

POTENSI DAN EFISIENSI SENYAWA HIDROKOLOID NABATI SEBAGAI BAHAN PENUNDA PEMATANGAN BUAH

Munirotn Roiyana*, Munifatul Izzati*, dan Erma Prihastanti*

*Laboratorium Biologi Struktur dan Fungsi Tumbuhan, Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan
Matematika, Universitas Diponegoro

Abstract

Fruits are perishable agricultural products. This is because after harvesting they continue to carry out respiration and metabolism. Respiration and transpiration is active during storage period, that reduce the quality of fruits. Coating technology is used to extend the shelf life and to preserve the freshness of fruits. We used hydrocolloid compounds, such as cincau and seaweed for coating. Hydrocolloid is a water-soluble polymer, which has the ability to thicken or form a thin gel. This study was aimed to analyze the potential of hydrocolloid gel from *Stephania hernandifolia* and *Eucheuma* sp. for delaying fruit ripening. The ripening parameter used were shrinkage of weight, skin color, hardness, sugar content and total acid. The research was conducted in March and July 2012, at the Laboratory of Plant Physiology, FSM Diponegoro University Semarang. The fruit used was tomatoes. The study was designed using completely randomized design (CRD) with a single factor of hydrocolloid concentrations. The concentration of gel cincau *S. hernandifolia* were 2,5%, 5%, 7,5%, whereas concentration of *Euchema* sp. were 1,5%, 2%, 2,5%. Each treatment had three replications. The data obtained were analyzed using ANOVA and Duncan. Result showed that coating of tomato with both gel have a potential effect in delaying of fruit ripening. Gel from *Euchema* is more effective to *S. hernandifolia*.

Keywords: Coatings fruit, Eucheuma sp., Stephania hernandifolia., Tomatoes, Ripening fruit.

Abstrak

Sebagian besar buah yang dimakan adalah buah yang telah mencapai tingkat kematangan. Buah-buahan dikenal sebagai hasil pertanian yang mudah rusak (busuk). Hal ini disebabkan karena komoditi hortikultura tersebut setelah dipanen masih terus melangsungkan respirasi dan metabolisme. Aktivitas respirasi dan transpirasi ini menggunakan dan merombak zat-zat nutrisi yang ada pada buah, sehingga dalam jangka waktu tertentu akibat penggunaan dan perombakan zat nutrisi tersebut, buah mengalami kemunduran mutu dan kerusakan fisiologis. Salah satu cara untuk memperpanjang masa simpan dan mempertahankan kesegaran buah-buahan adalah dengan teknologi pelapisan. Pelapisan dapat menggunakan tanaman penghasil senyawa hidrokoloid, misalnya cincau dan rumput laut. Hidrokoloid merupakan polimer larut air, mempunyai kemampuan mengentalkan atau membentuk sistem gel encer. Penelitian ini bertujuan menganalisis potensi senyawa hidrokoloid nabati yang dihasilkan dari gel cincau *Stephania hernandifolia* dan gel rumput laut *Eucheuma* sp. sebagai penunda pematangan buah serta membandingkan efisiensi senyawa hidrokoloid tersebut dalam menunda pematangan buah. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai Juli 2012, di Laboratorium BSF Tumbuhan, FSM Undip Semarang. Variabel penelitian ini adalah susut bobot, perubahan warna, dan kekerasan tekstur. Penelitian dirancang dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal dengan perlakuan jenis hidrokoloid pada konsentrasi yang berbeda. hidrokoloid cincau *S. hernandifolia* konsentrasi 2,5%, 5%, 7,5% dan gel hidrokoloid *Euchema* sp. konsentrasi 1,5%, 2%, 2,5. Masing-masing perlakuan dengan 3 ulangan. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan ANOVA dan Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gel rumput laut *Eucheuma* sp. dan gel cincau *S. hernandifolia* berpotensi sebagai bahan penunda pematangan buah. Gel rumput laut *Euchema* sp. lebih efisien digunakan sebagai penunda pematangan buah ditinjau perubahan warna selama penyimpanan.

Kata kunci : Pelapisan buah, Eucheuma sp., Stephania hernandifolia., pematangan buah.

