

APLIKASI PERANGSANG PEMATANGAN PADA BUAH PISANG BARANGAN (*Musa paradisiacal* L) YANG DIKEMAS DENGAN KEMASAN ATMOSFIR TERMODIFIKASI

(The Application of Ripening Stimulant at Barangan Banana (*Musa paradisiacal* L) with
Modified Atmosphere Packaging)

Kajima Juniaman Siahaan*¹, Elisa Julianti¹, Ridwansyah¹

¹Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Pertanian USU Medan
Jl. Prof. A. Sofyan No. 3 Medan Kampus USU Medan, HP 085761046795
e-mail : kaj_zima@yahoo.com

Diterima 22 September 2012/ Disetujui 12 November 2012

ABSTRACT

The research has been carried out in April 2012 at the Laboratory of Food Chemistry Analysis Faculty of Agriculture University of Sumatera Utara. The aim of this research was to investigate whether ripening processes in barangan banana fruits which are delayed by modified atmosphere packaging for 2 weeks, could be initiated with ripening stimulants treatment and produce good quality of ripe fruit. The type of modified atmosphere packaging consisted active modified atmosphere packaging and stored in 15°C and in ambient temperature, passive modified atmosphere packaging and stored in 15°C and in ambient temperature. The samples were stored for 15 days and after termination of storage, they were shifted to ambient temperature and air normal of atmosphere, treated with ripening stimulant for 2 days. The ripening stimulant used consists of ethepon 250 ppm, ethylene gas 250 ppm, asethylene gas 250 ppm, and calcium carbide 0,5%. The results showed that the method of packaging and the kind of ripening stimulant had a significant effect on the quality of ripe barangan banana fruit. The best result was obtained in a combination of active modified atmosphere packaging that stored in 15°C for 15 days followed by ethylene gas treatment with the concentration of 250 ppm. In this treatment the level of moisture content was 48,161%, level vitamin C content was 22,568 mg/100g, total acid was 22,568%, total sugar was 13,328%, total soluble solid (TSS) of 12,0°Brix, hardness of 3,859 kgf, weight reduction was 1,964%, ratio of pulp and skin was 1,332, color score was 6,000 and acceptable organoleptic value.

Keywords: Barangan Banana, Packaging Method, Ripening Stimulant

PENDAHULUAN

Pisang barangan merupakan jenis pisang yang banyak ditanam di Sumatera Utara, dan dikonsumsi dalam bentuk buah segar. Pada umumnya buah pisang dipanen dalam keadaan belum matang penuh sebelum didistribusikan ke pasaran secara komersial, sedangkan konsumen menginginkan tingkat kematangan buah yang siap untuk dikonsumsi atau buah yang sudah masak (*ripe*). Proses pemasakan buah pisang sebagaimana buah klimakterik lainnya dapat dipacu dengan etilen baik etilen yang terdapat secara alami di dalam buah (*endogenous*) maupun pemberian etilen dari luar (Golding dkk.,1998). Sebaliknya, peningkatan umur simpan buah umumnya dilakukan dengan cara menekan produksi etilen (Sisler dan Serek, 1997).

Pengemasan atmosfer termodifikasi (*modified atmosphere packaging*/MAP) merupakan metode penyimpanan yang

digunakan secara luas untuk meningkatkan umur simpan buah dan sayur (Kays, 1997). MAP dapat dilakukan baik secara pasif maupun secara aktif menggunakan bahan penjerap O₂, CO₂, uap air dan etilen (Kader dan Watkins, 2002). Kondisi penyimpanan dengan modifikasi atmosfer dapat menghambat produksi etilen dari buah melalui penurunan konsentrasi O₂ dan peningkatan konsentrasi CO₂ sehingga laju pematangan buah dapat ditunda. Penundaan waktu pematangan buah akan memperpanjang waktu pemasaran, sehingga buah dapat dipasarkan dalam waktu yang lebih lama dan jarak yang jauh (Kader, 1986). Oleh karena itu diperlukan adanya proses yang dapat mempercepat kematangan buah, setelah penundaan kematangan, sehingga buah dapat dipasarkan dalam kondisi kematangan yang tepat dan siap dikonsumsi.

Beberapa hormon pemacu pematangan diantaranya adalah etilen, ethepon, kalsium karbida dan asetilen. Etilen adalah suatu

senyawa kimia yang dapat menguap, yang dihasilkan oleh tanaman selama proses pemasakan. Asetilen merupakan suatu hidrokarbon yang dalam golongan alkuna memiliki rumus kimia C_2H_2 , dan dihasilkan dari kalsium karbida. Ethepon yang biasa juga disebut ethrel adalah bahan kimia aktif yang dapat menghasilkan zat pemacu pematangan pada jaringan tanaman. Kalsium karbida (CaC_2) adalah senyawa yang menghasilkan karbit sebagai pemacu kematangan buah yang dihasilkan dari kalsium karbonat dan batubara.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh penundaan pematangan buah dengan cara pengemasan atmosfer termodifikasi serta pematangan dengan bahan perangsang pematangan yang berbeda terhadap mutu buah pisang barangan.

METODOLOGI

Pisang barangan diperoleh dari desa Glugur Rimbun, kabupaten Deli Serdang, dan diangkut ke lokasi penelitian di Laboratorium Analisa Kimia Bahan Pangan Fakultas Pertanian USU. Bahan lainnya adalah tween 20, bahan penjerap seperti KmO_4 , serbuk besi, MgO , CaO dan $Ca(OH)_2$ dan bahan kimia untuk analisa kadar vitamin C, total asam dan total gula meliputi HPO_3 2%, HPO_3 6%, larutan Dye, asam askorbat standar, fenoltalin, $NaOH$ H_2SO_4 , fenol dan glukosa. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah refrigerator, kantong plastik LDPE dan alat kaca.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 2 faktor, yaitu Metode Pengemasan sebagai faktor I dengan 4 taraf perlakuan yaitu K_1 = dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu $15^\circ C$ selama 15 hari, K_2 = dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu ruang selama 15 hari, K_3 = dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu $15^\circ C$ selama 15 hari, K_4 = dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu ruang selama 15 hari. Faktor II adalah jenis perangsang pematangan terdiri dari 4 taraf, yaitu P_1 = ethepon 250 ppm, P_2 = etilen 250 ppm, P_3 = asetilen 250 ppm dan P_4 = kalsium karbida 0,5%. Setiap perlakuan dibuat dalam 3 ulangan.

