

STUDI *DEGREENING* PADA JERUK *CULTIVAR* KEPROK MADU TERIGAS KALIMANTAN BARAT

Renny Anggraini, Rokhani Hasbullah, dan Sutrisno

Departemen Teknik Mesin dan Biosistem – Institut Pertanian Bogor
Jalan Dramaga, Bogor – Indonesia 16680
Email: ynnner@yahoo.com

(Diterima 10-09-2014; Disetujui 04-03-2015)

ABSTRAK

Jeruk keprok madu Terigas pada saat umur panen masih berwarna kehijau-hijauan. Persepsi konsumen menganggap bahwa jeruk dengan warna hijau belum matang dan memiliki rasa yang asam, sehingga kulit jeruk berwarna kuning merata akan meningkatkan nilai estetika dan harga jeruk tersebut. Perlakuan pascapanen guna memperbaiki estetika buah jeruk dapat dilakukan dengan teknik penguningan (*degreening*) menggunakan gas etilen. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji konsentrasi etilen dan *trigger time* serta pengaruhnya terhadap sifat fisikokimia jeruk keprok madu Terigas (*Citrus nobilis* var. *chrysocarpa*). Jeruk keprok madu Terigas *didegreening* dengan konsentrasi etilen 0, 1000, 1500, dan 2000 ppm dan *trigger time* 10, 20, dan 30 jam di dalam kotak karton yang dilapisi plastik LLDPE 0,06 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi etilen dan *trigger time* tidak mempengaruhi karakteristik fisikokimia jeruk keprok madu Terigas seperti kekerasan, total padatan terlarut, vitamin C, dan kadar air. Perlakuan terbaik yaitu konsentrasi etilen 1000 ppm dan *trigger time* 30 jam.

Kata kunci: jeruk, *degreening*, etilen, *trigger time*, fisikokimia

ABSTRACT

Renny Anggraini, Rokhani Hasbullah, and Sutrisno. 2015. Study On *Degreening* Process of Citrus CV. Keprok Madu Terigas of West Kalimantan Province.

Terigas tangerine rind color is green when harvested, meanwhile the green rind indicated that the tangerine is not well ripened and taste acid. Thus tangerine with homogenous yellow rind will improve its esthetic value and price. Postharvest treatment to improve esthetic value of tangerine could be taken by ethylene *degreening* technique. The objective of this research was to study the ethylene concentration and trigger time and its effect on physicochemical characteristics of Terigas tangerine (*Citrus nobilis* var. *Chrysocarpa*). Terigas tangerine were *degreened* by 0, 1000, 1500, and 2000 ppm of ethylene with trigger time 10, 20, and 30 hours inside box layered by LLDPE 0.06 mm plastic film. Results of the research showed that ethylene concentration and trigger time did not affect physicochemical characteristics of the tangerine such as firmness, total soluble solid, vitamin C, and moisture content. The best treatment was 1000 ppm ethylene with trigger time for 30 h.

Keywords: tangerine, *degreening*, ethylene, trigger time, physicochemical

PENDAHULUAN

Salah satu varietas jeruk lokal yang baru dikembangkan adalah jeruk keprok madu Terigas yang berasal dari Kabupaten Sambas, Kalimantan Barat. Warna jeruk keprok madu Terigas pada saat dipanen masih kehijau-hijauan, sedangkan konsumen lebih menyukai buah jeruk berwarna kuning dengan asumsi bahwa jeruk yang berwarna kuning merata berada pada tahap kematangan sempurna dan memiliki rasa yang manis sehingga konsumen tidak keberatan untuk membayar dengan harga lebih tinggi.

Penguningan (*degreening*) merupakan cara yang dilakukan untuk membuat warna kuning kulit buah jeruk lebih merata dan seragam. *Degreening* merupakan proses perombakan pigmen hijau (klorofil) pada kulit jeruk secara kimiawi dan sekaligus membentuk warna kuning jingga (karotenoid) pada kulit jeruk. Proses ini tidak berpengaruh terhadap bagian dalam jeruk seperti gula, asam dan jus jeruk.

Kulit jeruk lokal yang masak warnanya cenderung hijau, walaupun ada yang berwarna kuning, warna kuning tersebut tidak merata¹. Buah jeruk yang matang lebih identik dengan warna kulit yang kuning, sedangkan

buah jeruk keprok madu Terigas yang sudah matang optimal umumnya masih berwarna hijau. Oleh karena itu untuk mengusahakan agar jeruk keprok madu Terigas berwarna kuning seragam dan dapat bersaing dengan jeruk impor, dilakukanlah *degreening* pada jeruk keprok madu Terigas. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji konsentrasi etilen dan *trigger time* serta pengaruhnya terhadap sifat fisikokimia jeruk keprok madu Terigas.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Lingkungan dan Bangunan Pertanian (LBP) dan Laboratorium Teknologi Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian (TPPHP) Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor selama 2 bulan, dari 20 Januari 2013 sampai 19 Maret 2013. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah jeruk keprok Madu Terigas yang ditanam di Kecamatan Tebas Kabupaten Sambas Kalimantan Barat, sedangkan bahan penunjang yang digunakan adalah bahan kimia berupa gas etilen murni, iodine, amilum, dan aseton.

Metode Penelitian

Degreening dilakukan setelah panen yaitu setelah dilakukan pengkelasan (*grading*). Cara *degreening* yang dipilih dalam penelitian ini adalah cara *Shot Method* seperti yang dilakukan Kitagawa *et al*². Sebelum perlakuan *degreening*, jeruk keprok madu Terigas disortasi dan dicuci dengan air mengalir, lalu ditiriskan. Kemudian jeruk dianalisis terlebih dahulu mutunya meliputi warna, kekerasan, TPT, dan kadar air. Setelah itu jeruk disusun dalam kotak karton yang bagian dalamnya telah dilapisi plastik LLDPE (*Linear Low Density Polyethylene*) merk *kluplas* dengan ketebalan 0,06 mm. Plastik tersebut kemudian ditutup dengan bagian atas kotak karton tetap terbuka. Masing-masing plastik berisi kurang lebih 3 kg buah jeruk.