PENDAHULUAN

Buah-buahan mempunyai arti penting sebagai sumber vitamin, mineral, dan zat-zat lain dalam menunjang kecukupan gizi, selain itu juga merupakan komoditas hortikultura yang mempunyai nilai ekonomi yang tinggi. Buah-buahan dapat dimakan baik pada keadaan mentah maupun setelah mencapai kematangannya. Sebagian besar buah yang dimakan adalah buah yang telah mencapai tingkat kematangan. Buah-buahan juga dikenal sebagai hasil pertanian yang mudah rusak (busuk). Hal ini disebabkan karena komoditi hortikultura tersebut setelah dipanen masih terus melangsungkan respirasi dan metabolisme. Aktivitas respirasi dan transpirasi ini menggunakan dan merombak zat-zat nutrisi yang ada pada buah, sehingga dalam jangka waktu tertentu akibat penggunaan dan perombakan zat nutrisi tersebut, buah mengalami kemunduran mutu dan kerusakan fisiologis (Suhaidi, 2003). Untuk meningkatkan nilai ekonomis buah-buahan maka masa simpan dan kesegarannya harus dipertahankan.

Salah satu cara untuk memperpanjang masa simpan dan mempertahankan kesegaran buah-buahan adalah dengan teknologi pelapisan lilin pada permukaan buah. Pelapisan lilin bertujuan untuk mencegah terjadinya penguapan air sehingga dapat memperlambat kelayuan, menghambat laju respirasi dan untuk

mengkilapkan kulit buah sehingga menambah daya tarik bagi konsumen. Pelapisan lilin dengan kepekatan dan ketebalan yang sesuai dapat menghindarkan keadaan aerobik pada buah dan memberikan perlindungan yang diperlukan terhadap luka dan goresan pada permukaan buah (Rina dan Asiani, 1992).

Bahan yang digunakan sebagai bahan penunda pematangan buah adalah senyawa hidrokoloid, misalnya yang berasal dari tanaman cincau dan rumput laut. Hidrokoloid merupakan polimer larut air, mempunyai kemampuan mengentalkan atau membentuk sistem gel encer. Hidrokoloid alami dari tanaman sudah lama dipergunakan sebagai bahan campuran pada pengolahan makanan sehingga aman dikonsumsi.

Cincau merupakan salah satu makanan yang berbentuk gel dan diperoleh dari peremasan daun tumbuhan tertentu dalam air. Menurut Artha dalam Nurdin dan Suharyono (2007) ekstrak cincau hijau tersusun atas komponen utama zat polisakarida pektin yang membentuk gel pada cincau. Kandungan polisakarida pektin yang terdapat pada cincau hijau tersebut merupakan kelompok hidrokoloid pembentuk gel yang apabila diserut tipis-tipis mempunyai sifat amat rekat terhadap cetakan dan tembus pandang, sehingga berpotensi untuk dibuat sebagai *edible film*.

Rumput laut dimanfaatkan sebagai bahan mentah, seperti agar-agar, karaginan dan algin. Pada produk makanan, karaginan berfungsi sebagai stabilator (pengatur keseimbangan), *thickener* (bahan pengental), pembentuk gel, dan pengemulsi. Rumput laut yang menghasilkan karaginan dari alga merah yaitu *Eucheuma* sp..

Pematangan merupakan perubahan yang terjadi pada tahap akhir perkembangan buah atau merupakan tahap awal penuaan (*senescence*) pada buah. Selama perkembangan buah terjadi berbagai perubahan biokimiawi dan fisiologi. Pada umumnya buah yang masih muda berwarna hijau karena memiliki kloroplas sehingga dapat mengadakan fotosintesis, tetapi sebagian besar kebutuhan karbohidrat dan protein diperoleh dari bagian tubuh tumbuhan lainnya. Buah muda yang sedang tumbuh mengadakan respirasi sangat cepat sehingga dihasilkan banyak asam karboksilat dari daur Krebs, misalnya asam isositrat, asam fumarat, asam malat. Kadar asam-asam ini berkurang sejalan dengan berkembangnya buah karena asam-asam ini digunakan untuk mensintesis asam amino dan protein yang terus berlangsung dalam buah sampai buah masak (Sinay, 2008).