Variabel mutu yang diamati adalah konsentrasi kadar air (AOAC, 1984), susut bobot, rasio daging buah dan kulit, kekerasan dengan *Fruit Hardness Tester*, skor warna dengan color chart classification (Salunkhe dan Desai, 1986),

kadar vitamin C dengan kalorimeter (Apriyantono, dkk., 1989), total asam (Ranganna, 1978), total gula (Apriyantono, dkk., 1989), *total soluble solid* (Ranganna, 1978), dan uji organoleptik warna, aroma, dan tekstur dengan uji kesukaan skala 1-5 (sangat tidak suka-sangat suka) (Soekarto, 1982).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada percobaan ini buah pisang barangan dengan tingkat kematangan fisiologis dikemas dengan sistem kemasan atmosfer termodifikasi baik pasif maupun aktif serta masing-masing disimpan pada suhu ruang dan suhu dingin ($15^\circ C$). Kemasan yang digunakan adalah kemasan plastik polietilen, sedangkan untuk kemasan atmosfer termodifikasi aktif ditambahkan bahan-bahan penjerap O_2 (serbuk besi), penjerap CO_2 (MgO), penjerap uap air (CaO) dan penjerap etilen ($KMnO_4$). Pisang disimpan selama 2 minggu. Tujuan dari pengemasan dengan sistem atmosfer termodifikasi adalah untuk menunda proses kematangan buah pisang. Rataan nilai mutu buah pada 0 hari dan 2 minggu setelah pengemasan dapat dilihat pada Tabel 1.

Pada Tabel 1 terlihat bahwa pengemasan dengan sistem atmosfer termodifikasi baik aktif maupun pasif menyebabkan terjadinya perubahan pada buah pisang barangan. Kadar air buah mengalami peningkatan setelah dua minggu penyimpanan. Peningkatan kadar air tersebut diakibatkan oleh meningkatnya proses respirasi. Dimana semakin tinggi proses respirasi yang terjadi maka kadar air pada buah akan semakin meningkat diakibatkan oleh proses perombakan bahan-bahan organik yang akan menghasilkan air.

Kadar vitamin C mengalami peningkatan setelah penyimpanan dua minggu sama halnya dengan total asam. Peningkatan vitamin C diakibatkan karena selama penyimpanan terjadi proses respirasi yang memecah bahan-bahan kompleks menjadi asam-asam organik. Total gula meningkat seiring terjadinya peningkatan respirasi pada pisang yang disimpan selama dua minggu. Dimana selama penyimpanan akan terjadi perombakan pati menjadi gula sederhana. Hal tersebut juga yang menyebabkan peningkatan *total soluble solid* pisang. Wills dkk (1989) menyatakan bahwa respirasi merupakan pemecahan bahan-bahan kompleks dalam sel seperti pati, gula dan asam-asam organik.

Kekerasan pada buah akan mengalami penurunan setelah mengalami dua minggu penyimpanan. Tekstur buah akan menjadi lunak

akibat dari perubahan protopektin. Winarno dan Aman (1981) menyatakan zat pektin yang tidak larut (protopektin) akan diubah menjadi larut sehingga jumlahnya berkurang dan buah menjadi lunak. Dari setiap jenis kemasan dapat dilihat bahwa nilai tertinggi untuk skor warna tertinggi adalah 2 untuk K₁ (kemasan termodifikasi aktif pada suhu 15°C disimpan selama 15 hari) dan K₂ (kemasan termodifikasi aktif disimpan pada suhu ruang disimpan selama 15 hari) yang menunjukkan bahwa warna buah pisang barangan masih hijau kekuningan. Hal ini menunjukkan bahwa jenis kemasan dengan

kemasan atmosfer termodifikasi aktif yang disimpan pada suhu 15°C maupun suhu ruang mampu menghambat degradasi klorofil. Mary dan Sathiamoorthy (2003) menyatakan jika pisang dipanen pada tingkat kematangan 100% kemudian dikemas dengan kemasan plastik polietilen densitas rendah dan diberikan bahan penyerap etilen maka puncak klimaterik tetap tercapai segera setelah buah dipanen, tetapi jika buah dipanen pada tingkat kematangan 80% maka fase praklimaterik akan diperpanjang beberapa hari setelah buah dipanen.

Tabel 1. Pengamatan mutu buah pisang barangan pada 0 hari dan pada 2 minggu penyimpanan dengan kemasan atmosfer termodifikasi

Parameter yang diamati	0 Hari	2 Minggu			
		K ₁	K ₂	K ₃	K ₄
Kadar air (%)	44,54	45,79	46,80	45,71	46,10
Kadar vitamin C (mg/100 g)	20,73	20,86	20,66	20,75	20,76
Total asam (%)	0,13	0,51	0,43	0,36	0,43
Total gula (%)	10,78	11,02	11,87	11,22	11,37
Total Soluble Solid (° Brix)	4,00	4,47	7,73	5,40	5,87
Kekerasan (kgf)	4,50	4,51	3,91	4,31	4,24
Rasio daging buah dan kulit	1,15	1,40	1,29	1,28	1,32
Skor warna	1,00	2,00	2,00	1,67	1,89
Nilai organoleptik warna	2,00	5,00	3,00	3,33	3,78
Nilai organoleptik aroma	1,00	5,00	3,00	3,00	3,67
Nilai organoleptik tekstur	1,00	5,00	3,00	3,00	3,67

Keterangan : K₁=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu 15°C selama 15 hari, K₂=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu ruang selama 15 hari, K₃=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu 15°C selama 15 hari, K₄=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu ruang selama 15 hari

Kekerasan pada buah akan mengalami penurunan setelah mengalami dua minggu penyimpanan. Tekstur buah akan menjadi lunak akibat dari perubahan protopektin. Winarno dan Aman (1981) menyatakan zat pektin yang tidak larut (protopektin) akan diubah menjadi larut sehingga jumlahnya berkurang dan buah menjadi lunak. Dari setiap jenis kemasan dapat dilihat bahwa nilai tertinggi untuk skor warna tertinggi adalah 2 untuk K₁ (kemasan termodifikasi aktif pada suhu 15°C disimpan selama 15 hari) dan K₂ (kemasan termodifikasi aktif disimpan pada suhu ruang disimpan selama 15 hari) yang menunjukkan bahwa warna buah pisang barangan masih hijau kekuningan. Hal ini menunjukkan bahwa jenis kemasan dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif yang disimpan pada suhu 15°C maupun suhu ruang mampu menghambat degradasi klorofil. Mary dan Sathiamoorthy (2003) menyatakan jika pisang dipanen pada tingkat kematangan 100% kemudian dikemas dengan kemasan plastik polietilen densitas rendah dan diberikan bahan

penjerap etilen maka puncak klimaterik tetap tercapai segera setelah buah dipanen, tetapi jika buah dipanen pada tingkat kematangan 80% maka fase praklimaterik akan diperpanjang beberapa hari setelah buah dipanen.