Gas etilen masing-masing 0 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm, dan 2000 ppm diinjeksi ke dalam plastik LLDPE yang berisi jeruk menggunakan *syringe*. Selanjutnya proses dibiarkan berjalan dengan *trigger time* sesuai perlakuan yaitu 10 jam, 20 jam, dan 30 jam. Setelah *trigger time* masing-masing tercapai, plastik dibuka dan jeruk dibiarkan pada udara terbuka dan suhu ruang selama 6 hari hingga jeruk berubah warna menjadi jingga. Jeruk kemudian dianalisis mutunya meliputi perubahan warna, kekerasan, kadar air, kandungan vitamin C, kandungan klorofil dan karotenoid, total padatan terlarut, serta organoleptik. Penelitian utama ini

bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi dan *trigger time* terbaik dalam proses *degreening* jeruk keprok madu Terigas. Pelaksanaan penelitian pendahuluan ditunjukkan pada Gambar 2, cara yang dilakukan dalam *degreening* jeruk keprok madu Terigas dijelaskan pada Gambar 3, sedangkan ilustrasi pengemasan dalam melaksanakan *degreening* pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 4.

Cara perhitungan masing-masing konsentrasi injeksi gas etilen dalam satuan volume (cm³) sebagai perlakuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

$$V_0 \text{ (ml)} = \frac{E \times V_1}{10^6}$$

Keterangan :

V0 : Volume etilen (ml)

V1 : Volume Wadah – Volume buah dalam wadah (ml)

E : Konsentrasi etilen (ppm)

Perancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap Faktorial yang terdiri dari dua faktor perlakuan yaitu faktor konsentrasi gas etilen E0 = Tanpa gas etilen (kontrol), E1= 1000 ppm, E2=1500 ppm, E3=2000 ppm, dan *trigger time* T1=10 jam, T2=20 jam, T3=30 jam. Dari kedua faktor tersebut, diperoleh 12 kombinasi perlakuan dengan 3 kali ulangan. Data dianalisis secara statistik. Hasil dianalisis menggunakan Anova dan yang menunjukkan berpengaruh nyata dilanjutkan dengan Uji Duncan pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Jeruk Keprok Madu Terigas

Hasil analisis mutu jeruk keprok madu Terigas, sebelum diberikan perlakuan *degreening* (Tabel 1)

Tabel 1. Hasil analisis mutu jeruk keprok madu terigas
Table 1. Quality analysis result of terigas tangerine

Komponen/ Component	Nilai / Value
Kecerahan (L*) / Lightness (L*)	43,013
Derajat warna hijau (a*) / Degree of green (a*)	-12,314
Derajat warna kuning / Degree of yellow (b*)	24,216
Kekerasan (kgf) / Firmness (kgf)	3,011
TPT (°Brix) / TSS (°Brix)	9,76
Vitamin C (mg/100g) / Vitamin C (mg/100g)	41,184
Kadar air (%) / Moisture content (%)	92,36

Keterangan/remarks: *Rataan dari 3 ulangan/
*average of 3 replication

menunjukkan bahwa jeruk keprok madu Terigas cenderung menampilkan warna hijau dengan nilai a^* sebesar -12,314 dan nilai b^* sebesar 24,216. Derajat kecerahan pada jeruk keprok madu Terigas juga cukup rendah yaitu 43,013. Tekstur jeruk cukup keras (3,011 kgf), namun kandungan gula pada jeruk tersebut termasuk tinggi karena buah memiliki rasa manis.

Target mutu jeruk keprok madu Terigas untuk total padatan terlarut adalah sebesar kurang lebih 10 °Brix³, sehingga dengan nilai TPT 9,76 °Brix jeruk telah mencapai kisaran kemanisan yang ditargetkan. Kandungan vitamin C jeruk keprok madu Terigas dalam penelitian ini adalah 41,184 mg/100g. Sedangkan pada umumnya kadar vitamin C dalam jeruk keprok madu Terigas adalah sebesar 32,27 mg/100g⁴ dan vitamin C dalam jeruk keprok Batu adalah sebesar 38,21 mg/100g⁵. Hal tersebut menunjukkan bahwa kandungan vitamin C jeruk dalam penelitian ini lebih tinggi dibandingkan jeruk keprok pada umumnya.

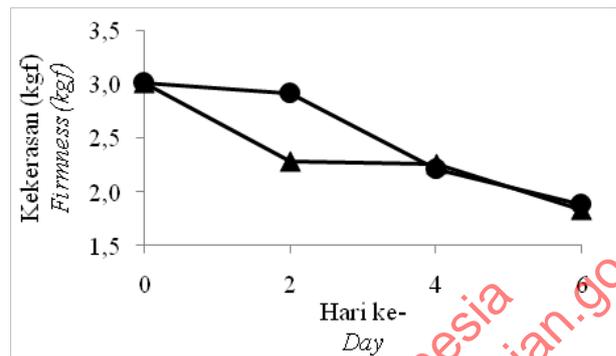
Total klorofil pada jeruk keprok madu Terigas adalah 3,461 mg/l, sedangkan total karotenoidnya adalah 0,037 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa pigmen warna hijau lebih besar dibandingkan pigmen warna kuning, sehingga penampakan jeruk yang telah matang tetap berwarna hijau. Kadar air pada jeruk keprok madu Terigas cukup tinggi yaitu 92,36%. Hal ini sesuai dengan kadar air jeruk pada umumnya yaitu 77-92%⁶.

Pengaruh Konsentrasi Etilen dan Lama *Degreening* Terhadap Fisikokimia Jeruk Keprok Madu Terigas Kekerasan

Kekerasan merupakan salah satu parameter mutu yang penting pada buah. Selama pemaparan pada suhu ruang setelah *degreening*, kekerasan jeruk keprok madu Terigas mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh degradasi hemiselulosa dan pektin menjadi asam pektin yang larut dalam air⁷.

Gambar 2 menunjukkan bahwa kekerasan jeruk keprok madu Terigas semakin menurun selama pemaparan di suhu ruang selama 6 hari, dimulai dari hari kedua hingga hari keenam. Baik jeruk tanpa perlakuan etilen maupun dengan perlakuan etilen memperlihatkan penurunan kekerasan yang relatif sama. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan etilen tidak berpengaruh terhadap kekerasan jeruk.

Perubahan tekstur menjadi lunak pada kebanyakan buah salah satunya dapat disebabkan oleh mekanisme kehilangan tekanan turgor⁸. Penurunan nilai kekerasan terjadi karena proses pemecahan polimer karbohidrat khususnya pektin dan hemiselulosa, melemahkan sel dan gaya kohesif yang mengikat sel bersama-sama.



