

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Belimbing Manis dan Kerusakannya

Belimbing manis (*Averrhoa carambola L.*) merupakan salah satu buah nonklimaterik berkulit tipis, memiliki rasa yang manis dan menyegarkan, juga memiliki kadar vitamin C yang tinggi. Buah belimbing memiliki manfaat sebagai antioksidan dan anti bakteri (Sukadana, 2009). Buah belimbing banyak disukai oleh masyarakat, akan tetapi ketersediaannya di pasar sangat terbatas karena buah belimbing mudah rusak sehingga masa simpannya menjadi relatif pendek. Kerusakan buah belimbing ditandai dengan terdapatnya bintik-bintik coklat pada permukaan buah serta pencoklatan pada sirip buah. Kerusakan ini akan semakin parah seiring dengan bertambahnya waktu penyimpanan. Akibat lain dari kerusakan buah belimbing tersebut adalah harga jual buah belimbing akan menjadi rendah.

Menurut Sivalingan (2007) kualitas mutu belimbing dipengaruhi oleh waktu pemanenannya, hal ini dikarenakan setelah pemanenan belimbing tidak akan mengalami perubahan fisik ataupun kandungan kimianya. Penurunan kualitas belimbing terjadi apabila adanya kerusakan yang menyebabkan kenaikan laju respirasi dan transpirasi, hal ini akan berakibat pada rendahnya umur simpan buah belimbing tersebut. Umur simpan belimbing manis apabila disimpan pada suhu 5°C dapat mencapai 30 hari, hal ini dikarenakan laju respirasi belimbing dihambat oleh rendahnya suhu penyimpanannya. Namun, belimbing manis yang disimpan pada suhu 20 °C hanya memiliki umur simpan 3-4 hari saja (Kader,1999). Hal ini menandakan bahwa laju respirasi yang terjadi pada belimbing akan berpengaruh pada kualitas mutu dan umur simpan buah belimbing.

Belimbing manis termasuk komoditas pangan yang mudah rusak (*perishable*) sehingga fleksibilitasnya di pasaran menjadi terbatas. Perubahan proses pemasakan atau penuaan dapat meningkatkan kerentanan komoditas terhadap kerusakan mekanis maupun serangan penyakit. Selama proses tersebut susut dapat terjadi baik saat prapanen maupun pascapanen sehingga mengakibatkan berkurangnya jumlah bagian yang dapat dimakan dan mengakibatkan mutu buah tidak layak konsumsi (Damayanti 2001).

Penanganan segar sangat diperlukan untuk menjaga mutu buah yang dihasilkan. Peningkatan jumlah produksi buah akan mubazir jika tidak disertai penanganan yang baik. Tidak semua belimbing terserap pasar sehingga dibutuhkan penanganan mutu yang baik pada saat itu, yaitu dengan penyimpanan dingin dengan parameter mutu tertentu. Selama proses penyimpanan penurunan mutu buah dapat terjadi. Hal ini dapat membatasi potensi ekspor buah belimbing, karena distribusi buah pada proses pemasaran sering kali menempuh jarak yang cukup jauh dan waktu yang panjang sementara produk hortikultura khususnya buah-buahan memiliki sifat mudah rusak dan umur pascapanen yang relatif singkat.

Kerusakan pada buah belimbing terjadi akibat proses respirasi dan transpirasi yang masih berlangsung setelah buah dipanen, sehingga menyebabkan penurunan mutu cepat terjadi dan menyebabkan masa simpan buah belimbing menjadi pendek. Hal tersebut dapat diatasi dengan perlakuan pascapanen yang tepat di antaranya adalah pelapisan buah belimbing menggunakan kitosan dan pengemasan (Sukadana, 2009).

B. Fisiologi Pascapanen

Fisiologi pascapanen adalah berbagai proses yang terjadi pada bagian tanaman setelah dipanen atau dipisahkan dari inangnya. Proses fisiologi mengarah kerusakan sehingga untuk keperluan pemasaran dan konsumsi hampir semua proses fisiologi pascapanen harus diperlambat (Murdijati dan Yuliana, 2014).