Pematangan Buah Pisang Barangan yang Dikemas dengan Sistem Kemasan Atmosfir Termodifikasi dengan Bahan Perangsang Pematangan

Pada percobaan ini buah pisang barangan yang telah dikeluarkan dengan kemasan atmosfer termodifikasi diberi bahan perangsang pematangan berupa ethepon, gas etilen, gas asetilen dan kalsium karbida. Pengamatan dari pengaruh jenis kemasan, jenis bahan perangsang pematangan dan interaksinya terhadap mutu buah pisang barangan diamati setelah dua hari pemberian bahan perangsang pematangan. Jenis kemasan buah pisang barangan dan jenis bahan perangsang pematangan memberikan pengaruh terhadap

mutu buah pisang barangan seperti terlihat pada Tabel 2 dan Tabel 3

Tabel 2. Pengaruh jenis kemasan buah pisang barangan terhadap parameter yang diamati

Parameter	Jenis Kemasan Buah (K)			
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄
Kadar Air (%)	45,91c	46,83b	49,24a	48,99a
Susut Bobot (%)	1,49c	3,15b	1,44c	4,40a
Rasio Daging Buah dan Kulit	1,35c	1,71a	1,33c	1,46b
Kekerasan (kgf)	3,94a	3,66b	3,31c	3,98a
Skor Warna	4,00b	5,92a	4,17b	1,08c
Kadar Vitamin C (mg/100 g)	23,01a	21,71a	23,32a	13,64b
Total Asam (%)	0,90c	1,14a	0,70d	0,97b
Total Gula (%)	14,21b	12,68c	18,79a	9,63d
Total Soluble Solid (TSS) (°Brix)	11,53b	10,57c	12,80a	7,77d
Nilai organoleptik warna (numerik)	3,26a	1,99c	3,08b	1,69d
Nilai organoleptik aroma (numerik)	2,82b	1,97c	3,15a	1,95c
Nilai organoleptik tekstur (numerik)	3,04b	2,00c	3,39a	1,71d

Keterangan : Angka di dalam tabel merupakan rata-rata dari 3 ulangan. Angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5%.

K₁=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu 15°C selama 15 hari,

K₂=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu ruang selama 15 hari,

K₃=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu 15°C selama 15 hari,

K₄=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu ruang selama 15 hari

Tabel 3. Pengaruh jenis perangsang pematangan buah pisang barangan terhadap parameter yang diamati

Parameter	Jenis Perangsang Pematangan (P)			
	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
Kadar Air (%)	44,89	49,27	48,70	48,11
Susut Bobot (%)	3,11	3,79	2,62	0,98
Rasio Daging Buah dan Kulit	1,56	1,44	1,51	1,36
Kekerasan (kgf)	3,77	3,72	3,69	3,72
Skor Warna	2,67	5,00	3,83	3,67
Kadar Vitamin C (mg/100 g)	20,89	19,35	21,84	19,60
Total Asam (%)	1,18	0,81	0,84	0,87
Total Gula (%)	13,26	14,85	13,40	13,81
Total Soluble Solid (TSS) (°Brix)	10,47	11,10	10,27	10,83
Nilai organoleptik warna (numerik)	2,02	2,85	2,46	2,70
Nilai organoleptik aroma (numerik)	2,36	2,71	2,30	2,52
Nilai organoleptik tekstur (numerik)	2,06	2,86	2,53	2,71

Keterangan : Angka di dalam tabel merupakan rata-rata dari 3 ulangan. Angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5%.

P₁ = ethephon 250 ppm, P₂ = gas etilen 250 ppm, P₃ = gas asetilen 250ppm, P₄ = kalsium karbida 0,5%

Susut bobot

Jenis pengemasan dan bahan perangsang pematangan memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0.05$) terhadap susut bobot buah pisang barangan (Tabel 2 dan Tabel 3). Hubungan interaksi jenis kemasan dan jenis perangsang pematangan terhadap susut bobot buah pisang barangan dapat dilihat pada Gambar 1.

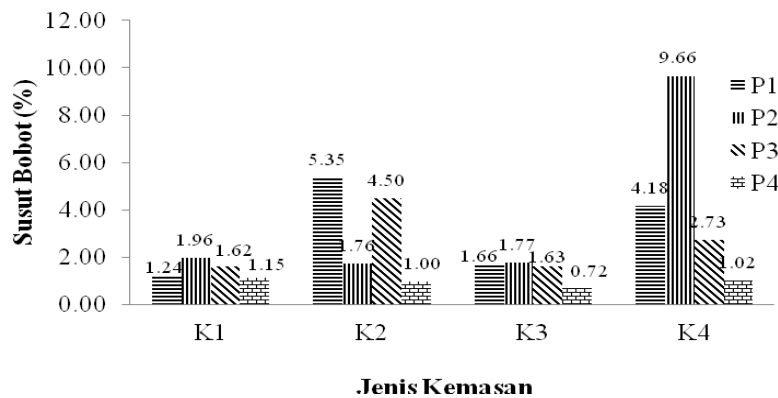
Susut bobot terendah diperoleh pada buah yang disimpan pada suhu 15°C. Susut bobot tertinggi diperoleh pada buah yang dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif pada suhu ruang dan diikuti dengan pematangan menggunakan gas etilen. Perlakuan

ini mendorong buah lebih cepat mencapai fase klimaterik dan peningkatan laju respirasi. Proses respirasi dalam buah menyebabkan kehilangan energi sebagai cadangan makanan. Menurut Kader dan Watkins (2000) kehilangan cadangan makanan tersebut akan menyebabkan penuaan buah lebih cepat dan berkurangnya bobot.

Secara umum dapat dilihat bahwa penggunaan bahan perangsang pematangan etilen (P₂) meningkatkan susut bobot buah baik yang dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif maupun pasif. Pemberian etilen dapat mempercepat kematangan buah yang sebelumnya sudah ditunda kematangannya. Etilen lebih efektif digunakan

dibandingkan bahan perangsang pematangan lainnya. Etilen menjadi agen penyebab timbulnya perubahan permeabilitas sel selama pematangan buah serta merangsang respirasi dan sintesis protein pada buah-buah mentah tertentu, sehingga kematangan buah lebih cepat tercapai (Weaver, 1981). Proses pematangan buah menyebabkan terjadi perombakan-perombakan

pada buah yang dapat meningkatkan susut bobot buah. Perombakan yang terjadi meliputi perombakan pati menjadi gula (Seymour, 1993). Perombakan protopektin yang tidak larut menjadi komponen pektin yang larut (Abdullah dan Pantastico, 1990) yang kesemuanya berkontribusi terhadap kehilangan berat dari buah pisang.