Pemasakan buah merupakan proses yang sangat kompleks dan terprogram secara genetik yang diawali dengan perubahan warna, tekstur, aroma, dan rasa. Selama

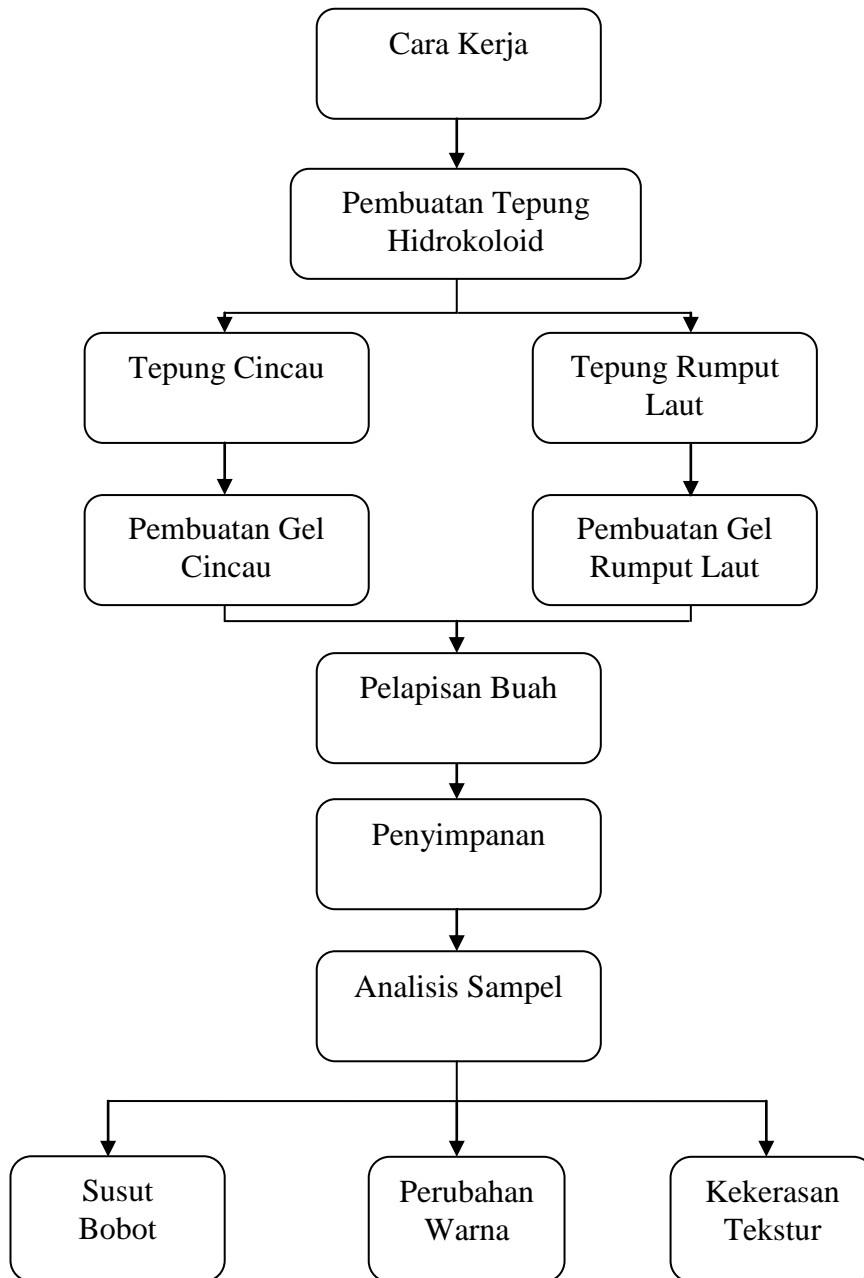
proses pemasakan buah, kandungan asam berkurang dan kandungan gula meningkat menyebabkan terjadinya kenaikan respirasi mendadak yang disebut klimakterik. Aktivitas respirasi yang sangat tinggi menjadi pemacu biosintesis etilen yang berperan dalam pemasakan buah. Etilen diperlukan untuk koordinasi dan penyempurnaan pemasakan buah. Perubahan biokimiawi dan fisiologi tersebut terjadi pada tahap akhir dari perkembangan buah (Sinay, 2008).

