bau khas aromatik, rasa agak manis, agak pedas dan kelat. Pada pengamatan secara makroskopik, potongan kulit berbentuk gelondong, agak menggulung membujur, agak pipih atau berupa berkas yang terdiri dari tumpukan beberapa potong kulit yang tergulung membujur dengan panjang sampai 1 m, tebal kulit 1 mm sampai 3 mm atau lebih. Permukaan luar kulit yang tidak bergabus berwarna coklat kekuningan atau coklat sampai coklat kemerahan, bergaris-garis pucat bergelombang memanjang dan bergaris-garis pendek melintang yang menonjol atau agak berlekuk, sedangkan permukaan luar yang bergabus berwarna hijau kehitaman atau coklat kehijauan, kadang-kadang terdapat bercak-bercak lumut kerak berwarna agak putih atau coklat muda. Permukaan dalam kulit berwarna coklat kemerahan tua sampai coklat kehitaman, dan bekas patahan tidak rata (Departemen Kesehatan RI, 1977).

Kayu manis memiliki kandungan senyawa kimia diantaranya seperti minyak atsiri eugenol, sinamaldehyd, safrole, tannin, damar kalsium oksalat, dan zat penyamak (Hariana, 2018). Minyak atsiri kayu manis adalah senyawa metabolit sekunder yang mudah menguap (bersifat volatil) dan bukan senyawa

murni, namun senyawa yang tersusun dari beberapa komponen yang mayoritas berasal dari golongan terpenoid (Guenther, 2006). Minyak atsiri kayu manis berwarna kuning jernih hingga kecokelatan, memiliki bau aromatik yang pedas dan tajam yang dihasilkan oleh sinamaldehyd. Minyak atsiri kayu manis banyak digunakan sebagai bahan parfum, kosmetik, perasa makanan dan minuman, dapat pula digunakan sebagai antiseptik dan antimikroba (Yuliarto dkk., 2012). Minyak atsiri juga dikenal oleh masyarakat dengan minyak esensial, minyak eteris (*aetheric oil*), minyak terbang, ataupun minyak aromatik ini merupakan kelompok besar minyak nabati berbentuk cairan kental bila disimpan di suhu ruang dan mudah menguap. Minyak atsiri merupakan bahan dasar dari wangi-wangian atau minyak gosok (untuk pengobatan) alami (Robbers dkk., 1996).

Tanaman kayu manis terutama bagian kulit batangnya pada umumnya secara tradisional digunakan menjadi bumbu masakan dan bahan dalam pembuatan obat tradisional, misalnya sebagai peluruh kentut atau karminatif (Tyler dkk., 1988). Kayu manis berkhasiat mengatasi masuk angin, diare, dan penyakit yang berhubungan dengan saluran pencernaan. Kayu manis memiliki aktivitas sebagai antioksidan (Bisset dan Wichtl, 2001).

Minyak atsiri kayu manis terdapat pada kelenjar minyak khusus di dalam kantung minyak atau di dalam ruang antarsel dalam jaringan tanaman. Minyak atsiri tersebut harus dibebaskan yaitu dengan merajang atau memotong jaringan tanaman dan membuka kelenjar minyak sebanyak mungkin, sehingga minyak dapat dengan mudah diuapkan (Guenther, 1987). Zat-zat pada kayu manis yang

memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri maupun membunuh bakteri yaitu berupa fenol atau senyawa lain yang sejenis, garam-garam logam, alkohol, formaldehid, kalor atau persenyawaan, yodium, zat warna, sulfonamide, detergen, serta antibiotik (Dwidjoseputro, 1978). Aktivitas kulit batang kayu manis memiliki Kadar Bunuh Minimal (KBM) pada bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa* yaitu sebesar 0,25% v/v (Wiyatno, 2010).

Senyawa kimia yang terdapat pada kulit batang kayu manis adalah minyak atsiri yang berkhasiat sebagai antibakteri (Bisset dan Wichtl, 2001). Minyak atsiri kulit batang kayu manis mampu menghambat pertumbuhan *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Staphylococcus aureus* (WHO, 1999). Minyak atsiri kayu manis dapat diperoleh dari kulit, batang, ranting, atau daun kayu manis melalui proses penyulingan. Kulit kayu manis yang berasal dari Indonesia mampu menghasilkan minyak atsiri sebanyak 1,32 hingga 7%. Kandungan utama minyaknya adalah *cinnamaldehyde* yaitu sebanyak 65-80% (Kardinan, 2005). Umumnya dalam keadaan segar, minyak atsiri tidak berwarna (pucat), berbau khas, larut dalam pelarut organik, tetapi sukar larut dalam air. Minyak atsiri larut dalam etanol, tetapi kurang larut dalam etanol dengan kadar kurang dari 70% (Robbers dkk., 1996; Departemen Kesehatan RI, 1985).