Gambar 1. Pengaruh interaksi antara jenis kemasan dan jenis perangsang pematangan terhadap susut bobot buah pisang barangan (K₁=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu 15°C selama 15 hari, K₂=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu ruang selama 15 hari, K₃=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu 15°C selama 15 hari, K₄=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu ruang selama 15 hari, P₁ = ethephon 250 ppm, P₂ = gas etilen 250 ppm, P₃ = gas asetilen 250ppm, P₄ = kalsium karbida 0,5%)

Rasio daging buah dan kulit

Jenis pengemasan dan bahan perangsang pematangan memberikan pengaruh yang berbeda nyata (P<0.05) terhadap rasio daging buah dan kulit buah pisang barangan (Tabel 2 dan Tabel 3). Gambar 2 menunjukkan bahwa secara umum interaksi antara jenis kemasan dan jenis perangsang pematangan hanya memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap rasio daging buah dan kulit pada kemasan atmosfer termodifikasi aktif yang disimpan pada suhu ruang (K₂) sedangkan pada jenis kemasan lain interaksi jenis kemasan dan jenis perangsang pematangan memberikan nilai rasio daging buah dan kulit yang tidak berbeda nyata. Pada K₂ (Kemasan atmosfer termodifikasi aktif disimpan suhu ruang) nilai rasio daging buah dan kulit yang dihasilkan juga tidak berbeda nyata antara buah yang diberi perangsang pematangan ethepon, gas etilen dan gas asetilen.

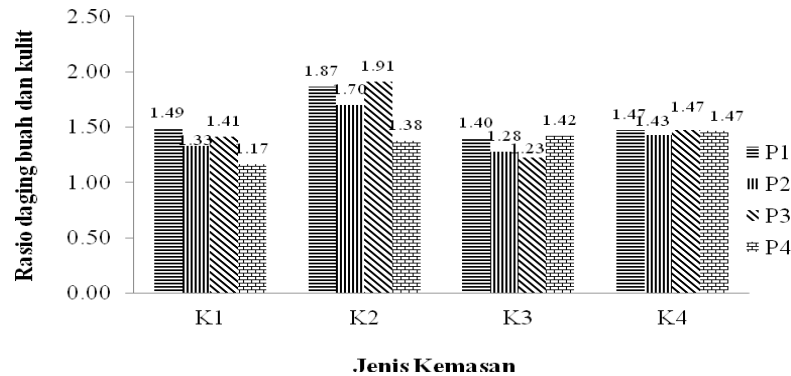
Rasio daging buah dan kulit dapat dijadikan sebagai parameter untuk menentukan tingkat kematangan buah pisang. Semakin tinggi tingkat kematangan maka rasio daging buah dan

kulit juga akan semakin tinggi. Jika dibandingkan dengan Tabel 1 maka secara umum terjadi peningkatan rasio daging buah dan kulit yang menunjukkan bahwa setelah diberi bahan perangsang pematangan buah pisang dapat mengalami kematangan meski sebelumnya kematangannya ditunda dengan cara pengemasan atmosfer termodifikasi. Rasio daging buah dan kulit terendah terdapat pada buah pisang barangan yang dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu 15°C dan diberi perangsang pematangan etilen dan karbida (K₁P₂ dan K₁P₄). Pemberian bahan perangsang pematangan etilen dan asetilen pada buah pisang barangan yang dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif pada suhu 15°C akan menghasilkan nilai rasio daging buah dan kulit yang lebih kecil daripada sebelum diberi bahan perangsang kematangan. Hal ini kemungkinan disebabkan adanya keragaman buah yang digunakan meliputi keragaman kematangan dan kadar air awal buah.

Rasio daging buah dan kulit tertinggi diperoleh pada K₂P₃. Hal ini menunjukkan bahwa

jenis perangsang P₃ (gas asetilen) dapat meningkatkan rasio daging buah dan kulit. Rasio bobot daging per kulit buah terus meningkat selama pematangan. Hal tersebut dikarenakan tekanan osmotik pada daging buah lebih tinggi dari kulit yang dikarenakan konsentrasi gula pada daging buah lebih cepat dibanding kulit buah saat memasuki fase klimaterik. Hal ini sesuai dengan

pernyataan Simmonds (1982) yang menyatakan bahwa daging buah menyerap air yang terkandung dalam kulit buah karena perbedaan tekanan osmotik sebagai akibat peningkatan kandungan gula pada daging sedemikian sehingga menyebabkan perubahan rasio daging kulit.



Gambar 2. Pengaruh interaksi antara jenis kemasan dan jenis perangsang pematangan terhadap rasio daging buah dan kulit buah pisang barangan (K₁=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu 15°C selama 15 hari, K₂=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu ruang selama 15 hari, K₃=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu 15°C selama 15 hari, K₄=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu ruang selama 15 hari, P₁ = ethephon 250 ppm, P₂ = gas etilen 250 ppm, P₃ = gas asetilen 250ppm, P₄ = kalsium karbida 0,5%).

Kekerasan dan Skor Warna

Jenis pengemasan dan bahan perangsang pematangan memberikan pengaruh yang berbeda nyata (P<0.05) terhadap nilai kekerasan dan skor warna buah pisang barangan (Tabel 2 dan Tabel 3. Pemberian bahan perangsang pematangan pada buah pisang barangan yang telah ditunda pematangannya dapat menyebabkan penurunan nilai kekerasan. Selama pematangan terjadi degradasi dari zat pektin penyusun dinding sel buah yang menyebabkan buah pisang barangan akan menjadi lunak ketika sudah matang. Hal tersebut sesuai dengan Winarno dan Aman (1981) yang menyatakan zat pektin yang tidak dapat larut (protopektin) diubah menjadi pektin yang dapat larut sehingga jumlahnya berkurang dan daging buah menjadi lunak. Selain itu selama respirasi terjadi penguraian komponen-komponen yang memiliki berat molekul tinggi seperti pati menjadi senyawa kompleks yang lebih sederhana seperti monosakarida, air dan karbondioksida yang menimbulkan pelunakan buah. Nilai kekerasan buah tertinggi diperoleh pada buah yang dikemas dengan kemasan

atmosfir termodifikasi pasif dan diberi perangsang pematangan kalsium karbida sedangkan yang terendah pada buah yang dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif pada suhu 15°C dan diberi perangsang pematangan kalsium karbida (Gambar 3).

