

Pengembangan Bromfenol Biru dan Bromtimol Biru pada Label
Pintar Sensor Kematangan Buah Naga Merah
(*Hylocereus polyrhizus*)
(*The Development of Bromophenol Blue and Bromothymol Blue
on Ripeness Sensor Smart Label on Red Dragon Fruit
(Hylocereus polyrhizus)*)

R. Ayu Rifqa Zainatul Hurriyah, Bambang Kuswandi, Dwi Koko Pratoko
Fakultas Farmasi, Universitas Jember
Jalan Kalimantan 37, Jember, 68121
e-mail korespondensi: b_kuswandi.farmasi@unej.ac.id

Abstract

*The novel on-package color indicator label has been fabricated based on bromophenol blue and mixture between bromophenol blue and bromothymol blue, and tests have been conducted to assess the ripeness of red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). Bromophenol blue (BPB) and mixture between bromophenol blue and bromothymol blue (BTB) were immobilized onto acetate cellulose membrane via adsorption method. The BPB and mixture between BPB and BTB/acetate cellulose membrane as color indicator work based on pH decrease as the volatile organic compounds (e.g. acetic acid). They produced gradually in the package headspace during developing of red dragon fruit. Subsequently, the color of the indicator will change from blue to green for over-ripe indication, which can be visible visually. The results showed that the color indicator could be used to determine the state of ripeness of the red dragon at ambient condition ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$) and chiller condition ($4\pm 2^{\circ}\text{C}$). The color change of the indicators reflects the pH of headspace of the red dragon packaging. Furthermore, it also in similar trends to the change of several parameters (soluble solids content, pH, texture, sensory evaluation and weight loss) that normally used to characterize the ripeness of red dragon, therefore the indicator can be used for real time visual monitoring of ripeness state of packaged red dragon fruit.*

Keywords: ripeness indicator, BPB, BTB, red dragon fruit, acetate cellulose membrane

Abstrak

Label indikator warna pada pengemasan yang telah difabrikasikan berdasarkan bromfenol biru dan kombinasi antara bromfenol biru dan bromtimol biru, dan pengujian dilakukan untuk menilai kematangan buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*). Bromfenol biru (BPB) dan kombinasi antara bromfenol biru dan bromtimol biru (BTB) diimmobilisasi pada membran selulosa asetat melalui metode adsorpsi. BPB dan kombinasi antara BPB dan BTB/membran selulosa asetat terjadi perubahan warna indikator berdasarkan penurunan pH dari senyawa organik yang mudah menguap (misalnya asam asetat). Senyawa yang diproduksi secara bertahap dalam kemasan selama pengembangan buah naga merah, Selanjutnya, warna indikator akan berubah dari biru ke hijau pada kondisi lebih matang, yang dapat terlihat secara visual. Hasil penelitian menunjukkan indikator warna dapat digunakan untuk menentukan keadaan kematangan buah naga merah pada suhu ruang ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$) dan suhu *chiller* ($4\pm 2^{\circ}\text{C}$). Perubahan warna dari indikator menentukan perubahan pH dari kemasan buah naga merah. Selain itu, juga terjadi perubahan beberapa parameter (total padatan terlarut, pH, tekstur, *sensory evaluation* dan susut bobot) yang biasanya digunakan untuk karakteristik kematangan buah naga merah, oleh karena itu, indikator tersebut dapat digunakan untuk pemantauan visual kematangan buah naga merah dalam kemasan.

Kata kunci: indikator kematangan, BPB, BTB, buah naga merah, membran selulosa asetat

Pendahuluan

Semakin berkembangnya zaman, semakin pesat pula penggunaan berbahan alam (*back to nature*) mulai dari makanan, minuman, obat bahkan juga kosmetik. Penggunaan bahan alam ini dipercaya memberikan efek samping minimal dibandingkan dengan bahan kimia yang telah beredar. Tanaman buah naga merupakan tanaman yang berasal dari Amerika Tengah dan dikembangkan di Indonesia. Terdapat empat jenis buah naga yang dibudidayakan yaitu, buah naga kulit merah berdaging buah putih (*Hylocereus undatus*), kulit merah berdaging buah merah (*Hylocereus polyrhizus*), kulit merah berdaging buah super merah (*Hylocereus costaricensis*) dan kulit kuning berdaging buah putih (*Selenicereus megalanthus*) [1]. Salah satu buah naga yang saat ini banyak dibudidayakan di Indonesia adalah buah naga dengan kulit merah berdaging buah merah (*Hylocereus polyrhizus*). Selain rasanya yang disenangi oleh masyarakat, buah naga merah juga memiliki khasiat seperti menguatkan fungsi ginjal dan tulang, menguatkan kecerdasan otak, meningkatkan ketajaman mata, mencegah kanker usus, menguraikan kolesterol dan sebagai antioksidan [2].