Penelitian ini bertujuan untuk : a) Menganalisis potensi senyawa hidrokoloid nabati yang dihasilkan dari gel cincau *Stephania hernandifolia* dan gel rumput laut *Eucheuma* sp. sebagai penunda pematangan buah ditinjau dari kandungan gula dan total asam. b) Membandingkan efisiensi senyawa hidrokoloid antara gel cincau *Stephania hernandifolia* dan gel rumput laut *Eucheuma* sp. sebagai penunda pematangan buah

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai Juli 2012, di Laboratorium Biosistemika Struktur dan Fungsi Tumbuhan, Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro Semarang.

42 **rgan Percobaan**



Penelitian dirancang dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal dengan perlakuan jenis hidrokoloid pada konsentrasi yang

berbeda. Masing-masing perlakuan dengan 3 ulangan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif dan uji *Analisis Of Varian* (ANOVA), hasil uji ANOVA

yang berbeda nyata dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan pada taraf signifikansi 95% (Pratisto, 2004).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Susut Bobot Buah Tomat

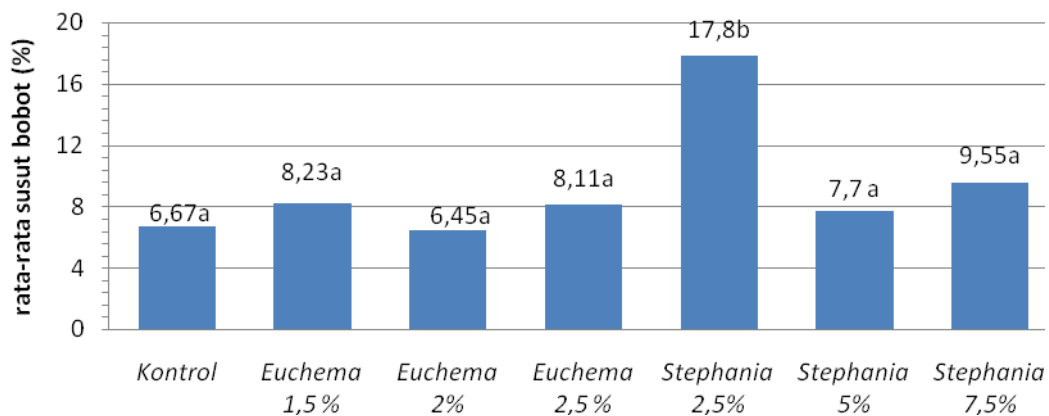
Untuk mengetahui adanya penundaan pematangan buah, salah satu caranya adalah melalui pengukuran terhadap susut bobot buah. Susut bobot buah adalah kehilangan air dari dalam buah diakibatkan oleh proses respirasi dan transpirasi pada buah tersebut. Meningkatnya laju respirasi akan menyebabkan perombakan senyawa seperti karbohidrat dalam buah dan menghasilkan CO₂, energi dan air yang menguap melalui permukaan kulit buah yang menyebabkan kehilangan bobot pada buah (Siagian, 2009).

Tomat merupakan buah yang memiliki pola respirasi klimakterik. Buah yang bersifat klimakterik, respirasi akan

terus meningkat seiring dengan semakin matangnya buah tersebut sehingga mengakibatkan susut bobot buah juga semakin meningkat terutama ketika buah tersebut telah mencapai puncak klimakteriknya (Rudito, 2005).

Hasil pengamatan terhadap susut bobot buah dapat dilihat pada gambar 4.1. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pelapisan buah tomat dengan gel rumput laut *Euchema* sp. dan gel cincau *S. hernandifolia* berbeda nyata terhadap susut bobot buah tomat ($p < 0,05$).

Secara umum, pelapisan buah tomat baik dengan gel rumput laut *Euchema* sp. dan gel cincau *S. hernandifolia* cenderung meningkatkan susut bobot buah tomat. Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan pelapis gel rumput laut *Euchema* sp. dan gel rumput laut *S. hernandifolia* berpengaruh terhadap susut bobot buah tomat.



Gambar 4.1 Susut bobot (%) tomat setelah pelapisan dengan gel rumput laut *Euchema* sp. dan gel cincau *S. hernandifolia* masing-masing pada konsentrasi yang berbeda.