Skema perkembangan produk pertanian dibagi menjadi 5 tahap yaitu pertumbuhan (development), pematangan awal (pre-maturation), pematangan (maturation), pemasakan (ripening), dan penuaan (senescense). Respirasi merupakan proses oksidasi substrat kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Proses respirasi digunakan untuk menyediakan energi untuk proses jalur reaksi lain selama pertumbuhan dan pemeliharaan, selain itu dapat dipergunakan untuk transpor mineral, larutan di antara sel, dan sintesis metabolit penting seperti karbohidrat, asam amino dan asam lemak.

Menurut Murdijati dan Yuliana (2014) pada respirasi aerob (membutuhkan O₂ untuk menghasilkan energi), satu molekul heksosa membutuhkan O₂ sebesar 192 g untuk menghasilkan enam molekul karbon dioksida (264 g), enam molekul air (180 g) dan 673 kkal energi. Namun, energi yang dipergunakan untuk kelangsungan hidup suatu komoditas pertanian hanya sekitar 281 kkal (41% dari total energi) atau 38 ATP, sedangkan 392 kkal (57% dari total energi) hilang 9 sebagai panas dan 13 kkal hilang sebagai entropi selama reaksi oksidasi berlangsung. Berikut ini reaksi kimia respirasi aerob : $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 38 ADP + 38 Pi \rightarrow 6CO_2 + 44H_2O + 38 ATP$

Menurut Pantastico (1997) respirasi dikelompokkan dalam tiga tingkatan, yaitu: 1). pemecahan polisakarida menjadi gula sederhana, 2). oksidasi gula menjadi asam

piruvat, 3). Transportasi piruvat dan asam-asam organik secara aerobik menjadi CO₂, air dan energi. Protein dan lemak dapat pula berperan sebagai substrat dalam proses pemecahan polisakarida. Protein dan lemak dapat pula berperan sebagai sustrat dalam proses pemecahan.

Menurut Murdijati dan Yuliana, (2014) pada proses respirasi anaerob, pemecahan gula menghasilkan alkohol, CO₂, 2 mol ATP dan 21 kkal panas, berikut rumus respirasi anaerob: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_3H_6O_3 + 2ATP + CO_2 + 21 \text{ kkal}$ Ada dua faktor yang mempengaruhi respirasi pada buah yaitu faktor internal (seperti susunan kimiawi jaringan, ukuran produk, pelapis alami dan jenis jaringan) dan faktor eksternal (seperti suhu sekira buah, gas Etilen, zat-zat pengatur tumbuhan, dan yang terakhir kadar dari O₂ dan CO₂) (Pantastico, 1993).

Buah dan sayuran mengandung air dalam jumlah yang banyak dan juga nutrisi yang mana sangat baik bagi pertumbuhan mikroorganisme. Mikroorganisme pembusuk dapat tumbuh bila kondisinya memungkinkan seperti adanya pelukaan-pelukaan, kondisi suhu dan kelembaban yang sesuai dan sebagainya. Adanya mikroorganisme pembusuk pada buah dan sayuran merupakan faktor pembatas utama di dalam memperpanjang masa simpan buah dan sayuran. Infeksi mikroorganisme terhadap produk dapat terjadi saat buah dan sayuran tersebut tumbuh di lapangan, namun mikroorganisme tersebut tidak tumbuh dan berkembang, hanya berada di dalam jaringan. Bila kondisinya memungkinkan terutama setelah produk tersebut dipanen dan mengalami penanganan dan penyimpanan lebih lanjut, maka mikroorganisme tersebut segera dapat tumbuh dan berkembang dan menyebabkan pembusukan yang serius. Infeksi mikroorganisme di atas dinamakan infeksi laten (I Made dan Utama, 2001).