Buah naga merah yang kaya manfaat ini sangat diminati masyarakat luas, maka dibutuhkan buah naga merah dengan kualitas yang baik yaitu sesuai dengan ketentuan minimum mutu buah naga [1]. Buah naga merah mampu bertahan hingga sepuluh hari pada suhu ruang $\pm 26^{\circ}\text{C}$ dan untuk memperpanjang masa simpan buah naga merah, diperlukan kondisi tertentu namun tetap memperhatikan mutu buah saat dan setelah penyimpanan [3]. Pengemasan bermanfaat dalam memberikan perlindungan terhadap produk yang akan dipasarkan, mudah dalam penanganan, menambah nilai ekonomi dan meningkatkan daya tarik konsumen [4].

Perubahan kematangan buah dapat diidentifikasi dari peningkatan keasaman atmosfer kemasan buah naga. Peningkatan pH atmosfer dalam kemasan berhubungan dengan laju respirasi yang melibatkan CO_2 pada buah pasca panen. Semakin banyak kandungan CO_2 yang dikeluarkan maka semakin melebihi pula tingkat kematangan buah dalam kemasan [5]. CO_2 akan membentuk H_2CO_3 ketika bereaksi dengan H_2O , kemudian H_2CO_3 tersebut akan terurai menjadi H^+ dan HCO_3^- . Akumulasi H^+

inilah yang dapat meningkatkan keasaman atmosfer buah naga merah [6].

Informasi kematangan buah semakin memungkinkan untuk diberikan, terutama karena makin berkembangnya teknologi label pintar pada suatu kemasan. Label pintar ini dapat dirancang untuk memberikan informasi aktual mengenai tingkat kematangan dan keamanan produk pangan, termasuk produk buah-buahan yang dikemas. Pada label pintar ini terdapat sebuah sensor yang dapat merespon terhadap perubahan kematangan buah. Sensor kimia ini mampu memberikan respon terhadap suatu zat yang diukur yaitu suatu reagen kimia. Reagen yang berfungsi sebagai indikator pH seperti timol biru, metil merah, fenol merah dan bromfenol biru [7].

Reagen yang akan digunakan dalam mendeteksi tingkat perubahan kematangan buah naga merah ini adalah bromfenol biru serta kombinasi antara bromfenol biru dan bromtimol biru yang diimmobilisasi pada membran selulosa asetat. Perubahan intensitas warna membran dan karakteristik yang mengikuti seperti total padatan terlarut, tingkat keasaman, tingkat kekerasan, *sensory evaluation* dan susut bobot akan diamati.

Metode Penelitian

Bahan yang digunakan adalah buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*), bromfenol biru, bromtimol biru, alkohol 70%, akuades, styrofoam 1,05 g/cm³, plastic wrap (PE white wrapping plastic stretch film 0,9 g/cm³), dapar asetat (pH 3, pH 4 dan pH 5) dan membran selulosa asetat.

Alat penelitian yang digunakan adalah lemari pendingin, pH meter, penetrometer, blender, refractometer, scanner, program imageJ 1.44p dan neraca analitik.

Pembuatan membran bromfenol biru dan kombinasinya

Bromfenol biru dan bromtimol biru sebanyak 50 mg dalam labu ukur 50 ml dilarutkan menggunakan alkohol 70% hingga terbentuk larutan dengan konsentrasi 1000 ppm dan rasio keduanya 1:1. Sebanyak 10 ml larutan bromfenol biru dan larutan kombinasi antara bromfenol biru dan bromtimol biru dituangkan ke dalam cawan petri, kemudian membran selulosa asetat dengan diameter 3 cm dimasukkan dalam cawan petri yang telah berisi larutan indikator tersebut. Perendaman dilakukan selama 1 hari. Setelah perendaman, membran dikeringkan

pada suhu ruang diatas kertas mika hingga kering.