Susut bobot buah tomat dengan pelapisan gel rumput laut *Euchema* sp. dan gel cincau *S. hernandifolia* lebih tinggi daripada kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan *coating gel* untuk menahan susut bobot pada tomat yang dilapisi mulai berkurang karena susut bobot tomat yang dilapisi hidrokoloid nabati tersebut ternyata menjadi lebih tinggi daripada kontrol. Mindarwati (2006) menjelaskan bahwa polisakarida merupakan komponen hidrokoloid yang dapat membentuk *film* dengan sifat-sifat mekanis yang baik tetapi lemah sebagai penahan uap air. Susut bobot menunjukkan adanya kehilangan air pada buah, sedangkan gel rumput laut *Euchema* sp. dan gel cincau *S. hernandifolia* mempunyai sifat hidrofilik yang mudah menyerap air menyebabkan susut bobot lebih tinggi dari kontrol yang tanpa pelapisan sehingga kandungan air buah tomat banyak yang hilang diserap oleh hidrokoloid.

Selama penyimpanan dan proses pematangan buah tetap melakukan proses metabolik yaitu respirasi dan transpirasi yang dapat menyebabkan kehilangan air dan bahan organik lain sehingga terjadi susut bobot buah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Lakitan (1995), bahwa susut bobot buah terjadi segera setelah produk dipanen dan laju susut bobot tergantung pada luas permukaan produk dan keadaan lingkungan. Respirasi yang terjadi pada

buah merupakan proses biologis dimana oksigen diserap untuk membakar bahan-bahan organik dalam buah untuk menghasilkan energi dan diikuti oleh pengeluaran sisa pembakaran berupa gas karbondioksida dan air. Air, gas yang dihasilkan, dan energi berupa panas akan mengalami penguapan sehingga buah tersebut akan menyusut beratnya. Kecepatan respirasi merupakan indikator terhadap aktivitas metabolisme jaringan, laju respirasi yang tinggi biasanya disertai umur simpan yang pendek (Siagian, 2009).

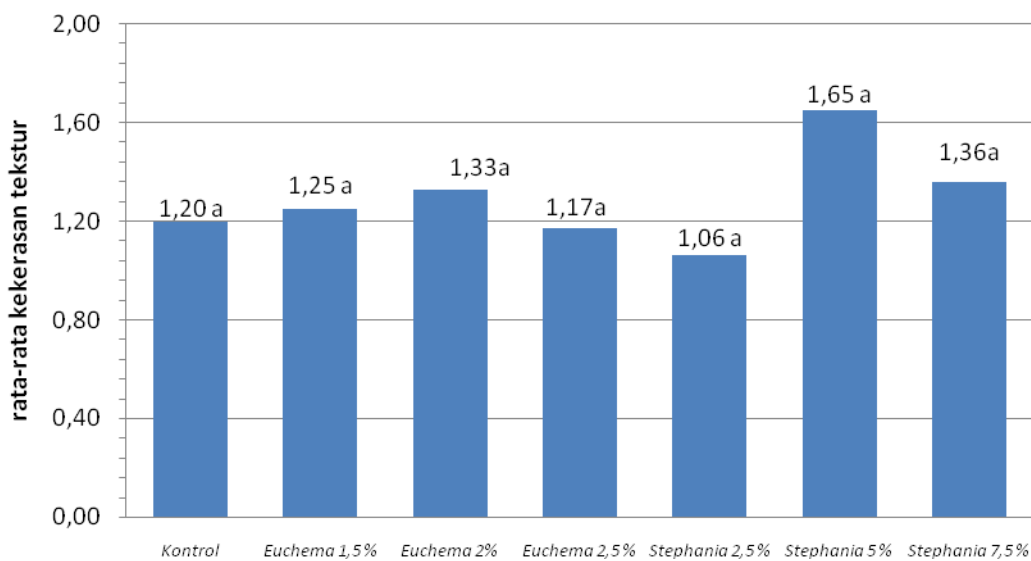
Penyusutan bobot buah cenderung meningkat selama penyimpanan. Kehilangan berat pada buah dan sayuran yang disimpan, terutama disebabkan oleh kehilangan air sebagai akibat dari proses penguapan dan kehilangan karbon selama respirasi. Kelembaban relatif yang rendah dapat mempercepat penguapan terutama pada suhu yang tinggi, sedangkan kehilangan berat akibat respirasi tidak dapat dihindarkan karena bahan (tomat) setelah dipanen masih hidup dan akan melakukan proses pernafasan. Kehilangan air selama penyimpanan tidak hanya menurunkan bobot, tetapi dapat menurunkan mutu dan menimbulkan kerusakan (Hartuti, 2006). Hasil penelitian ini juga menunjukkan kecenderungan yang serupa.