Gambar 2. Pengaruh lama pemaparan di suhu ruang terhadap kekerasan jeruk keprok madu terigas pada konsentrasi etilen 0 ppm (●) dan 2000 ppm (▲) dengan *trigger time* 10 jam

Figure 2. Effect of exposure time at room temperature to firmness of terigas tangerine on ethylene concentration of 0 ppm (●) and 2000 ppm (▲) with *trigger time* for 10 hours

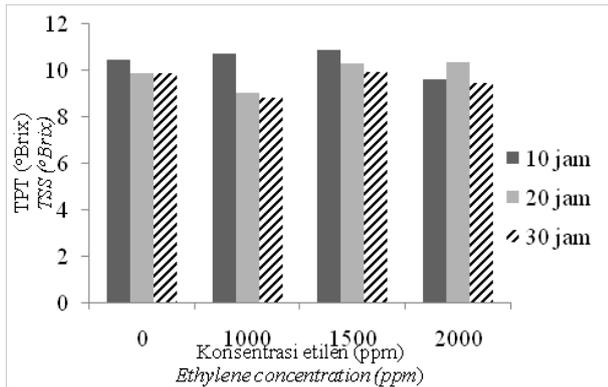
Laju degradasi senyawa pektin ini secara langsung berhubungan dengan laju pelunakan buah⁹. Pelunakan buah diakibatkan pemecahan komponen dinding sel¹⁰, penurunan zat-zat pektin pada jeruk terjadi selama perkembangan buah¹¹. Menurunnya seluruh zat-zat pektat mengakibatkan kekerasan buah berkurang dan buah menjadi lunak¹².

Hasil analisis menyatakan bahwa konsentrasi etilen dan *trigger time* tidak berpengaruh nyata terhadap kekerasan jeruk keprok Madu Terigas. Ladaniya¹³ menyatakan bahwa kekerasan jeruk dengan perlakuan *degreening* dan tanpa *degreening* tidak berbeda nyata.

Total Padatan Terlarut

Gambar 3 menunjukkan pola TPT yang meningkat hampir pada seluruh perlakuan, hal ini berarti telah terjadi kenaikan derajat TPT yang mewakili tingkat kemanisan jeruk keprok madu Terigas. Hasil tersebut sejalan dengan pernyataan Mazumdar dan Bhatt¹⁴ menyatakan bahwa perlakuan etilen dapat meningkatkan TPT dalam jeruk, meskipun peningkatannya tidak berbeda nyata baik pada jeruk dengan maupun tanpa perlakuan etilen. Nilai TPT tertinggi dicapai oleh jeruk yang diberi perlakuan 1500 ppm dan *trigger time* 10 jam dengan nilai TPT 10,867°Brix. Sedangkan nilai TPT terendah dicapai oleh jeruk dengan perlakuan konsentrasi etilen sebesar 1000 ppm dan *trigger time* 20 jam yaitu sebesar 8,80 °Brix (Gambar 3)

Muchtadi *et al.*⁷ menyatakan bahwa bila pati terhidrolisis maka akan terbentuk glukosa sehingga kadar gula dalam buah akan meningkat. Kenaikan TPT terjadi karena karbohidrat terhidrolisis menjadi senyawa



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi etilen terhadap TPT jeruk keprok madu Terigas pada hari ke-4 pemaparan di suhu ruang

Figure 3. Effect of ethylene concentrations to Terigas Tangerine total soluble solid on the fourth day of room temperature exposure

glukosa dan fruktosa, sedangkan penurunan TPT terjadi karena kadar gula sederhana mengalami perubahan menjadi alkohol, aldehyd, dan asam¹⁵.

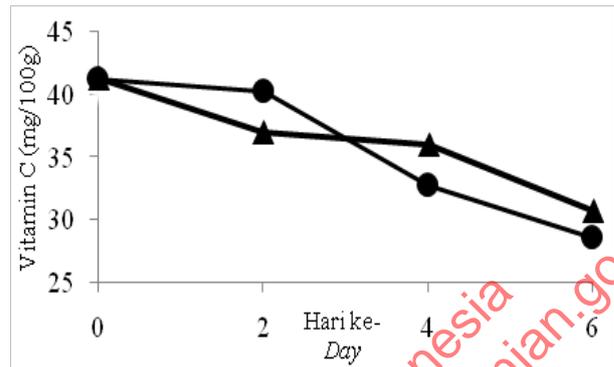
TPT akan meningkat dengan cepat ketika buah mengalami pematangan dan akan terus menurun seiring lamanya penyimpanan. Hal ini disebabkan terjadinya hidrolisa pati yang tidak larut dalam air menjadi gula yang larut dalam air. Selanjutnya dalam proses penuaan semakin berlanjut penurunan TPT, hal ini dikarenakan hidrolisa pati sudah sedikit sekali sedangkan respirasi meningkat dan sintesa asam yang mendegradasi gula tetap berlangsung¹².

Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi etilen dan *trigger time* tidak berpengaruh nyata terhadap TPT jeruk keprok madu Terigas. Hal ini berarti proses *degreening* dengan etilen tidak mempengaruhi kemanisan yang terkandung dalam jeruk.

Vitamin C

Vitamin C atau asam askorbat merupakan faktor kualitas nutrisi terpenting pada buah jeruk. Kandungan vitamin C dalam buah dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor di antaranya perbedaan genotipe, kondisi iklim tempat tumbuh buah, perlakuan selama di kebun, kematangan dan metode pemanenan, serta prosedur penanganan pasca panen.

Semakin lama pemaparan jeruk pada suhu ruang setelah *trigger time* tercapai, maka kandungan vitamin C akan semakin menurun (Gambar 4). Kandungan vitamin C pada jeruk keprok madu Terigas dengan perlakuan tanpa etilen (0 ppm) dan 2000 ppm cenderung mengalami penurunan angka yang relatif sama, hal ini



Gambar 4. Pengaruh lama pemaparan di suhu ruang terhadap kandungan vitamin C jeruk keprok madu terigas pada konsentrasi etilen 0 ppm (●) dan 2000 ppm (▲) dengan *trigger time* 30 jam

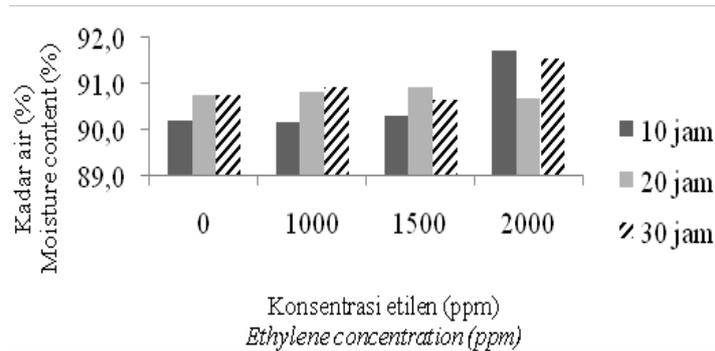
Figure 4. Effect of exposure time at room temperature to vitamin C of terigas tangerine on ethylene concentration of 0 ppm (●) and 2000 ppm (▲) with *trigger time* for 30 hours

berarti konsentrasi etilen tidak mempengaruhi kandungan vitamin C dalam jeruk.