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 (Maizura dkk., 2007). Mekanisme minyak atsiri dalam menghambat antimikroba dapat melalui beberapa cara, antara lain mengganggu komponen penyusun dinding sel, bereaksi dengan membran sel sehingga meningkatkan permeabilitas dan menyebabkan kehilangan komponen penyusun sel, dan menonaktifkan enzim esensial yang menghambat sintesis protein dan kerusakan fungsi materi genetik. Pada minyak atsiri, mekanisme antimikroba yakni dengan cara mengganggu membran sitoplasma mikroba, memotong jalannya daya motif proton, aliran elektron, dan transpor aktif, dan atau mengkoagulasi isi sel (Burt, 2004).

Pada kulit batang kayu manis mengandung paling banyak *cinnamic aldehyde* atau *cinnamaldehyde*, sedangkan pada daun lebih banyak mengandung *eugenol* dibandingkan *cinnamaldehyde*. Minyak pada kulit batang kayu manis mengandung banyak aldehyd, selain itu ada *cinnamaldehyde* sebanyak 70-88%, (*E*)-*o*-*methoxy-cinnamaldehyde* sebanyak 3-15%, *benzaldehyde* sebanyak 0,5-2%, *salicylaldehyde* sebanyak 0,2-1%, *cinnamyl acetate* sebanyak 0-6%, *eugenol* sebanyak kurang dari 0,5 % dan *coumarin* sebanyak 1,5-4% (Bruneton, 1999). Kulit batang kayu manis juga mengandung *phenylpropanes* lainnya meliputi *hydroxycinnamaldehyde*, *o*-*methoxycinnamaldehyde*, *cinnamyl alcohol* dan asetatnya, dan terpena di antaranya *limonene*, *α -terpineol*, tanin, *mucilage*, *oligomeric procyanidins*, dan kumarin (Bisset dan Wichtl, 2001). Ekstrak air kayu manis mengandung tanin, triterpenoid, saponin dan flavanoid (Azima, 2004).

E. Destilasi Uap-Air

Destilasi yaitu suatu proses pemisahan komponen cairan ataupun padatan dari dua macam campuran yang berdasarkan titik uapnya dan proses ini dilakukan terhadap minyak atsiri yang memiliki sifat tidak larut dalam air (Guenther, 2006). Pada umumnya, minyak atsiri dihasilkan melalui proses destilasi dengan bahan tumbuhan. Bahan yang dapat digunakan untuk proses destilasi uap-air adalah bahan yang kering atau segar yang dapat rusak jika dilakukan proses pendidihan. Bahan kering yang biasa digunakan yaitu seperti cengkeh dan kayu manis (Claus dkk., 1988).

Pada proses destilasi uap-air, bahan-bahan yang akan didestilasi diletakkan pada angas yang ada di dalam alat destilasi agar bahan tidak mengalami kontak langsung dengan alas dasar ketel. Suhu yang digunakan untuk proses destilasi uap-air tidak pernah lebih dari 110°C, untuk meminimalisir terjadinya kerusakan minyak jika dibandingkan dengan minyak hasil penyulingan uap secara langsung, terutama uap dengan tekanan yang tinggi. Bahan yang diisikan ke dalam ketel alat destilasi uap-air harus diatur supaya uap dapat berpenetrasi dan merata di dalam bahan, sehingga lebih banyak rendemen minyak atsiri yang dihasilkan (Guenther, 2006).

F. Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.) dan Pati Ubi Jalar

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) termasuk famili *Convolvulaceae* (kekangkungan), merupakan tanaman merambat. Umbi dari ubi jalar berupa akar yang membesar serta berfungsi untuk penyimpanan cadangan makanan. Pigmen pada ubi jalar adalah antosianin dan karotenoid (Kantor Menteri Negara Urusan Pangan dan Hortikultura dan IPB, 1999). Menurut Suryadjaja (2005), ubi jalar putih (*Ipomoea batatas* L.) merupakan tanaman tropis, berkembang baik di daerah memiliki hawa panas dan udara lembab, suhu optimum pertumbuhan 27°C dengan lama penyinaran per hari \pm 11-12 jam. Banyak karbohidrat ada di dalam ubi jalar seperti serat, gula dan pati, sehingga ubi jalar potensial sebagai salah satu sumber pati. Kedudukan tanaman ubi jalar dalam sistematika dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Taksonomi Ubi Jalar

Divisio	Spermatophyte
Sub-divisio	Angiospermae
Kelas	Dicotyledoneae
Bangsa	Tubiflorae
Famili	Convolvulaceae
Genus	<i>Ipomoea</i>
Spesies	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lamb.

(sumber: Suryadjaja, 2005)

Ubi jalar merupakan tanaman semusim, dapat berbunga, berbuah, dan berbiji. Tanaman ini terlihat seperti semak atau menjalar. Tanaman ubi jalar memiliki ciri-ciri seperti memiliki batang yang berkayu, daunnya berbentuk hati atau jantung, memiliki bunga yang berbentuk seperti terompet, berbuah kapsul

dan berbiji pipih, memiliki sistem perakaran serabut dan lumbung, memiliki umbi yang bervariasi. Ubi jalar putih merupakan salah satu jenis ubi jalar yang memiliki daging umbi berwarna putih. Misalnya varietas tembakur putih, tembakur ungu, varietas MLG 12659-20P, dan varietas Taiwan (Sarwono, 2005). Komposisi kimia ubi jalar menurut Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI (1981) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Komposisi Kimia Ubi Jalar per 100 gram Bahan

Kandungan gizi (satuan)	Banyaknya dalam		
	Ubi jalar putih	Ubi jalar ungu/merah	Ubi jalar kuning
Kalori (kal)	123	123	136
Protein (g)	1,8	1,8	1,1
Lemak (g)	0,7	0,7	0,4
Karbohidrat (g)	27,9	27,9	32,3
Air (g)	68,5	68,9	-
Serat kasar (g)	0,90	1,2	1,4
Kadar gula (g)	0,40	0,4	0,3
Beta karoten (mg)	31,2	174,2	-

Keterangan: tanda (-) tidak dilakukan analisis

Ubi jalar mengandung jenis gula diantaranya yaitu rafinosa, verbaskosa, dan stakiosa. Ubi jalar merupakan penghasil karbohidrat yang utama setelah padi, ubi kayu, dan jagung, sehingga berperan penting untuk penyediaan bahan baku industri, bahan pangan, dan pakan ternak (Zuraida dan Supriati, 2001). Sebagai sumber bahan pangan, ubi jalar mengandung vitamin C, beta karoten, energi, niasin, *thiamine*, riboflavin, dan mineral. Bagian tanaman ubi jalar yang paling banyak digunakan untuk menghasilkan pati adalah bagian umbinya karena terdapat pati atau karbohidrat sebanyak 27,9 % per 100 gram berat badan. Kadar

pati pada ubi jalar putih memiliki kesamaan dengan kadar pati pada ubi kayu (Izzati dan Yusnidar, 2010).

Ubi jalar kaya akan sumber vitamin, mineral, serat diet, serta antioksidan (betakaroten, antosianin, fenolat, dan tokoferol). Ubi dengan jenis basah serta memiliki daging yang lunak memiliki kandungan pati yang sedikit sekitar sebanyak 13 hingga 19%, sedangkan pati dengan jenis lebih kering serta berdaging kompak akan mengandung jumlah pati yang relatif lebih banyak, sekitar sebanyak 18 hingga 22 % (Pantastico, 1986). Ubi jalar dominan akan karbohidrat. Jumlah karbohidrat yang dikandungnya sebanyak 16 hingga 35% per berat basah atau sekitar 80 hingga 90% per berat kering, dimana jumlah kandungan karbohidrat disetiap varietas berbeda-beda (Palmer, 1982).

Ubi jalar juga tinggi akan kandungan gula, sehingga ubi jalar memiliki rasa manis lebih tinggi daripada komoditas sumber karbohidrat yang lain. Amilosa dalam hal ini berperan penting. Jumlah kadar amilosa disetiap ubi jalar bervariasi, sekitar 17,5 hingga 20 %. Amilosa berperan memberikan rasa berpasir (dalam Bahasa Jawa, *mempur*) dan memberikan kemampuan dalam penyerapan air yang lebih tinggi (Palmer, 1982).