Proses pematangan menyebabkan perubahan warna yang terjadi pada kulit dan daging buah. Perubahan warna tersebut terjadi karena sedikitnya dua hal yaitu degradasi klorofil dan sintesa antosianin (Parikesit, 2011). Degradasi klorofil diawali dengan fitol oleh klorofilase. Enzim tersebut dapat menurunkan kandungan klorofil dengan kuat, penurunan jumlah klorofil seiring dengan peningkatan aktifitas enzim klorofilase dan puncak aktifitas enzim terjadi pada tahap timbul warna (*colour break*), perubahan dari warna hijau menjadi warna kuning. Akumulasi antosianin maksimum terjadi pada saat klorofil sudah mengalami degradasi sempurna (Murdijati dan Yuliana, 2014).

C. Edible Coating

Edible coating/film yang dibuat dari polisakarida (karbohidrat), protein, dan lipid memiliki banyak keunggulan seperti biodegradable, dapat dimakan, biocompatible, penampilan yang estetik, dan kemampuannya sebagai penghalang (*barrier*) terhadap oksigen dan tekanan fisik selama transportasi dan penyimpanan. *Edible coating*/film berbahan dasar polisakarida berperan sebagai membran permeabel yang selektif terhadap pertukaran gas O₂ dan CO₂ sehingga dapat menurunkan tingkat respirasi pada buah dan sayuran (Krochta *et al.*, 1994).

Teknologi *edible coating* merupakan teknologi yang dipertimbangkan sebagai salah satu solusi bagaimana cara meningkatkan masa simpan dan keamanan mikrobiologis produk-produk segar. *Edible coating* dapat berasal dari bahan baku yang mudah diperbaharui seperti campuran lipid, polisakarida, dan protein, yang berfungsi sebagai *barrier* uap air, gas, dan zat-zat terlarut lain serta berfungsi sebagai *carrier* (pembawa) berbagai macam ingridien seperti emulsifier, antimikroba dan antioksidan, sehingga berpotensi untuk meningkatkan mutu dan

memperpanjang masa simpan buah-buahan dan sayuran segar terolah minimal (Lin dan Zhao, 2007).

Edible coating dapat dibuat dari tiga jenis bahan yang berbeda yaitu hidrokoloid (protein dan polisakarida), lipida, dan komposit atau kombinasinya (Krochta *et al.*, 1994;Lathifa, 2013). Hidrokoloid terdiri atas Protein, turunan Selulosa, Alginat, Pektin, tepung dan Polisakarida lainnya, sedangkan Lipid terdiri dari lilin (*waxes*), asilgliserol dan asam lemak. Bahan baku yang dapat ditambahkan dalam pembuatan coating adalah antimikroba, antioksidan, flavor, pewarna dan plasticizer. *Edible coating* berbahan dasar polisakarida yang banyak digunakan antara lain selulosa, pati dan turunannya, ekstrak rumput laut, excudate gums, seed gums serta microbial fermentation gums. Protein terdapat pada gelatin, kasein, protein kedelai, susu gluten dari gandum dan zein (Krochta *et al.*, 1994 ; Lathifa, 2013).

D. Alginat

Alginat merupakan biopolimer yang telah banyak diaplikasikan pada bidang industri makanan, minuman, tekstil, kertas, cat, dan farmasi. Alginat pertama kali ditemukan oleh Stanford pada awal tahun 1880. Asam alginat merupakan *copolymer* yang tersusun dari dua monomer yaitu asam D-mannuronic (M) dan L-guluronic (G). Alginat adalah polisakarida alam yang umumnya terdapat pada dinding sel dari semua spesies alga coklat (*Pheophyceae*). Asam alginat dalam alga coklat umumnya terdapat sebagai garam-garam kalsium, magnesium, dan natrium (Zhanjiang, 1990). Natrium alginat larut dalam air membentuk koloid kental dan tidak larut dalam medium dengan pH kurang dari 3, etanol, dan pelarut organik lainnya. Larutan natrium alginat stabil pada pH 4 sampai 10. Viskositasnya

dapat bervariasi, tergantung pada konsentrasi, pH, temperatur, atau adanya ion logam. Viskositas larutan akan menurun pada pH larutan di atas 10.