Penurunan kandungan vitamin C yang terjadi diakibatkan terjadinya degradasi selama pemaparan pada suhu ruang. Vitamin C atau asam askorbat sangat sensitif terhadap berbagai macam bentuk degradasi. Selama penyimpanan bahan pangan hasil pertanian akan mengalami perubahan sebagai akibat dari pengaruh luar dan pengaruh dari dalam bahan pangan itu sendiri. Pengaruh dari luar dapat berupa faktor mekanis dan suhu, sedangkan faktor dari dalam dapat berupa kerusakan kimiawi seperti reaksi enzimatis dan non enzimatis⁷.

Rerata kandungan vitamin C jeruk tanpa perlakuan etilen pada hari kedua pemaparan suhu ruang (40,128 mg/100g) lebih tinggi dibandingkan jeruk dengan perlakuan konsentrasi etilen 2000 ppm (36,96). Namun pada hari ke-4 dan ke-6, vitamin C jeruk dengan perlakuan konsentrasi etilen 2000 ppm (35,905 dan 30,624 mg/100g) lebih tinggi dibandingkan jeruk tanpa perlakuan etilen (32,736 dan 28,512 mg/100g).

Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi etilen dan *trigger time* tidak berpengaruh nyata terhadap vitamin C jeruk keprok madu Terigas. Hal ini didukung oleh pernyataan Chaudary *et al.*¹⁶ bahwa tidak ada perbedaan yang nyata antara buah *Star Ruby Grapefruit* yang *didegreening* maupun yang tidak *didegreening* pada hari ke 0, 7, 21, 28, dan 35 penyimpanan terhadap vitamin C, bahkan pada akhir masa penyimpanan buah yang *didegreening* maupun tidak memiliki tingkat kandungan vitamin C yang sama.



Gambar 5. Pengaruh konsentrasi etilen terhadap kadar air jeruk keprok madu terigas pada hari ke-4 pemaparan di suhu ruang

Figure 5. Effect of ethylene concentrations to terigas tangerine moisture content on the fourth day of room temperature exposure

Kadar Air

Kadar air dalam buah erat hubungannya dengan kegiatan pascapanen terutama penyimpanan. Kadar air pada suatu bahan alam sangat menentukan mutu organoleptiknya, terutama rasa dan keempukannya.

Terjadi peningkatan kadar air dengan semakin tingginya konsentrasi etilen (Gambar 5). Diduga hal ini terjadi akibat meningkatnya kadar jus selama *trigger time*. Menurut Mazumdar dan Bhatt¹⁴ perlakuan etilen dapat meningkatkan kadar gula dan jus pada jeruk. Konsentrasi etilen 2000 ppm merupakan perlakuan dengan kadar air jeruk keprok madu Terigas tertinggi, sedangkan perlakuan tanpa etilen merupakan perlakuan dengan kadar air terendah. Berbeda halnya dengan pengaruh lama pemaparan di suhu ruang terhadap kadar air jeruk (Gambar 6), dimana terjadi penurunan kadar air akibat adanya penyimpanan/pemaparan di suhu ruang, meskipun perbedaan kadar air pada semua perlakuan tidak signifikan. Hal tersebut didukung oleh pernyataan bahwa kandungan air buah jeruk semakin menurun dengan semakin lamanya penyimpanan pada semua umur petik¹⁷.

Jeruk tergolong buah yang laju respirasinya rendah yaitu 5-10 mg CO₂/kg-jam¹⁰. Proses respirasi yang lambat ini menyebabkan jeruk dapat mempertahankan kadar airnya. Meskipun terjadi peningkatan kadar air pada jeruk keprok madu Terigas dengan adanya perlakuan etilen, dan penurunan kadar air jeruk akibat penyimpanan/pemaparan di suhu ruang, namun kadar air jeruk masih berada pada batas normal dan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Kadar air jeruk keprok Madu Terigas adalah antara 90%-92%. Buah jeruk matang memiliki kadar air 77- 92%⁷.

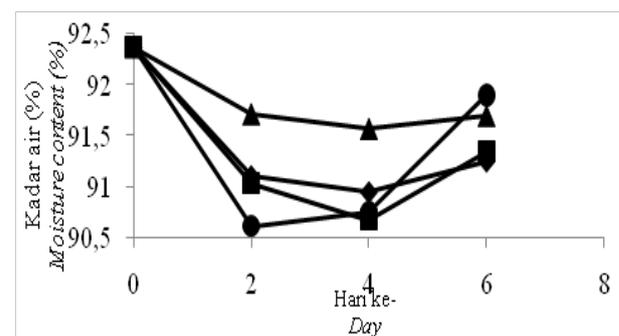
Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi etilen dan *trigger time* tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air jeruk keprok Madu Terigas sehingga tidak dilakukan uji lanjut Duncan pada taraf 5%. Menurut

Ladaniya¹³, persentase jus antara jeruk dengan maupun tanpa perlakuan etilen tidak berbeda nyata.

Total Klorofil dan Karotenoid

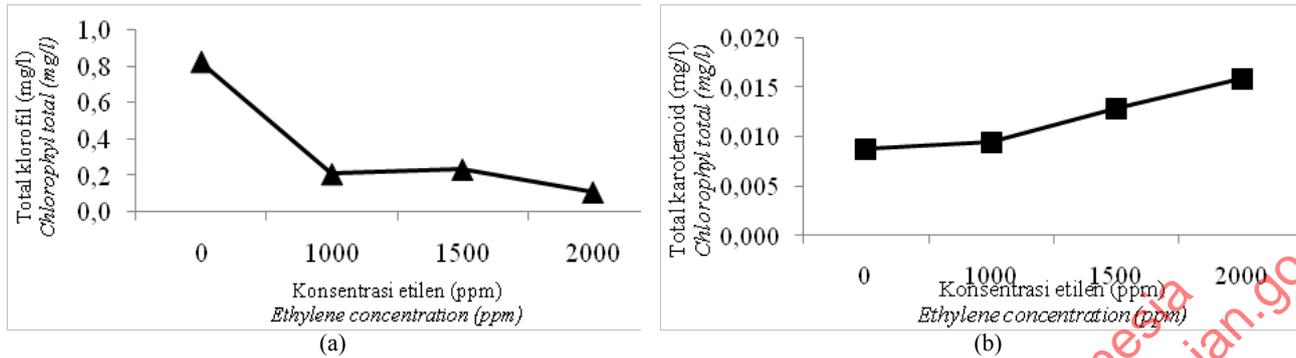
Kandungan klorofil pada kulit buah tidak hanya mempengaruhi fotosintesis, namun juga berperan dalam pewarnaan buah yang juga merupakan indeks kematangan buah yang penting.