Umumnya, konsumen menyukai ubi jalar karena tinggi akan kandungan pati, teksturnya kering, dan kadar gulanya rendah. Ubi jalar digunakan masyarakat untuk pakan ternak, sumber sayuran. Oleh masyarakat diolah menjadi produk setengah jadi seperti tepung pati, gaplek, alkohol, dan gula cair. Ubi jalar dapat diolah menjadi pati seperti singkong. Dimanfaatkan oleh

industri pangan untuk bahan pembuatan produk soun, kue, bahan pengental aneka makanan, sirup (gula cair), bahan perekat, tekstil, dan farmasi. Tekstur pati dari pati ubi jalar lebih halus dibandingkan dengan pati dari singkong, terigu, dan keentang, larutan pati juga cepat meresap. Kandungan pati dipengaruhi di dalam bahan baku dipengaruhi oleh umur tanaman dan lama penyimpanan bahan baku setelah dipanen. (Sarwono, 2005).

Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α -glikosidik dalam wujud ikatan linear ataupun ikatan bercabang. Pati memiliki dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas, dimana fraksi terlarut disebut sebagai amilosa dan fraksi tidak terlarut yang disebut sebagai amilopektin. Amilosa memiliki struktur linear dengan ikatan α -(1,4)-D-glukosa, sedangkan amilopektin mempunyai cabang dengan ikatan α -(1,6)-D-glukosa (Winarno, 2002). Amilosa dan amilopektin secara fisik membentuk ikatan silang intermolekul dan intramolekul untuk membentuk jaringan makromolekul yang lebih besar pada pembuatan gel (Maizura dkk., 2007). Ikatan-ikatan silang yang terdapat pada jaringan makromolekul pati terutama dibentuk dari domain mikrokristal amilosa, yang berkontribusi pada kekuatan dan daya peregangan yang tinggi pada *film* yang dihasilkan (Rindlay-Wastling dkk., 1998).

Amilosa adalah bagian dari rantai lurus yang dapat melingkar membentuk sulur ganda. Permukaan luar dari amilosa bersulur tunggal memiliki atom hidrogen yang berikatan dengan atom O-2 dan O-6. Ikatan hidrogen intersulur dan intrasulur_mengakibatkan adanya struktur hidrofobik dengan kelarutan

rendah. Amilosa termasuk fraksi gerak (dalam granula pati terletak tidak pada satu tempat, namun tergantung pada jenis patinya). Pada struktur granula pati, amilopektin dan amilosa berada dalam cincin-cincin yang dimana jumlah cincin dalam granula pati kurang lebih ada 16 buah yang terdiri atas lapisan semikristal dan lapisan amorf (Hustiany, 2006).

Pati berfungsi sebagai pelapis yang bersifat *biodegradable* dikarenakan dapat mensubstitusi polimer plastik, memberikan karakteristik, sifat fisiknya dapat diperbaharui (Bourtoom, 2007). Menurut Winarno (2002), pati adalah homopolimer glukosa memiliki ikatan α -glikosidik, terbentuk dari granula. Pada air dingin, granula pati tidak larut, namun pada pemanasan dengan tekanan pada suhu 120-150°C, pati dapat terlarut sempurna. Ada 3 tahapan gelatinisasi, yaitu air secara bolak balik berpenetrasi ke dalam granula, kemudian granula-granula dengan cepat akan mengembang, dan suhu naik sehingga molekul-molekul pati terdifusi dari granula. Menurut Kusnandar (2010), kandungan amilopektin dan amilosa berturut-turut adalah 80% dan 20%, pada suhu 55°C hingga 65°C terjadi kenaikan pada volume granula pati di dalam air dan setelah granula pati membengkak dapat kembali ke kondisi semula.

G. Plasticizer, Gliserol, CMC, dan Asam Stearat

Plasticizer adalah komponen non volatil, yang mempunyai titik didih tinggi, dan bila ditambahkan ke dalam suatu materi mampu mengubah sifat mekanik maupun sifat fisik dari materi tersebut. *Plasticizer* mampu mengurangi

gaya intermolekul sepanjang rantai polimer, sehingga dapat meningkatkan fleksibilitas *ediblefilm*. Namun juga mengakibatkan turunnya permeabilitas film tersebut (Banker, 1966).