Alginat merupakan produk hasil ekstraksi dari rumput laut coklat. Alginat terdiri dari garam sodium pada asam alginic. Alginat memiliki ikatan yang kuat, tetapi sedikit rapuh karena sifat ketahanan airnya yang rendah. Namun, alginat dapat mengikat kation logam yang mengakibatkan dia memiliki sifat tidak larut dalam air. Logam yang dimaksud adalah kalsium. Kalsium akan membuat ikatan *cross-link* dengan alginat (Campos *et al.*, 2011). Kegunaan alginat didasarkan pada tiga sifat utamanya, yaitu kemampuan untuk larut dalam air serta meningkatkan viskositas larutan, membentuk gel, membentuk film dan serat (McHugh, 2003). Alginat dapat digunakan dalam berbagai bidang industri antara lain industri makanan, tekstil, medis/farmasi, dan kosmetik (McCormick, 2001). Dalam bidang makanan, sifat kekentalan alginat dapat digunakan untuk membuat saus atau sirup, sebagai penstabil dalam pembuatan es krim (McHugh, 2003). Film kalsium alginat juga digunakan sebagai pembungkus buah, ikan, daging, dan makanan lain untuk pengawetan serta merupakan pengepak alternatif karena mudah terurai oleh mikroorganisme sehingga bersifat ramah lingkungan.

Sudah banyak penelitian yang menggunakan alginat sebagai *edible coating* pada berbagai macam produk hortikultura. Pelapis alginat dengan konsentrasi 5% (v/w) dapat menjaga kualitas apel terolah minimal tanpa menyebabkan respirasi anaerob pada buah. Lapisan ini membentuk film yang baik pada permukaan potongan buah apel, memberikan warna buah yang cerah, lapisan yang bening, dan membuat buah terlihat lebih segar. Pelapis alginat bekerja sebagai penghalang uap air dengan mengurangi kehilangan air dari apel. Alginat juga mencegah rusaknya

tekstur dan menghambat kerusakan *browning*. Peningkatan jumlah *volatile* ditemukan dalam apel yang dilapisi alginat selama penyimpanan. Peningkatan jumlah *volatile* pada apel terolah minimal dikaitkan dengan metabolisme asam lemak yang terkandung dalam buah. Penggunaan pelapis alginat untuk mempertahankan umur simpan buah terolah minimal adalah cara yang menjanjikan karena dapat meningkatkan kualitas produk-produk segar (Olivas *et al.*, 2007).

Asam askorbat sebagai agen pembawa anti-*browning* pada *edible coating* berbasis alginat dengan konsentrasi 5% (v/w) berkontribusi bukan hanya mempertahankan warna pada *fresh-cut* buah mangga, tetapi juga meningkatkan potensi anti-oksidan dari *fresh-cut* mangga. Berdasarkan pada hasil penelitian, *fresh-cut* mangga dapat disimpan selama 12 hari pada temperatur 14°C tanpa penurunan nutrisi dan kualitas *physicochemical*. Penggunaan *edible coating* alginat bisa dipertimbangkan sebagai perlakuan yang aman dan efektif (Robles-Sánchez *et al.*, 2013). Pelapis alginat dapat digunakan sebagai perlakuan pascapanen pada buah *cherry* dengan tujuan untuk menunda proses pematangan buah dan menjaga kualitas buah. Perlakuan alginat dengan konsentrasi 1% dan 3% (w/v) efektif dalam menunda susut berat, penurunan kadar keasaman, menjaga tekstur buah, dan perubahan warna (Chiabrando and Giacalone, 2015).