Semakin tinggi konsentrasi etilen menyebabkan kandungan total klorofil semakin menurun dan buah semakin kehilangan warna hijaunya (Gambar 7). Hal ini menunjukkan penurunan klorofil total semakin meningkat dengan adanya perlakuan etilen. Senada dengan yang dinyatakan oleh Peng *et al*¹⁸, bahwa kehilangan klorofil secara jelas ditingkatkan oleh adanya aplikasi etilen, meningkat selama 48-72 jam dan mencapai 70% dalam



Gambar 6. Pengaruh lama pemaparan di suhu ruang terhadap kadar air jeruk keprok madu terigas pada konsentrasi etilen 0 ppm (●) ppm (◆), 1500 ppm (■) dan 2000 ppm (▲) dengan *trigger time* 30 jam

Figure 6. Effect of exposure time at room temperature to firmness of terigas tangerine on ethylene concentration of 0 ppm (●) ppm (◆), 1500 ppm (■) and 2000 ppm (▲) with *trigger time* for 30 hours



Gambar 7. Pengaruh konsentrasi etilen terhadap (a) total klorofil dan (b) total karotenoid jeruk keprok madu terigas dengan trigger time 30 jam pada hari ke-4 pemaparan di suhu ruang

Figure 7. Effect of ethylene concentrations to (a) total chlorophyll and (b) total carotenoids of terigas tangerine with trigger time for 30 hours on the fourth day of room temperature exposure

72 jam setelah perlakuan. Di samping itu, perlakuan aplikasi etilen memicu peningkatan rasio klorofil a dan klorofil b. Shimokawa *et al*¹⁹ menambahkan bahwa menurunnya kandungan klorofil pada buah yang diberi perlakuan etilen disebabkan oleh meningkatnya aktifitas enzim klorofilase dan menurunnya ukuran dan jumlah kloroplas pada kulit jeruk.

Nilai kandungan klorofil terendah dicapai oleh perlakuan *degreening* dengan konsentrasi etilen 2000 ppm yaitu sebesar 0,106 mg/l, sedangkan kandungan klorofil tertinggi didapatkan oleh perlakuan *degreening* tanpa konsentrasi etilen (0 ppm) yaitu sebesar 0,821 mg/l.

Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi etilen maupun *trigger time* sama-sama berpengaruh nyata terhadap total klorofil jeruk keprok madu Terigas. Uji lanjut Duncan pada taraf 5% menunjukkan antara konsentrasi etilen 0, 1000, dan 1500 ppm tidak berbeda nyata, namun ketiga konsentrasi tersebut berbeda nyata dengan konsentrasi etilen 2000 ppm (Tabel 2). Uji lanjut Duncan taraf 5% terhadap *trigger time* menunjukkan antara *trigger time* 10 dan 20 jam tidak berbeda nyata, namun keduanya berbeda nyata dengan *trigger time* 30 jam (Tabel 3).

Jeruk adalah sumber karotenoid yang kompleks dengan jumlah karotenoid terbesar yang ditemukan pada buah. Selama pemaparan, terjadi akumulasi karotenoid bersamaan dengan degradasi klorofil. Gambar 7b. memperlihatkan kecenderungan peningkatan total karotenoid yang seiring dengan meningkatnya konsentrasi etilen. Semakin tinggi konsentrasi etilen menyebabkan kandungan total karotenoid semakin meningkat pula.

Noack²⁰ menyatakan bahwa proses pertama yang terjadi dalam *degreening* adalah proteolisis dari plastid stroma. *Degreening* terjadi akibat etilen mempercepat aktifitas enzim proteolitik, degenerasi lemak dari kloroplas dengan formasi tetes minyak di mana pigmen kuning (karotenoid) terlarut. Lebih lanjut lagi Roper dan Miller²¹ menyatakan bahwa proses *degreening* jeruk terjadi akibat etilen dan enzim menghidrolisis plastid stroma sehingga menyediakan zat-zat yang dapat digunakan dalam respirasi. Hal tersebut menyebabkan klorofil tidak terlindung sehingga klorofil bertindak berdasarkan klorofilase dan dioksidasi oleh hidrogen peroksida dengan bantuan katalis besi(II)hidroksida atau oleh besi(III)hidroksida ditambah katalis kuprum(II)

Tabel 2. Hasil analisis karakteristik fisikokimia jeruk keprok madu terigas pada berbagai konsentrasi etilen

Table 2. Analysis result of terigas tangerine physicochemical characteristics in various ethylene concentrations

Perlakuan/ Treatments	Karakteristik Fisikokimia / Physicochemical Characteristics				
	Total Klorofil (mg/l)/ Total Chlorophyll (mg/l)	Total Karotenoid (mg/l)/ Total Carotenoids (mg/l)	Derajat Kecerahan (L*)/ Degree of Lightness (L*)	Derajat Warna Hijau (a*)/ Degree of Green (a*)	Derajat Warna Kuning (b*)/ Degree of Yellow (b*)
E0	0,72b	0,011a	53,16a	-11,08a	44,11a
E1	0,55ab	0,011a	63,22b	-0,94b	55,79c
E2	0,44ab	0,014ab	62,03b	-1,40b	50,52b
E3	0,28a	0,015b	63,09b	-1,46b	55,04bc

Keterangan/: Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada taraf 5% menurut uji Duncan
Remarks : Numbers followed by the same letters in the same column were not significantly different at 5% by Duncan

Tabel 3. Hasil analisis karakteristik fisikokimia jeruk keprok madu terigas pada berbagai *trigger time*
 Table 3. Analysis result of terigas tangerine physicochemical characteristics in various trigger times

Perlakuan/ <i>Treatments</i>	Karakteristik Fisikokimia / <i>Physicochemical Characteristics</i>				
	Total klorofil (mg/l)/ <i>Total chlorophyll</i> (mg/l)	Total karotenoid (mg/l)/ <i>Total carotenoids</i> (mg/l)	Derajat kecerahan (L*)/ <i>Degree of lightness</i> (L*)	Derajat warna hijau (a*)/ <i>Degree of green</i> (a*)	Derajat warna kuning (b*)/ <i>Degree of yellow</i> (b*)
T1	0,71b	0,015b	58,66a	-6,22a	48,20a
T2	0,44ab	0,013ab	57,77a	-5,83a	47,89a
T3	0,34a	0,012a	64,69b	0,89b	58,00b

Keterangan/*Remarks*: Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada taraf 5% menurut uji Duncan/ *Numbers followed by the same letters in the same column were not significantly different at 5% by Duncan*

dioksidasi. Reaksi tersebut menyebabkan klorofil terdegradasi dan karotenoid terakumulasi.