Plasticizer dapat meningkatkan fleksibilitas, menurunkan sifat-sifat penghalangan *edible coating* dan kekuatan intermolekuler. Penambahan *plasticizer* dalam *edible coating* diperlukan untuk mengurangi sifat rapuh karena kekuatan intermolekul ekstensif, mampu meningkatkan ketahanan *film* dan fleksibilitas *film* terutama bila dilakukan penyimpanan pada suhu rendah (Ketser dan Fennema, 1989). Aplikasi *edible coating* berbahan dasar polisakarida umumnya dikombinasikan dengan beberapa bahan pangan fungsional seperti *plasticizer*, resin, minyak, surfaktan, lilin (*waxes*), serta emulsifier yang berfungsi membentuk permukaan halus dan mampu mencegah hilangnya uap air (Krochta dkk., 1994).

Gliserol ($C_3H_8O_3$) adalah senyawa poliol dengan tiga gugus hidroksil dalam satu molekul (alkohol trivalen) dengan titik didih $204^{\circ}C$, massa jenis $1,23 \text{ g/cm}^3$, berat molekul 92,10 (Winarno, 1997). Gliserol merupakan salah satu *plasticizer* yang sering digunakan untuk *film*. Gliserol bersifat mudah larut dalam air, berkemampuan untuk meningkatkan viskositas larutan, mampu mengikat air, hidrofilik, bertitik didih yang tinggi, tidak volatil dan bersifat polar (Bureau dan Multon, 1996; Lieberman dan Gilbert, 1973). Gliserol merupakan cairan kental yang memiliki rasa manis (Pagliaro dkk., 2008).

Gliserol bersifat humektan (mampu menahan air pada *edible coating* tersebut). Gliserol berfungsi untuk meningkatkan keplastisan pada *film*, membuat film menjadi lebih fleksibel, mengurangi resiko hancur, sobeknya *film*. Selain itu gliserol memiliki kemampuan untuk melunakkan struktur *film* dengan cara mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intermolekular, mobilitas rantai biopolimer meningkat, dan mampu memperbaiki sifat mekanik pada *film* (Bureau dan Multon, 1996; Lieberman dan Gilbert, 1973). Bertambahnya jumlah gliserol di dalam campuran pati dan air mampu menurunkan nilai tegangan serta perpanjangan *edible*. Kandungan gliserol rendah dapat menurunkan kuat tarik *edible* (Larotonda, 2004).

Asam stearat merupakan campuran asam organik padat dari lemak, sebagian besar tersusun atas asam oktadekanoat ($C_{18}H_{36}O_2$) dan asam heksadekanoat ($C_{16}H_{32}O_2$) (Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan, 1979). Asam stearat memiliki rantai hidrokarbon yang panjang (C18). Jika rantai hidrokarbon semakin panjang maka sifat hidrofobik asam lemak semakin meningkat (Sari, 2014). Penambahan asam stearat berperan untuk mengurangi transmisi uap air, karena asam stearat memiliki gugus hidrofobik. Asam stearat mampu merubah sifat larutan *coating* yang hidrofilik menjadi hidrofobik, sehingga meningkatkan ketahanan *edible* terhadap uap air (Donhowe dan Fennema, 1994).

Carboxymethyl cellulose (CMC) adalah turunan selulosa yang mudah larut dalam air. CMC digunakan sebagai penstabil dan mampu mengikat air atau

memberi kekentalan pada fase cair sehingga dapat menstabilkan komponen lainnya dan mencegah sinersis. CMC juga dapat menjaga tekstur alami produk dan mengurangi penyerapan O₂ (Nisperos-Carriedo, 1994). Selain itu CMC dapat digunakan sebagai pengemulsi, pengembang, dan pembentuk gel dalam produk pangan, khususnya sejenis sirup yang diizinkan oleh Menteri Kesehatan RI, diatur dalam PP. No. 235/ MENKES/ PER/ VI/ 1979 sebanyak 1 sampai 2%. CMC memiliki struktur berupa rantai polimer, terdiri atas unit molekul selulosa. Setiap unit anhidroglukosa terdapat tiga gugus hidroksil dan beberapa atom hidrogen dari gugus hidroksil kemudian disubstitusi oleh *carboxymethyl* (Kamal, 2010).

H. Hipotesis

1. Pemberian *edible coating* dari kombinasi kadar pati ubi jalar putih dan minyak atsiri kayu manis menyebabkan perbedaan lamanya masa simpan buah tomat.
2. Minyak atsiri kayu manis yang optimal untuk *edible coating* sehingga mampu memperpanjang masa simpan buah tomat adalah 1,5%.