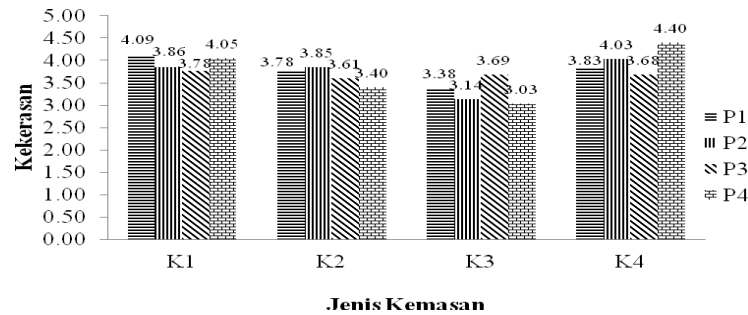
Skor warna tertinggi yaitu sebesar 7,00 diperoleh pada buah pisang yang dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu ruang selama 15 hari kemudian diberi perlakuan gas etilen. Pada skor warna 7,00 menunjukkan bahwa warna pisang sudah menuju kecoklatan dan buah sudah mengalami *senescence*. Pisang yang dikemas dengan sistem kemasan atmosfer termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu ruang kemudian diberikan perangsang pematangan etilen dan asetilen memiliki skor warna tertinggi. Gambar 4 menunjukkan bahwa pemberian etilen pada buah pisang barangan yang disimpan selama dua minggu dalam kemasan atmosfer termodifikasi dapat merangsang proses pematangan buah. Pada buah pisang barangan yang dikemas dengan kemasan aktif atau kemasan pasif dan disimpan pada suhu 15°C selama dua minggu

dengan pemberian etilen 250 ppm selama dua hari menghasilkan skor warna 6,00 yang menunjukkan bahwa warna kulit adalah kuning penuh dan buah sudah mengalami matang penuh dan ini berarti bahwa buah sudah mengalami puncak klimaterik.

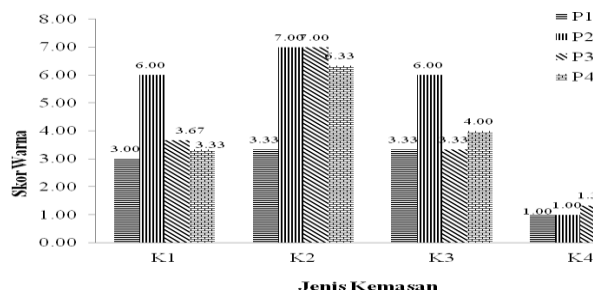
Penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian bahan perangsang pematangan pada buah pisang barangan yang telah ditunda kematangannya dengan cara pengemasan atmosfir termodifikasi aktif menggunakan bahan-bahan penjerap O₂, CO₂, H₂O dan etilen dapat menyeragamkan proses kematangan yang dapat dilihat dari keseragaman warna buah. Wills, dkk. (1981) menyatakan bahwa aplikasi 10 ppm etilen pada pisang cavendish dapat menghilangkan pengaruh penuh dalam kematangan pada

konsentrasi O₂ (5,3-7,4%) dan CO₂ yang tinggi (5,0-20,0%) sehingga total waktu mencapai matang sama dengan buah yang diberi etilen setelah disimpan pada atmosfir biasa. Golding, dkk., (1998) melaporkan bahwa pada pisang cavendish peranan etilen adalah sebagai katalis, mempercepat dan mengatur proses yang berhubungan dengan sintesis pigmen serta degradasi klorofil.

Dari setiap jenis kemasan skor warna terendah terdapat pada kemasan K₄ yaitu kemasan dengan atmosfir termodifikasi pasif yang disimpan pada suhu ruang. Pada kemasan ini tidak terjadi proses pematangan namun terjadi pembusukan pada buah yang menunjukkan bahwa buah mengalami gagal matang.



Gambar 3. Pengaruh interaksi antara jenis kemasan dan jenis perangsang pematangan terhadap kekerasan buah pisang barangan (K₁=Dikemas dengan kemasan atmosfir termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu 15°C selama 15 hari, K₂=Dikemas dengan kemasan atmosfir termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu ruang selama 15 hari, K₃=Dikemas dengan kemasan atmosfir termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu 15°C selama 15 hari, K₄=Dikemas dengan kemasan atmosfir termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu ruang selama 15 hari, P₁ = ethephon 250 ppm, P₂ = gas etilen 250 ppm, P₃ = gas asetilen 250ppm, P₄ = kalsium karbida 0,5%).



Gambar 4. Pengaruh interaksi antara jenis kemasan dan jenis perangsang pematangan terhadap skor warna buah pisang barangan (K₁=Dikemas dengan kemasan atmosfir termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu 15°C selama 15 hari, K₂=Dikemas dengan kemasan atmosfir termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu ruang selama 15 hari, K₃=Dikemas dengan kemasan atmosfir termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu 15°C selama 15 hari, K₄=Dikemas dengan kemasan atmosfir termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu ruang selama 15 hari, P₁ = ethephon 250 ppm, P₂ = gas etilen 250 ppm, P₃ = gas asetilen 250ppm, P₄ = kalsium karbida 0,5%).

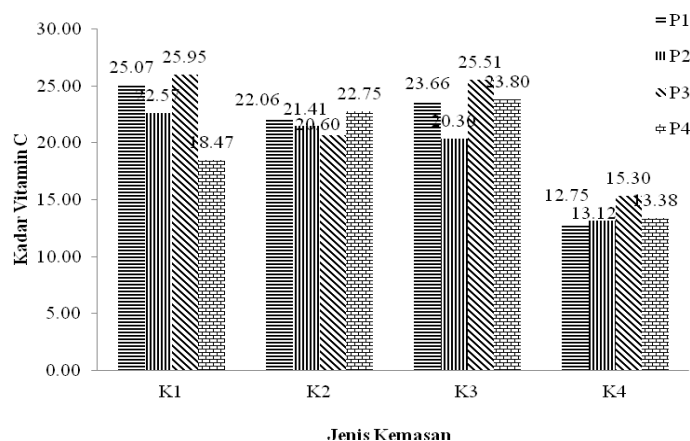
Vitamin C dan Total Asam

Jenis pengemasan dan bahan perangsang pematangan memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0.05$) terhadap kadar vitamin C dan total asam tertitiasi buah pisang barangan (Tabel 2 dan Tabel 3). Gambar 5 menunjukkan bahwa pemberian bahan perangsang kematangan pada buah pisang barangan yang telah disimpan dengan sistem kemasan atmosfer termodifikasi baik aktif maupun pasif memberikan pengaruh terhadap kadar vitamin C. Kadar vitamin C tertinggi pada K_1P_3 yaitu pengemasan dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif yang disimpan pada suhu dingin dan diberi perangsang pematangan gas asetilen 250 ppm. Buah pisang barangan yang dikemas dengan sistem kemasan atmosfer termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu 15°C selama dua minggu (K_1) serta buah yang dikemas dengan sistem kemasan atmosfer termodifikasi pasif (K_3 dan K_4) nilai vitamin C yang tertinggi diperoleh pada perlakuan pematangan dengan asetilen (P_3). Tetapi pada buah pisang barangan yang dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu ruang kadar vitamin C tertinggi diperoleh pada proses pematangan dengan karbida.