Nilai kandungan total karotenoid terendah dicapai oleh perlakuan tanpa konsentrasi etilen (0 ppm) yaitu sebesar 0,009 mg/l, sedangkan kandungan klorofil tertinggi didapatkan oleh perlakuan dengan konsentrasi etilen 2000 ppm yaitu sebesar 0,016 mg/l.

Hasil analisis menunjukkan *trigger time* berpengaruh nyata dan konsentrasi etilen berpengaruh sangat nyata terhadap kandungan total karotenoid. Lebih jauh lagi dilakukan uji lanjut Duncan pada taraf 5% yang hasilnya menunjukkan bahwa antara perlakuan *trigger time* 10 dan 20 jam tidak berbeda nyata, namun berbeda nyata terhadap *trigger time* 30 jam (Tabel 3). Uji lanjut Duncan pada taraf 5% terhadap perlakuan konsentrasi etilen menunjukkan antara konsentrasi etilen 0 dan 1000 ppm tidak berbeda nyata, begitu pula antara konsentrasi 1500 dan 2000 ppm. Namun antara konsentrasi etilen 0 dan 1000 ppm dengan 1500 dan 2000 ppm memperlihatkan perbedaan yang nyata (Tabel 2).

Warna

Perubahan warna hijau menjadi kuning pada jeruk yang matang dengan keadaan warna hijau harus dibantu dengan *degreening*. Perubahan warna ini terjadi sebagai akibat berlangsungnya penguraian klorofil dan terjadinya sintesis karotenoid.

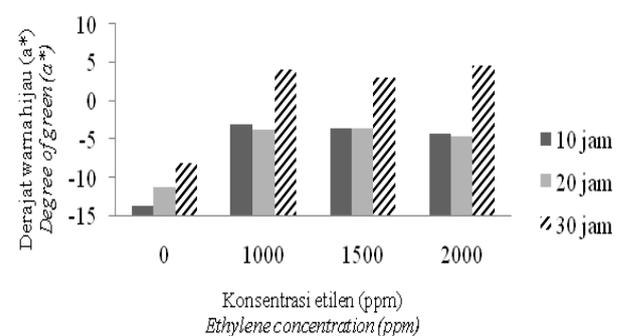
Derajat Warna Hijau (a*)

Perlakuan tanpa etilen memiliki nilai a* yang jauh lebih rendah dibandingkan perlakuan dengan konsentrasi etilen 1000, 1500, dan 2000 ppm, namun antara ketiga perlakuan tersebut menghasilkan derajat warna hijau yang tidak jauh berbeda (Gambar 8). Derajat warna hijau (a*) jeruk semakin menuju nilai positif setelah mendapatkan perlakuan etilen. Semakin positif nilai a* maka warna hijau pada buah semakin menghilang

dan berubah menjadi warna kuning. Setelah buah jeruk *degreening* akan menyebabkan semakin berkurangnya warna hijau pada kulit buah dan berubah menjadi kuning.

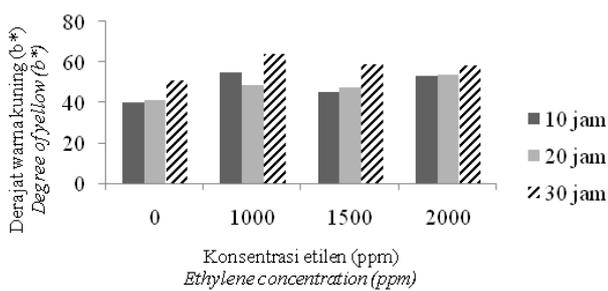
Proses biokimia dalam penguraian klorofil disebabkan oleh enzim klorofilase¹³. Jeruk dengan perlakuan etilen memiliki nilai a* yang lebih cepat meningkat ke arah positif dibandingkan jeruk tanpa perlakuan etilen. Hal ini disebabkan etilen mempercepat degradasi klorofil dan mensintesis karotenoid sehingga warna hijau pada jeruk lebih cepat hilang dan digantikan oleh warna kuning. Pemberian etilen berarti menciptakan klimakterik buatan pada buah jeruk²². Hilangnya warna hijau pada buah terjadi akibat adanya oksidasi atau penjuhan terhadap ikatan rangkap molekul klorofil¹⁶. Hilangnya klorofil pada kulit buah diakibatkan meningkatnya aktifitas klorofilase yang menguraikan klorofil menjadi bagian fitol dan inti profirin sehingga tidak berwarna hijau lagi¹².

Gambar 8. juga menunjukkan bahwa *trigger time* dalam proses *degreening* memberikan pengaruh terhadap

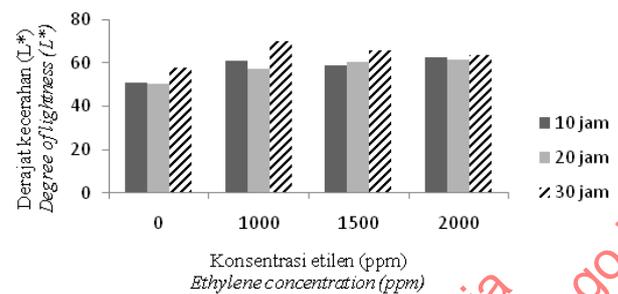


Gambar 8. Pengaruh konsentrasi etilen terhadap derajat warna hijau jeruk keprok madu terigas pada hari ke-4 pemaparan di suhu ruang

Figure 8. Effect of ethylene concentrations to terigas tangerine degree of green on the fourth day of room temperature exposure



Gambar 9. Pengaruh konsentrasi etilen terhadap derajat warna kuning jeruk keprok madu terigas pada hari ke-4 pemaparan di suhu ruang
 Figure 9. Effect of ethylene concentrations to terigas tangerine degree of yellow on the fourth day of room temperature exposure