Preparasi label pintar indikator

Label pintar didesain terlebih dahulu perubahan warna yang terjadi dan mewakili ketiga kondisi yaitu baru matang, matang dan lewat matang seperti Gambar 1.



Gambar 1. Membran bagian kiri dengan kombinasi indikator bromfenol biru dan bromtimol biru. Membran bagian kanan dengan indikator bromfenol biru

Label pintar yang telah difabrikasikan dilekatkan pada bagian dalam dari pembungkus kemasan buah naga merah seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain penempatan buah naga merah dalam kemasan

Simulasi penyimpanan sampel buah naga merah pada suhu ruang dan suhu *chiller*

Kemasan-kemasan buah naga merah tersebut dibagi dalam dua kelompok penyimpanan, yaitu kelompok penyimpanan pada suhu ruang ($25\pm 2^\circ\text{C}$) dan suhu *chiller* ($4\pm 2^\circ\text{C}$). Penyimpanan dilakukan dan diamati setiap hari hingga buah membusuk.

Analisis karakteristik perubahan

Intensitas warna membran

Pengamatan terhadap perubahan warna membran dianalisis dengan menggunakan program *imageJ* 1.44p. Perubahan warna membran discanner dan hasil *scanner* akan dilalukan pengukuran menggunakan program *imageJ* 1.44p dengan mengukur nilai *mean RGB*.

Pengukuran TPT

Pengujian dilakukan dengan menggunakan *refractometer*. Buah naga merah dihomogenkan terlebih dahulu menggunakan blender. Prisma *refractometer* terlebih dahulu dibersihkan dengan akuades agar tidak ada kotoran lain yang ikut terukur. Kemudian 1-2 tetes larutan buah naga merah diteteskan ke dalam prisma *refractometer* dan dilakukan pembacaan nilai total padatan terlarut yang dinyatakan dengan %brix.

pH (tingkat keasaman)

Buah naga merah dihancurkan menggunakan blender dan ditambahkan air sebanyak 100 ml. Tingkat keasaman diukur menggunakan alat pH meter.

Kekerasan

Pengukuran kekerasan atau daya tekan buah naga merah dilakukan dengan menggunakan penetrometer selama 10 detik untuk setiap sampel. Sampel yang akan diukur ditusuk dengan penetrometer pada satu titik yang telah ditentukan. Pengambilan data dilakukan pada lima titik yang berbeda yaitu bagian atas, tiga titik pada bagian tengah dan bagian bawah buah naga merah.

Sensory evaluation

Penilaian terhadap warna, rasa, aroma, *softness* dan *juiciness* oleh sepuluh responden terhadap tingkat kematangan buah naga merah.

Susut bobot

Pengukuran terhadap susut bobot dilakukan berdasarkan presentase penurunan bobot bahan sejak awal sampai akhir penyimpanan dengan menggunakan neraca analitik.

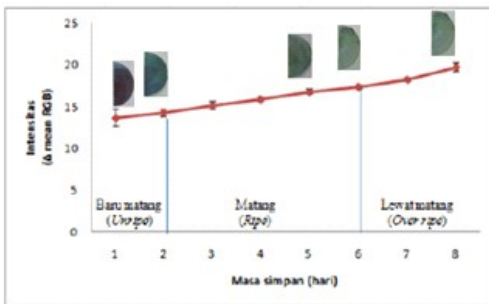
Hasil Penelitian

Berikut merupakan data awal buah naga merah yang digunakan dalam penelitian dengan kualitas awal yang sama seperti pada Tabel 1.