Kekerasan Tekstur Buah Tomat

Salah satu tanda buah yang sudah matang adalah tekstur yang lebih lunak. Tekstur merupakan karakteristik yang penting untuk analisis permukaan buah. Nilai kekerasan tekstur akan semakin menurun seiring dengan proses pematangan buah, sehingga dapat mengakibatkan penurunan mutu dari buah tomat yang disimpan. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pelapisan tomat dengan gel rumput laut *Euchema* sp. dan gel cincau *S. hernandifolia* tidak berbeda nyata terhadap kekerasan tekstur buah tomat ($p>0,05$). Hal ini menunjukkan

bahwa penggunaan gel rumput laut dari *Euchema* dan gel cincau *S. hernandifolia* tidak berbeda dengan kontrol. Dapat disimpulkan bahwa pelapisan dengan gel rumput laut *Euchema* sp. dan gel cincau *S. hernandifolia* tidak berpengaruh terhadap kekerasan tekstur buah tomat.

Rata-rata kekerasan tekstur buah tomat yang dilapisi oleh gel rumput laut *Euchema* sp. dan *S. hernandifolia* lebih tinggi dari kontrol. Kekerasan tekstur tomat paling tinggi pada pelapisan dengan gel cincau *S. hernandifolia* konsentrasi 5%, yaitu sebesar 1,65 mm/g/s (Gambar 4.2).



Gambar 4.2 Kekerasan tekstur (mm/g/s) tomat setelah pelapisan dengan gel rumput laut *Euchema* sp. dan gel cincau *S. hernandifolia* masing-masing pada konsentrasi yang berbeda.

Nilai kekerasan yang tinggi menunjukkan bahwa buah dan belum

terlalu matang, sedangkan nilai kekerasan yang rendah menunjukkan bahwa buah

semakin matang. Penurunan nilai kekerasan ini terjadi akibat degradasi pektin yang tidak larut air (protopektin) dan berubah menjadi pektin yang larut dalam air. Hal ini mengakibatkan menurunnya daya kohesi dinding sel yang mengikat dinding sel yang satu dengan dinding sel yang lain (Kismaryanti, 2007).

Semakin matang tomat yang digunakan akan mempunyai nilai kekerasan (tekstur) yang lebih rendah, hal ini disebabkan karena adanya perubahan yang terjadi pada dinding sel yaitu larutnya pektin dan depolimerisasi substansi pektin. Pektin yang larut selanjutnya dipolimerisasi menjadi unit-unit yang lebih kecil dan akhirnya menjadi asam galakturomat (Hartuti, 2006).

Kekerasan tertinggi buah tomat dihasilkan oleh pelapisan menggunakan gel cinau *S. hernandifolia* konsentrasi 5%. Hal ini disebabkan karena pada kondisi tersebut oksigen yang masuk ke jaringan adalah lebih sedikit sehingga enzim-enzim yang terlibat dalam proses respirasi dan pelunakan jaringan kurang aktif. Rudito (2005) menyatakan bahwa laju respirasi yang kecil pada *edible coating* tomat menyebabkan penundaan kematangan dan mengurangi degradasi tekstur selama penyimpanan. Tomat yang diberi lapisan, proses menuju matang tetap berlangsung. Pelapisan dimaksudkan untuk melapisi permukaan kulit buah agar dapat menekan

laju respirasi sehingga buah tidak cepat mengalami pelunakan.

Menurut Hartuti (2006) melunaknya buah tomat disebabkan karena aktivitas pektinase selama pematangan. Hal ini erat hubungannya dengan bertambahnya pektinesterasi dari kegiatan poligalakturonase. Selama proses perkembangan dan pematangan, tekanan turgor sel selalu berubah dan perubahan ini disebabkan karena perubahan komposisi dinding sel dan akan berpengaruh terhadap kekerasan/tekstur buah sehingga buah menjadi lunak.