Gambar 10. Pengaruh konsentrasi etilen terhadap derajat kecerahan jeruk keprok madu terigas pada hari ke-4 pemaparan di suhu ruang
 Figure 10. Effect of ethylene concentrations to terigas tangerine degree of green on the fourth day of room temperature exposure

derajat warna hijau yang dihasilkan. *Trigger time* 30 jam menghasilkan derajat warna hijau yang jauh lebih tinggi dibandingkan *trigger time* 10 dan 20 jam. Berdasarkan hasil analisis didapatkan bahwa konsentrasi etilen dan *trigger time* berpengaruh sangat nyata terhadap derajat warna hijau (a^*) kulit jeruk keprok madu Terigas. Hasil uji Duncan pada taraf 5% menunjukkan antara perlakuan konsentrasi etilen 1000, 1500, dan 2000 ppm tidak berbeda nyata sedangkan ketiga konsentrasi etilen tersebut berbeda nyata dengan perlakuan tanpa etilen (Tabel 2). Hasil uji Duncan pada taraf 5% untuk *trigger time* memperlihatkan bahwa antara *trigger time* 10 dan 20 jam tidak berbeda nyata namun keduanya berbeda nyata dengan *trigger time* 30 jam (Tabel 3). Dari hasil uji Duncan tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa perlakuan terbaik untuk konsentrasi etilen adalah 1000 ppm dan perlakuan terbaik untuk lama pemaparan adalah 30 jam.

Derajat Warna Kuning (b^*)

Derajat warna kuning (b^*) jeruk keprok madu Terigas cenderung mengalami peningkatan dengan adanya perlakuan etilen (Gambar 9). Hal ini berarti etilen menyebabkan warna kuning pada jeruk semakin bertambah. 1000 ppm etilen telah cukup meningkatkan derajat warna kuning dibandingkan konsentrasi etilen 1500 dan 2000 ppm, hal ini dibuktikan dengan nilai b^* yang lebih tinggi pada perlakuan 1000 ppm etilen dibandingkan perlakuan lainnya.

Etilen berfungsi merangsang degradasi klorofil dan membentuk karotenoid kulit buah jeruk²³. Pada penelitiannya tentang pembentukan warna kulit buah menggunakan etilen pada buah jeruk manis Shamouti, Cohen²⁴ menambahkan bahwa pada awal pemberian perlakuan etilen warna kulit buah tampak kuning disebabkan karena hancurnya klorofil dan adanya

karotenoid pada kulit buah, setelah tahap ini karotenoid mulai terakumulasi hingga kulit buah tampak jingga.

Warna kuning pada jeruk keprok madu Terigas berasal dari pigmen karotenoid. Pada dasarnya ada dua jenis karotenoid yaitu karoten (tanpa atom oksigen dalam molekulnya) dan xantofil (mempunyai atom oksigen dalam molekulnya). Beta karoten adalah anggota karoten yang paling banyak terdapat pada buah, pigmen ini umumnya menyebabkan warna jingga pada buah serta mempunyai peran penting sebagai pro-vitamin A, sedangkan warna kuning biasanya disebabkan oleh xantofil¹⁵. Warna kuning dan merah pada bahan hasil pertanian disebabkan oleh adanya pigmen karotenoid, pembentukan senyawa karotenoid disebabkan oleh senyawa-senyawa yang dilepaskan pada proses degradasi klorofil²⁵.

Gambar 9 menunjukkan bahwa *trigger time* juga mempengaruhi peningkatan nilai b^* pada jeruk keprok madu Terigas, di mana 30 jam merupakan *trigger time* dengan derajat warna kuning tertinggi yaitu sebesar 63,971. Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi etilen dan *trigger time* berpengaruh sangat nyata terhadap derajat warna kuning (b^*) kulit jeruk keprok madu Terigas sehingga dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf 5%. Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa antara konsentrasi etilen 1000 dan 2000 ppm tidak memiliki perbedaan yang nyata, namun kedua konsentrasi etilen tersebut berbeda nyata dengan perlakuan tanpa etilen dan juga dengan perlakuan 1500 ppm etilen. Perlakuan 1500 ppm etilen juga berbeda nyata dengan perlakuan tanpa etilen (Tabel 2). Hasil uji Duncan untuk *trigger time* menunjukkan bahwa *trigger time* 10 dan 20 jam tidak berbeda nyata, namun kedua perlakuan tersebut berbeda nyata dengan *trigger time* 30 jam (Tabel 3). Dari hasil uji Duncan pada taraf 5% tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa perlakuan terbaik untuk konsentrasi

etilen adalah 1000 ppm dan perlakuan terbaik untuk *trigger time* adalah 30 jam.

Derajat Kecerahan (L*)

Derajat kecerahan (L*) pada kulit jeruk keprok madu Terigas cenderung membentuk pola yang sama yaitu meningkat dengan adanya perlakuan etilen. Nilai L berkisar antara 0-100 di mana 0 untuk warna hitam dan 100 untuk warna putih. Derajat kecerahan yang ditunjukkan pada Gambar 10 berkisar antara 50,911-70,590. Nilai L yang semakin besar menunjukkan bahwa warna buah semakin cerah sehingga terlihat semakin menarik. Derajat kecerahan tertinggi dicapai oleh perlakuan *degreening* dengan konsentrasi etilen sebesar 1000 ppm yaitu sebesar 70,590 dengan *trigger time* 30 jam.

Gambar 10 menunjukkan bahwa dengan perlakuan etilen nilai L* jauh lebih meningkat dibandingkan tanpa perlakuan etilen. Hal ini terlihat di mana pada *trigger time* 30 jam, pemberian etilen sebesar 1000 ppm dapat meningkatkan nilai L* sebesar 21,77% dari perlakuan tanpa etilen. Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi etilen dan *trigger time* berpengaruh sangat nyata terhadap derajat kecerahan jeruk keprok madu Terigas. Uji lanjut Duncan pada taraf 5 % menunjukkan antara konsentrasi etilen 1000, 1500, dan 2000 ppm tidak berbeda nyata namun ketiga konsentrasi etilen tersebut berbeda nyata terhadap perlakuan konsentrasi etilen 0 ppm (Tabel 2). Sedangkan uji lanjut Duncan taraf 5% untuk *trigger time* menunjukkan bahwa *trigger time* 10 dan 20 jam tidak berbeda nyata namun kedua perlakuan tersebut berbeda nyata terhadap *trigger time* 30 jam (Tabel 3).

Pemberian perlakuan etepon maupun etilen terhadap buah jeruk manis dapat menambah kecerahan warna buah²⁶. Perlakuan terbaik konsentrasi etilen adalah 1000 ppm dan *trigger time* terbaik yaitu selama 30 jam. Kitagawa *et al.*², menyatakan bahwa hasil *degreening* jeruk Satsuma dengan konsentrasi etilen 500-1000 ppm sudah sangat memuaskan, ditambahkannya lagi bahwa konsentrasi etilen sebesar 1000 ppm adalah yang paling cocok dan dalam 3-4 hari setelah pemindahan dari tempat pemaparan etilen maka degradasi klorofil mulai terjadi.