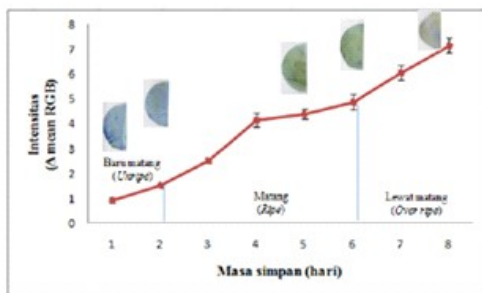
Tabel 1. Kualitas awal buah naga merah

Buah naga	TPT (%brix)	pH	Tingkat kekerasan (mm/10s)	Warna buah	Berat (g)
Buah pertama	11,2	5,94	0,20	Merah	611,196
Buah kedua	11,4	5,85	0,25	Merah	609,234
Buah ketiga	11,3	5,73	0,20	Merah	612,870
Rata-rata	11,3	5,84	0,22	Merah	611,100
SD	0,1	0,1	0,03	-	1,82
CV	0,88%	1,80%	1,36%	-	0,30%

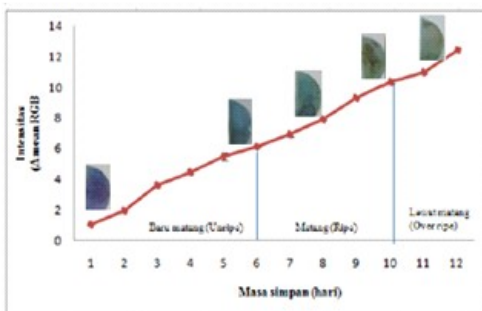
Perubahan intensitas warna membran terhadap tingkat kematangan buah naga merah yang ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4 untuk penyimpanan buah naga merah pada suhu ruang serta Gambar 5 dan Gambar 6 untuk penyimpanan buah naga merah pada suhu *chiller*.



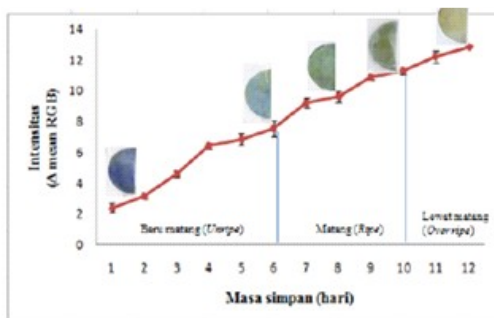
Gambar 3. Intensitas warna membran BPB suhu ruang



Gambar 4. Intensitas warna membran kombinasi antara BPB dan BTB suhu ruang

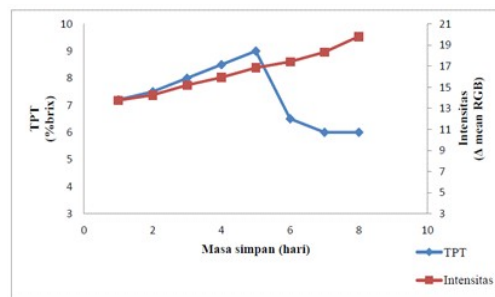


Gambar 5. Intensitas warna membran BPB suhu *chiller*

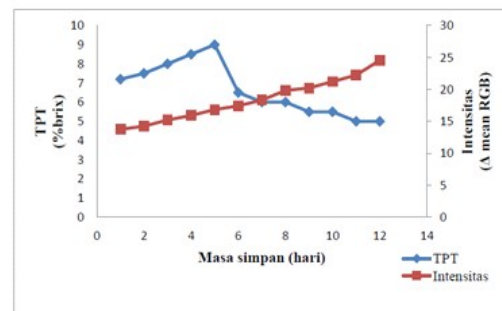


Gambar 6. Intensitas warna membran kombinasi antara BPB dan BTB suhu *chiller*

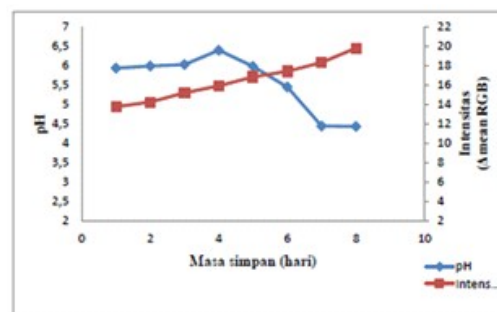
Perubahan intensitas warna membran ini juga diikuti dengan perubahan karakteristik. Total padatan terlarut pada Gambar 7 untuk penyimpanan buah pada suhu ruang dan Gambar 8 untuk penyimpanan buah pada suhu *chiller*. Tingkat keasaman pada Gambar 9 untuk penyimpanan buah pada suhu ruang dan Gambar 10 untuk penyimpanan buah pada suhu *chiller*. Tingkat kekerasan pada Gambar 11 untuk penyimpanan buah pada suhu ruang dan Gambar 12 untuk penyimpanan buah pada suhu *chiller*. Susut bobot pada Gambar 13 untuk penyimpanan buah pada suhu ruang dan Gambar 14 untuk penyimpanan buah pada suhu *chiller* serta *sensory evaluation* pada Gambar 15 untuk penyimpanan buah pada suhu ruang dan Gambar 16 untuk penyimpanan buah pada suhu *chiller*.