E. Minyak Atsiri Sereh ((*Cymbopogon nardus L*)

Salah satu tanaman di Indonesia yang banyak memberikan manfaat untuk kehidupan adalah Sereh (*Cymbopogon nardus L*). Minyak sereh dapur adalah salah satu minyak atsiri komersial Indonesia yang diperoleh melalui proses penyulingan dengan cara penyulingan daun tanaman sereh (*Cymbopogon winterianus*). Minyak sereh juga merupakan minyak yang mudah didapat. Kandungan kimia yang terdapat

di dalam tanaman serai dapur antara lain mengandung 0,4% minyak atsiri dengan komponen yang terdiri dari sitral, sitronelol (66-85%), α -pinen, kamfen, sabinen, mirsen, β -felandren, psimen, limonen, cis-osimen, terpinol, sitronelal, borneol, terpinen-4-ol, α - terpineol, geraniol, farnesol, metil heptenon, n-desialdehida, dipenten, metil heptenon, bornilasetat, geranilformat, terpinil asetat, sitronelil asetat, geranil asetat, β -elemen, β -kariofilen, β -bergamoten, trans- metilisoeugenol, β - kadinen, elemol, kariofilen oksida (Anonim, 1984; Anonim, 1985; dan Rusli dkk., 1979 dalam Kristiani, 2013).

Menurut penelitian Raybaudi-Massilia, *et al.* (2008) pengaplikasian alginat dengan essential oil Kayu Manis, Cengkeh, Sereh masing-masing sebanyak 0,7 (v/v) dan minyak Cinnamaldehyde, Eugenol, Citral masing masing sebesar 0,5 (v/v) pada apel potong segar mampu menghambat mikrobiota asli selama 30 hari dan mengurangi $> 4 \log$ FU/g *E. coli* 0157: H7 pada minggu pertama penyimpanan. Secara tradisional seraiwangi digunakan sebagai pembangkit cita rasa pada makanan, minuman dan obat tradisional (Wijayakusuma, 2001). Serai wangi juga digunakan sebagai pembangkit cita rasa yang digunakan pada saus pedas, sambel goreng, sambel petis dan saus ikan (Oyen,1999). Di bidang industri pangan minyak serai wangi digunakan sebagai bahan tambahan dalam minuman, permen, daging, produk daging dan lemak (Leung dan Foster,1996). Minyak atsiri serai wangi dapat digunakan untuk penyakit infeksi dan demam serta dapat untuk mengatasi masalah sistem pencernaan dan membantu regenerasi jaringan penghubung (Agusta, 2002).

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Hikmatyar (2017), telah menguji kemampuan zat aktif yang ada pada daun serai wangi, menunjukkan minyak atsiri sereh mempunyai daya hambat terhadap bakteri dari fresh-cut buah apel

dibandingkan dengan kontrol yang tidak memiliki daya hambat. Daya hambat paling besar namun tidak berbeda nyata yaitu pada minyak atsiri sereh 0,7% dengan diameter hambat 1,93 cm. Menurut Diastri (2015), mekanisme kerja minyak atsiri dalam membunuh bakteri adalah dengan cara mengubah permeabilitas membran sel, menghilangkan ion-ion dalam sel, menghalangi proton-pump, dan menurunkan produksi adenosin trifosfat (ATP). Minyak atsiri bersifat lipofilik yang dapat melewati dinding bakteri karena dinding bakteri terdiri atas polisakarida, asam lemak, dan fosfolipid. Hal ini dapat mengakibatkan kerusakan dinding sel sehingga dapat membunuh bakteri.

Alginat dapat digunakan dalam berbagai bidang industri antara lain industri makanan, tekstil, medis/farmasi, dan kosmetik (McCormick, 2001). Pada penelitian pendahuluan diketahui adanya daya hambat minyak atsiri sereh 0,7% dengan diameter hambat 1,93 cm. Penambahan minyak atsiri sereh 0,7% pada perlakuan CMC 1% memberikan pengaruh yang terbaik dalam menghambat pertumbuhan bakteri dan mempertahankan umur simpan fresh-cut apel.

F. Hipotesis

Pemberian kombinasi alginat 2% dan minyak atsiri sereh 0,7% diduga dapat menghambat kehilangan air dan pertumbuhan mikrobia pada buah belimbing manis.