KESIMPULAN

1. Konsentrasi etilen dan *trigger time* tidak mempengaruhi sifat fisikokimia jeruk keprok madu Terigas seperti kekerasan, total padatan terlarut, vitamin C, dan kadar air, namun berpengaruh terhadap kandungan total klorofil dan karotenoid, derajat warna hijau, kuning, dan kecerahan.

2. Perlakuan terbaik dalam penelitian ini adalah *degreening* dengan konsentrasi etilen 1000 ppm dan *trigger time* 30 jam pada hari ke-4 penyimpanan di suhu ruang.

DAFTAR PUSTAKA

1. Setiawan AI, Trisnawati Y. Peluang Usaha dan Pembudidayaan Jeruk Siam. Jakarta: Penebar Swadaya; 2001.
2. Kitagawa H, Adachi S, Tarutani T. Studies On The Colouring og The Satsuma II; A Practical and Convnient Method of Colouring or Degreening with Ethylene Using Plastic Film. J. Japanese. Soc. Hort. 1999; 40: 195-199.
3. Didik. Budidaya Jeruk [internet]. 2010 [Diunduh 13 November 2013]. Tersedia di: <http://epetani.deptan.go.id/budidaya/budidaya-jeruk-1478>
4. Balitjestro. Keprok Madu Terigas [internet]. 2010 [Diunduh 13 November 2013]. Tersedia di: <http://balitjestro.litbang.deptan.go.id/id/185.html>.
5. Napitupulu B, Simatupang S, Karo-karo B, Simanjuntak A, dan Sembiring S. Pengaruh Penggunaan Ethrel Terhadap Mutu Jeruk Siem Madu Berastagi Selama Penyimpanan. Buletin Pascapanen Hortikultura. 1990; 1(3) : 7- 12.
6. Verheij EWM, Coroner RE.. Plant Resources of South-East Asia No 2 : Edible Fruits and Nut. Prosea, Bogor. 1992; p. 119-141.
7. Muchtadi D, Palupi N.S, Astawan M. Metabolisme Zat Gizi. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan; 1993.
8. Tucker GA, Taylor J, Seymour G. Biochemistry of Fruit Ripening. London (GB): Chapman & Hall; 1993.
9. Santoso BB, Purwoko BS. Fisiologi dan Teknologi Pascapanen Tanaman Hortikultura. Indonesia Australia Eastern Universitas Project; 1995.
10. Huber DJ. The role of cell wall hydrolases in fruit softening. Hort. Rev. 1983; 5:169–219.
11. Sinclair WB, Joliffe VA.. Pectic substances of Valencia oranges at different stages of maturity. J. Food Sci. 1961; 26:125–130.
12. Pantastico EB. Fisiologi Pasca Panen. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.; 1986.
13. Ladaniya MS. Intermittent Ethylene Treatment Technique for Degreening of Fruits with Special Reference To Nagpur Mandarin. Indian Fd Packer. 1998; 52: 5-10
14. Mazumdar BC, Bhatt DNV. Effects of pre-harvest application of GA and Ethrel on sweet orange. Progressive Hort. 1996; 8, 89-91.
15. Winarno FG, Wirakartakusumah M.A. Fisiologi Lepas Panen. Jakarta: Sastra Hudaya; 1981.
16. Chaudary, Priyanka G.K, Jayaprakasha, Ron P, Bhimanagouda SP. Degreening and Postharvest Storage Influences Star Ruby Grapefruit (Citrus paradisi Macf.)

- Bioactive Compounds. Food Chemistry. 2012; 135: 1667-1675.
17. Pangestuti, Retno, Arry S, Suhariyono. Umur Simpan dan Perubahan Kualitas Jeruk Keprok SoE (Citrus reticulata Blanco) Pada Umur Petik dan Suhu Penyimpanan yang Berbeda. Batu: Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika; 2008.
 18. Peng G, Xiu LX, Qian J, Song S, Chang JX. Chlorophyll a/b binding protein plays a key role in natural and ethylene-induced degreening of Ponkan (Citrus reticulata Blanco). Scientia Horticulturae. 2013; 160: 37-43.
 19. Shimokawa K, Sakanoshita A, Horiba K. Ethylene Induced Changes of Chloroplast Structure In Satsuma Mandarin. Pl Cell Physiol. 1998; 19: 229-236.
 20. Noack K. Biological decomposition of chlorophyll. Biochem Z 316: 166- 187 Zhou YJ, Chong DS, Lan Lan Z, Xiao D, Chang JX, Kun SC. Preferential Accumulation of Orange-Colored Carotenoids In Ponkan (Citrus reticulata) Fruit Peel Following Postharvest Application of Ethylene or Ethephon. Scientia Horticulturae. 2010; 126: 229-235.
 21. Roper BE, Miller EV. The effects of some special treatments in the degreening of Florida oranges as measured by respiration rate. Plant physiol 2001; 26(2): 244-257.
 22. McGlasson WB. Ethylene and Fruit Ripening. Horticulture Science. 1985; 20(1): 51-54.
 23. Aharoni Y, Houck LG. Change In Rind, Flesh, and Juice Color of Blood Oranges Stored I Air Supplemented With Ethylene Or In Oxygen Enriched Atmospheres. J. Food Sci. 1982; 47: 2091-2092
 24. Cohen E. Some Physiological Aspects of Citrus Fruit Degreening. Proc. Int. Coc. Citric, Vol. 1. 1998; pp. 247-249.
 25. Syska, K. Kajian Pengaruh Suhu dan Konsentrasi Etilen Terhadap Perubahan Fisiologi dan Mutu Buah Pepaya Varietas IPB 1 [Tesis]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian IPB; 2006
 26. Barus TN.. Pengaruh Pemberian Ethrel (Etepon) Setelah Panen dan Tingkat Kematangan Buah Terhadap Pembentukan Warna Jingga Kulit Buah Pada Buah Jeruk Manis [Tesis]. Bogor: Fakultas Pertanian IPB; 1986.

Hak cipta © 2015 BB-Pascapanen
Kampus Penelitian Pertanian Cimanggu, Bogor, Jawa Barat, Indonesia
Jl. Tentara Pelajar no 12A, Cimanggu, Bogor, Jawa Barat, Indonesia
Email: bb_pascapanen@yahoo.com , ksphp.pascapanen@lib.iaipb.pertanian.go.id
Telepon: (0251) 8321762 , Faksimili: (0251) 8350920