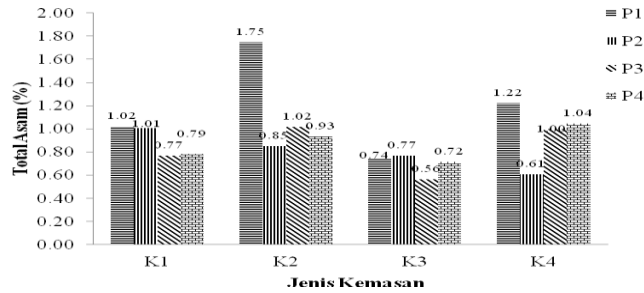
Pengaruh P_3 (asetilen) dapat mengoptimalkan pembentukan vitamin C selama

pematangan. Hal ini karena gas asetilen dapat membentuk etilen sebagai perangsang pematangan buah sehingga respirasi meningkat. Wills dkk (1981) menyatakan bahwa respirasi merupakan pemecahan bahan-bahan kompleks dalam sel seperti pati, gula dan asam-asam organik. Kadar vitamin C terendah diperoleh pada perlakuan K_4 yaitu buah dengan kemasan pasif dan disimpan pada suhu ruang. Pada perlakuan ini buah mengalami kebusukan sehingga kandungan vitamin C buah menjadi rusak.

Gambar 6 menunjukkan bahwa total asam tertinggi terdapat pada K_2P_1 . Hal ini diduga karena K_1 (kemasan dengan atmosfer termodifikasi aktif yang disimpan pada suhu ruang) dapat memperlambat pematangan yang lebih baik sebelum diberikan perangsang pematangan sehingga setelah diberikan perangsang pematangan maka reaksi pematangan akan berlangsung lebih baik dari pada yang lainnya. Peningkatan total asam tersebut akibat sintesis asam oksalat pada saat buah masih mentah dan asam malat ketika buah pisang mengalami puncak klimaterik (Seymour, dkk., 1993 ; Yanez, dkk., 2004). Akan tetapi selama pematangan terjadi penurunan asam-asam organik (Phan, dkk. (1993).



Gambar 5. Pengaruh interaksi antara jenis kemasan dan jenis perangsang pematangan terhadap kadar vitamin C buah pisang barangan (K_1 =Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu 15°C selama 15 hari, K_2 =Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu ruang selama 15 hari, K_3 =Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu 15°C selama 15 hari, K_4 =Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu ruang selama 15 hari, P_1 = ethephon 250 ppm, P_2 = gas etilen 250 ppm, P_3 = gas asetilen 250ppm, P_4 = kalsium karbida 0,5%).



Gambar 6. Pengaruh interaksi antara jenis kemasan dan jenis perangsang pematangan terhadap Total asam buah pisang barangan (K₁=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu 15°C selama 15 hari, K₂=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu ruang selama 15 hari, K₃=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu 15°C selama 15 hari, K₄=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu ruang selama 15 hari, P₁ = ethephon 250 ppm, P₂ = gas etilen 250 ppm, P₃ = gas asetilen 250ppm, P₄ = kalsium karbida 0,5%).

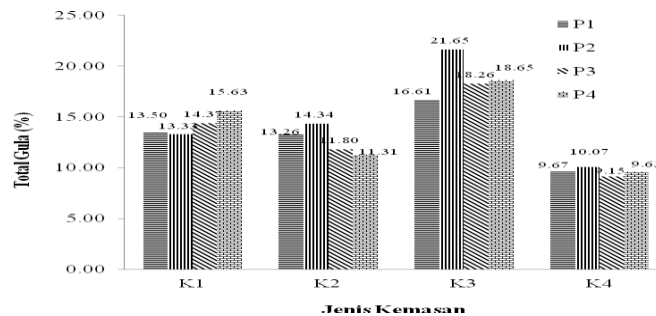
Total gula dan Total Padatan Terlarut

Jenis pengemasan dan bahan perangsang pematangan memberikan pengaruh yang berbeda nyata (P<0.05) terhadap nilai total gula dan total padatan terlarut buah pisang barangan seperti terlihat pada Tabel 2 dan Tabel 3. Gambar 7 menunjukkan bahwa buah yang dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu 15°C selama dua minggu buah masih melanjutkan proses pematangan meskipun lambat yang dapat dilihat dari total gula buah pada saat dikeluarkan dari kemasan lebih tinggi dari pada buah yang dikemas dengan sistem kemasan atmosfer termodifikasi aktif. Hal ini juga menunjukkan bahwa penundaan kematangan buah dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif lebih baik dari pada kemasan atmosfer termodifikasi pasif.

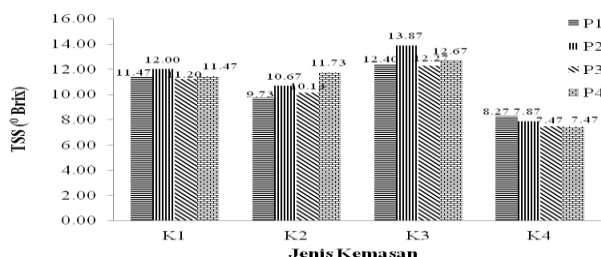
Pemberian bahan perangsang pematangan seperti etilen, akan mendorong fase klimakterik sehingga menjadi lebih cepat tercapai pada buah pisang barangan. Pada perlakuan K₄

yaitu pengemasan atmosfer termodifikasi pasif yang disimpan pada suhu ruang menunjukkan total gula yang rendah di semua jenis perangsang pematangan. Hal ini disebabkan pada perlakuan K₄ terjadi gagal matang pada buah sehingga perombakan pati menjadi gula tidak terjadi.

Gambar 8 menunjukkan total padatan terlarut tertinggi terdapat pada K₃ yaitu pengemasan dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif dengan suhu dingin jika dibandingkan dengan kemasan yang lain di setiap jenis perangsang pematangan. Pada buah pisang barangan yang dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu 15°C selama dua minggu (K₃) buah masih melangsungkan proses pematangan meskipun lambat yang dapat dilihat dari nilai TSS buah yang lebih tinggi pada saat buah dikeluarkan dari kemasan (Tabel 1) sehingga pada saat buah diberi bahan perangsang pematangan nilai TSS nya menjadi lebih tinggi.