Kekerasan terendah pada pelapisan menggunakan gel cinau *S. hernandifolia* konsentrasi 2,5%. Kemungkinan hal ini disebabkan karena aktivitas respirasi yang tinggi mengakibatkan terjadinya pembongkaran senyawa di dalam buah sehingga buah menjadi lebih lunak, sel-sel penyusun buah yang kompak berubah menjadi butiran sel yang lunak akibat adanya penurunan kekuatan jaringan dan disorganisasi sel (Shimson & Straus, 2010).

Perubahan Warna Buah Tomat

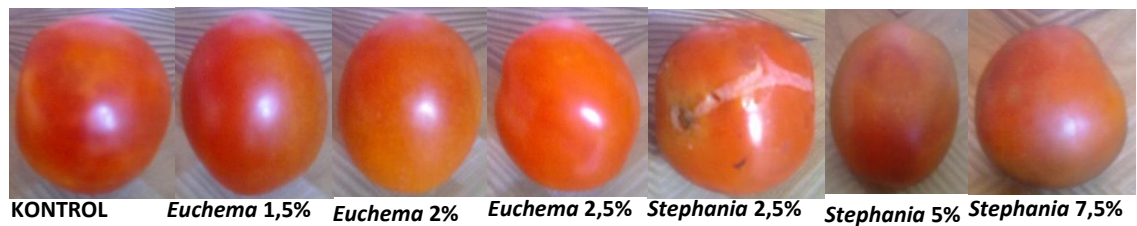
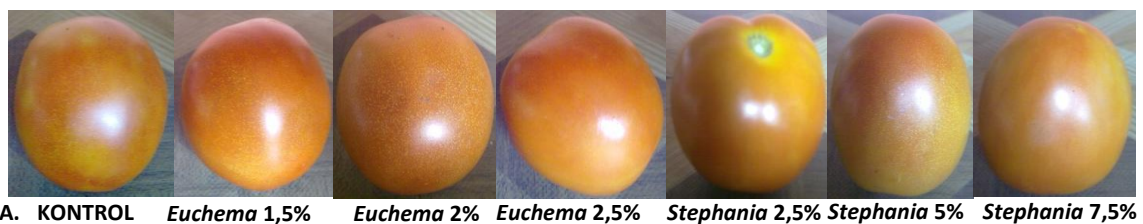
Pematangan buah merupakan proses yang sangat kompleks dan terprogram secara genetik yang diawali dengan perubahan warna. Perubahan warna dapat terjadi baik oleh proses perombakan maupun proses sintetik. Sintesis likopen dan perombakan klorofil merupakan ciri

perubahan warna pada buah tomat. Perubahan warna buah tomat dari hijau menjadi merah menunjukkan bahwa buah tomat mengalami pematangan.

Perubahan warna tomat diamati menggunakan indeks warna. Sebagian besar

warna tomat sesuai indeks warna nomor FF9900 berwarna kuning orange (Lampiran 10). Setelah penyimpanan selama 10 hari warna tomat mengalami perubahan menjadi merah sesuai indeks warna nomor FF0000.

Hasil pengamatan terhadap perubahan warna buah tomat pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4.3 A. Tomat sebelum dilapisi dengan hidrokoloid nabati, B. Tomat yang sudah dilapisi hidrokoloid nabati setelah penyimpanan 10 hari.

Perubahan paling mencolok pada perlakuan kontrol tanpa pelapisan. Hal ini terjadi karena seiring dengan proses pematangannya, buah tomat akan memproduksi lebih banyak likopen sehingga produksi akan karoten dan xantofil menjadi berkurang dan menyebabkan warna tomat menjadi semakin merah (Kismaryanti, 2007).

Selama penyimpanan warna buah tomat cenderung mengalami perubahan, dari berwarna kuning orange menjadi berwarna

merah. Tomat yang dilapisi dengan gel rumput laut *Euchema* sp. mempunyai penampilan yang lebih baik dibanding dilapisi dengan gel cinau *S. hernandifolia*. Penampilan gel rumput laut *Euchema* sp. yang bening dan transparan mempunyai nilai lebih, sehingga dapat menambah daya tarik bagi konsumen dan meningkatkan nilai jual. Sedangkan penampilan gel cinau *S. hernandifolia* yang berwarna hijau dapat mempengaruhi nilai jual menjadi rendah.