Gambar 7. Pengaruh interaksi antara jenis kemasan dan jenis perangsang pematangan terhadap total gula buah pisang barangan (K₁=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu 15°C selama 15 hari, K₂=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu ruang selama 15 hari, K₃=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu 15°C selama 15 hari, K₄=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu ruang selama 15 hari, P₁ = ethephon 250 ppm, P₂ = gas etilen 250 ppm, P₃ = gas asetilen 250ppm, P₄ = kalsium karbida 0,5%).



Gambar 8. Pengaruh interaksi antara jenis kemasan dan jenis perangsang pematangan terhadap TSS buah pisang barangan (K₁=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu 15°C selama 15 hari, K₂=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu ruang selama 15 hari, K₃=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu 15°C selama 15 hari, K₄=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu ruang selama 15 hari, P₁ = ethephon 250 ppm, P₂ = gas etilen 250 ppm, P₃ = gas asetilen 250ppm, P₄ = kalsium karbida 0,5%).

Nilai Organoleptik Warna, Aroma dan Tekstur

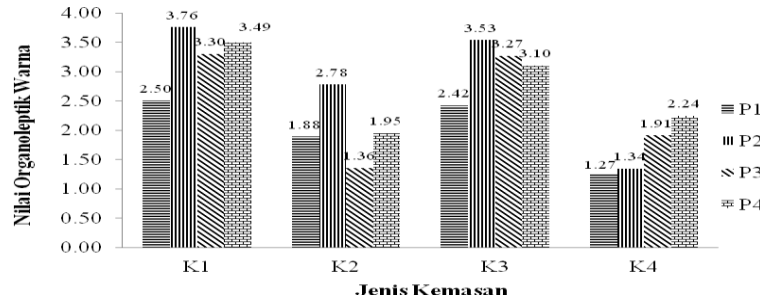
Jenis pengemasan dan bahan perangsang pematangan memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0.05$) terhadap nilai organoleptik warna, aroma dan tekstur buah pisang barangan (Tabel 2 dan Tabel 3). Nilai organoleptik warna tertinggi diperoleh pada perlakuan K₁ (buah dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif yang disimpan pada suhu 15°C selama 15 hari) di setiap jenis perangsang pematangan (Gambar 9), dan interaksi perlakuan yang memberikan nilai organoleptik tertinggi terdapat pada K₁P₂ (kemasan aktif yang disimpan pada suhu 15°C dan diberi perangsang pematangan berupa gas etilen). Hal ini menunjukkan bahwa K₁ lebih disukai panelis karena warna pisang sudah mulai matang (berubah menjadi warna kuning). Berbeda dengan perlakuan K₄ dimana pada buah pisang masih hijau dan terjadi pembusukan. Hal ini diduga karena perbedaan suhu yang berbeda yaitu K₁ dengan suhu rendah sedangkan K₄ dengan suhu kamar. Penyimpanan pada suhu rendah merupakan cara yang paling efektif untuk mengurangi kebusukan buah.

Nilai organoleptik aroma tertinggi diperoleh pada perlakuan K₃ pada setiap jenis perangsang pematangan dan interaksi perlakuan yang memberikan nilai aroma tertinggi diperoleh pada K₃P₂ (kemasan atmosfer termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu 15°C kemudian diberi perlakuan gas etilen), seperti terlihat pada Gambar 10. Pada perlakuan ini aroma buah matang dapat dipertahankan sehingga disukai oleh panelis. Hal ini menunjukkan bahwa perangsang pematangan dengan gas etilen lebih efektif mempercepat kematangan buah dari pada perangsang pematangan yang lain.

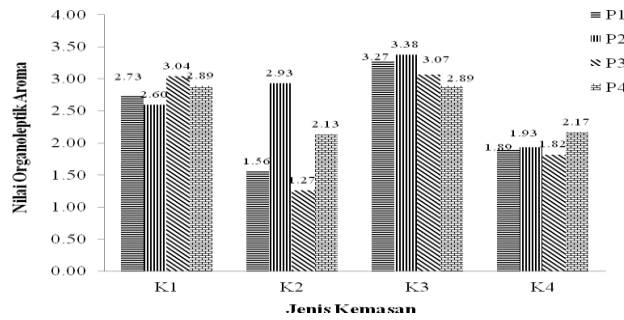
Munculnya aroma pada pisang adalah karena perubahan selama proses pematangan yaitu meningkatkan senyawa aromatik dan perubahan enzimatis yang terjadi pada buah pisang. Pada proses pematangan akan terjadi peningkatan senyawa aromatik dan perubahan enzimatis yang bermanfaat bagi buah pisang. Pada proses pematangan buah pisang terjadi peningkatan produksi komponen volatil sehingga kulit buah mengalami pencoklatan dan pada saat pematangan ini terdapat hampir 200 jenis komponen volatil yang didominasi oleh asetat dan butirir. Aroma pisang disebabkan oleh adanya amil ester dan khusus untuk aroma seperti buah (*fruity like flavour*) disebabkan oleh butil ester (Seymour, dkk., 1993; Yanez, dkk., 2004).

Nilai organoleptik tekstur tertinggi diperoleh pada perlakuan K₃ untuk setiap jenis perangsang pematangan dan interaksi perlakuan yang memberikan nilai tekstur tertinggi terdapat pada K₃P₂ (buah yang dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu 15°C selama 2 minggu diikuti dengan pemberian gas etilen (Gambar 11). Panelis menyukai tekstur buah pisang yang lunak, sehingga semakin tinggi nilai kesukaan panelis terhadap tekstur menunjukkan bahan tekstur buah semakin lunak tetapi pada tingkat kelunakan tertentu.

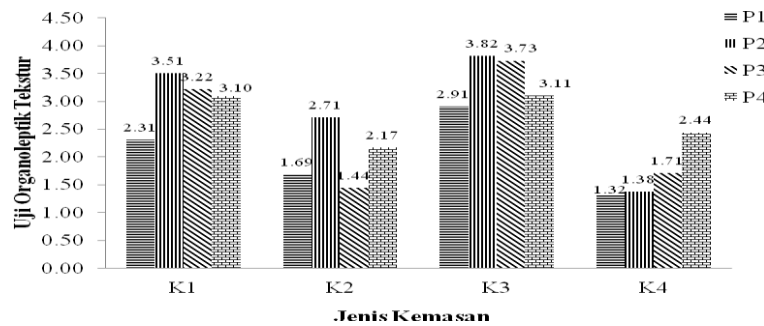
Pada proses pematangan terjadi perombakan protopektin tidak larut menjadi protopektin yang larut sehingga menyebabkan perubahan tekstur pada buah pisang barangan sehingga buahnya menjadi lunak. Pemecahan pektin menjadi senyawa-senyawa lain yang menyebabkan perubahan dari keras menjadi lunak (Simmond, 1982).



Gambar 9. Pengaruh interaksi antara jenis kemasan dan jenis perangsang pematangan terhadap Nilai organoleptik warna buah pisang barangan (K₁=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu 15⁰C selama 15 hari, K₂=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu ruang selama 15 hari, K₃=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu 15⁰C selama 15 hari, K₄=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu ruang selama 15 hari, P₁ = ethephon 250 ppm, P₂ = gas etilen 250 ppm, P₃ = gas asetilen 250ppm, P₄ = kalsium karbida 0,5%).



Gambar 10. Pengaruh interaksi antara jenis kemasan dan jenis perangsang pematangan terhadap nilai organoleptik aroma buah pisang barangan (K₁=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu 15⁰C selama 15 hari, K₂=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu ruang selama 15 hari, K₃=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu 15⁰C selama 15 hari, K₄=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu ruang selama 15 hari, P₁ = ethephon 250 ppm, P₂ = gas etilen 250 ppm, P₃ = gas asetilen 250ppm, P₄ = kalsium karbida 0,5%).



Gambar 11. Pengaruh interaksi antara jenis kemasan dan jenis perangsang pematangan terhadap nilai organoleptik tekstur buah pisang barangan (K₁=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu 15⁰C selama 15 hari, K₂=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif dan disimpan pada suhu ruang selama 15 hari, K₃=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu 15⁰C selama 15 hari, K₄=Dikemas dengan kemasan atmosfer termodifikasi pasif dan disimpan pada suhu ruang selama 15 hari, P₁ = ethephon 250 ppm, P₂ = gas etilen 250 ppm, P₃ = gas asetilen 250ppm, P₄ = kalsium karbida 0,5%).

KESIMPULAN

1. Pengemasan buah pisang barangan yang dengan kemasan atmosfer termodifikasi aktif menggunakan bahan penyerap oksigen, karbondioksida, etilen dan uap air dan disimpan pada suhu 15°C dapat menunda proses pemasakan buah selama 2 minggu penyimpanan. Aplikasi gas etilen dengan konsentrasi 250 ppm pada buah pisang barangan yang telah dikeluarkan dari kemasan atmosfer termodifikasi aktif ini menghasilkan buah pisang dengan kondisi masak dengan mutu yang baik dan dapat diterima oleh konsumen.
2. Aplikasi bahan perangsang pematangan berupa ethepon, gas etilen, gas asetilen dan karbid dapat menghilangkan pengaruh dari penundaan kematangan dengan sistem kemasan atmosfer termodifikasi sehingga buah dapat mengalami proses pematangan dengan normal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih Kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan Nasional Republik Indonesia yang Telah Membiayai Penelitian Ini Melalui Hibah Kompetensi Tahun 2012.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, H and B. E. Pantastico. 1990. Banana : Fruit Development, Postharvest Physiology, Handling and Marketing in ASEAN. ASEAN Food Handling Bureau, PP. 33-103
- AOAC, 1995. Official Methods of Analysis of The Association of Analytical Chemists. Washington D.C.
- Apriyantono, A., D.Fardiaz, N.L.Pusaitasari, S.Yasni dan S.Budiyanto, 1989. Analisa Pangan. Petunjuk Laboratorium. PAU-Pangan dan Gizi IPB, Bogor.
- Golding, J. B., D. Shearer, S.G. Wy Ice and W. B. Mc Glasson, 1998. Application of 1-MCP and propylene to identify ethylene-dependent ripening processes in mature banana fruit. Postharvest Biol. Tech. Brugges, 14 : 87-98.
- Kader A.A. 1986. Post harvest Biology and Technology an Overview. Post harvest Technology of Horticultural Crops. Cooperation Extension University of California. Division of Agriculture and Natural Resources.
- Kader, A.A. and C.B. Watkins, 2000. Modified atmosphere packaging – Toward 2000 and beyond. HortTechnology 10 (3) : 483-486.
- Kays,S.J. 1997. Postharvest physiology of perishable plant products. Athens, AVI.p.532
- Mariott, J., M. Robinson, S. K. Karikari, 1981. Starch and Sugar Transformation During Ripening of Plantains and Bananas. J. Sci. Food Agric. 32: 1021-1026
- Mary, A. E and S. Stahiamoorthy, 2003. Effect of Packing treatments on green life and peel-split of banana CV. Rasthali (AAB Indian). Agric. Res. 37 (1) : 72-75.
- Phan, C. T.,A. K. Matto, T. Murata, Er. B. Pantastico, and K. Chachin. 1993. Perubahan-Perubahan Kimiawi Selama Pematangan dan Penuaan. Dalam E. B. Pantastico (Ed). Fisiologi Pasca Panen. Penerjemah Kamrayani UGM-Press, Yogyakarta.
- Ranganna, S., 1999. Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products. Tata Mc Graw Hill Publishing Company, New Delhi.
- Salunkhe, D.K. and B.B. Desai, 1986. Postharvest Biotechnology of Fruits, CRC Press Inc. Boca Raton, Florida.
- Seymour, G. B., 1993. *Banana* : Di Dalam Seymour, G. B., J. E. Taylor dan G. A. Tucker (Eds), *Biochemistry of Fruit Ripening*. 1 : 83-101.
- Sisler,E.C., dan M.Serek, 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the acceptor level : recent developments. *Physiolgy Plantarum* 100: 557-582.
- Soekarto, S. T., 1982. Penilaian Organoleptik Untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian. Pusat Pengembangan Teknologi Pangan. IPB-Press, Bogor.

- Simmonds, N. W., 1982. Bananas Second Edition. Longman Inc, New York.
- Weaver, R. B. H., E. G. Hall, T. H. Lee., W. B. Glasson and D. Graham. 1981. Post Harvest., An Introduction to the Physiology and Handling Fruit and Vegetables. The AVI Pub. Co. Inc. West Port, Connecticut.
- Wills, R. H., T. H. Lee, D. Graham., W. B. Glasson and E. G. Hall., 1981. Postharvest and Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Winarno, F. G. dan W. M. Aman. 1981. Fisiologi Lepas Panen. Sastra Hudaya. Jakarta.
- Yanez, L., M. Armernta., E. Mercado., EiM. Yahia dan P. Gutierrez, 2004. Integood Handling of Banana. Di dalam : Dris, R dan S.M. Jair (Eds), Production Practices and Quality Assessment of Food Crops. Quality Handling and Evaluation.