Penggunaan lapisan hidrokoloid nabati tidak menghambat perubahan warna yang berarti selama penyimpanan. Selama penyimpanan laju respirasi berlangsung terus-menerus sehingga terjadi degradasi klorofil dan akhirnya terbentuk warna merah. Menurut Ernawati (2011), likopen merupakan senyawa karotenoid yang memberikan warna merah pada beberapa buah-buahan dan juga sayuran, seperti tomat, semangka, dan jambu biji.

Warna merah pada tomat adalah likopen yang merupakan pigmen berwarna kuning, orange, dan merah yang disintesis oleh tumbuhan. Kandungan likopen berkisar dari 8-50 mg/g. Tomat dengan warna merah tua, kandungan likopen dapat mencapai 150 mg/g dan merupakan 85 % lebih dari total karotenoid pada tomat. Likopen sebagai salah satu senyawa antioksidan mempunyai peranan yang penting dalam pencegahan kanker sel epitel terutama kanker prostat, paru dan saluran cerna (Nurhidayat, 2011).

Perubahan warna dapat terjadi baik oleh proses-proses perombakan maupun proses sintetik, atau keduanya. Pada jeruk manis perubahan warna disebabkan karena perombakan klorofil dan pembentukan zat warna karotenoid. Sedangkan pada pisang warna kuning terjadi karena hilangnya klorofil tanpa adanya atau sedikit pembentukan zat karotenoid. Sintesis likopen dan perombakan klorofil

merupakan ciri perubahan warna pada buah tomat (Kamarani, 1986).

KESIMPULAN

Hasil penelitian mengenai uji potensi dan efisiensi senyawa hidrokoloid nabati sebagai bahan penunda pematangan buah dapat disimpulkan bahwa : Gel rumput laut *Euchema* sp. dan cincau *Stephania hernandifolia* berpotensi sebagai bahan penunda pematangan buah. Gel rumput laut *Euchema* sp. lebih efisien digunakan sebagai penunda pematangan buah berdasarkan perubahan warna selama penyimpanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ernawati, E. Likopen. <http://catatankimia.com/catatan/likopen.html>. 1 September 2012.
- Hartuti, N. 2006. Penanganan Segar pada Penyimpanan Tomat dengan Pelapisan Lilin untuk Memperpanjang Masa Simpan. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung.
- Kamarani. 1986. Fisiologi Pasca Panen. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Kismaryanti, A. 2007. Aplikasi Gel Lidah Buaya (*Aloe vera*) Sebagai *Edible Coating* Pada Pengawetan Tomat (*Lycopersicon esculentum*). Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mindarwati, E. 2006. Kajian Pembuatan *Edible Film* Komposit dari Karagenan Sebagai pengemas Bumbu Mie Instant Rebus. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nurhidayat. 2011. Likopen Pada Tomat.

- <http://lsihub.lecture.ub.ac.id/2011/12/28/likopen-pada-tomat/>.
1September 2012.
- Pratisto, A. 2004. Cara Mudah Mengatasi Masalah Statistik Dan Rancangan Percobaan Dengan SPSS 12. Gramedia. Jakarta.
- Rina, N dan Asiani, B. 1992. Pasca Panen Sayur. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Rudito. 2005. Perlakuan Komposisi Gelatin dan Asam Sitrat Dalam *Edible Coating* yang Mengandung Gliserol Pada Penyimpnsn Tomat. Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan. Politeknik Pertanian Negeri Samarinda.
- Shimson, S.P & Straus, M.C. 2010. Post-Harvest technology of Horticultural Crop. Oxford Book Company. India.
- Siagian, H.F. Penggunaan Bahan Penjerat Etilen Pada Penyimpanan Pisang Barangan dengan Kemasan Atmosfer Termodifikasi Aktif. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Sinay, H. 2008. Kontrol Pemasakan Buah Tomat Menggunakan RNA Antisesne. UGM Press. Yogyakarta.
- Sudarmadji, S. 1984. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta.
- Suhaidi, I. 2003. Pengaruh Pencelupan Banlate dan Pelapisan Lilin Terhadap Mutu Buah Pisang Barangan Selama Penyimpanan (Skripsi). Fakultas Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian. Universitas Sumatera Utara.