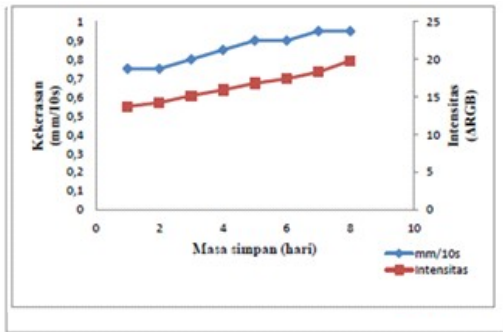
Gambar 7. Hubungan tingkat kematangan dengan TPT pada penyimpanan suhu ruang



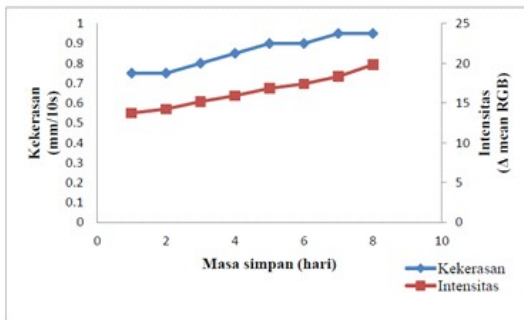
Gambar 8. Hubungan tingkat kematangan dengan TPT pada penyimpanan suhu *chiller*



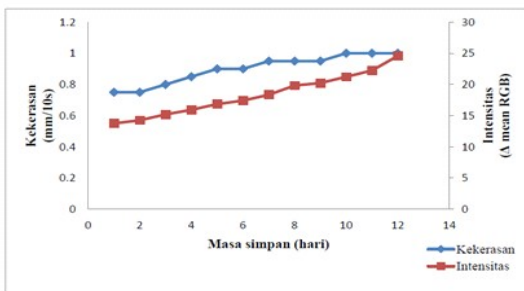
Gambar 9. Hubungan tingkat kematangan dengan pH pada penyimpanan suhu ruang



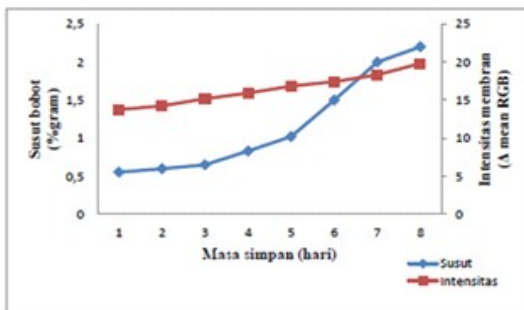
Gambar 10. Hubungan tingkat kematangan dengan pH pada penyimpanan suhu *chiller*



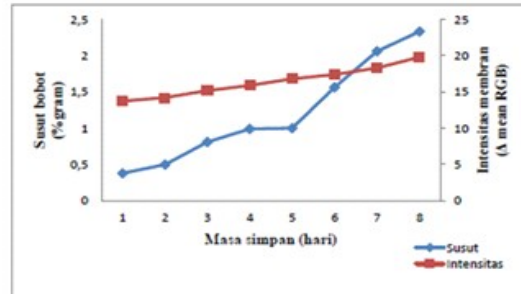
Gambar 11. Hubungan tingkat kematangan dengan kekerasan pada penyimpanan suhu ruang



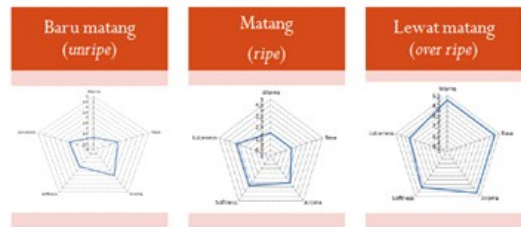
Gambar 12. Hubungan tingkat kematangan dengan kekerasan pada penyimpanan suhu *chiller*



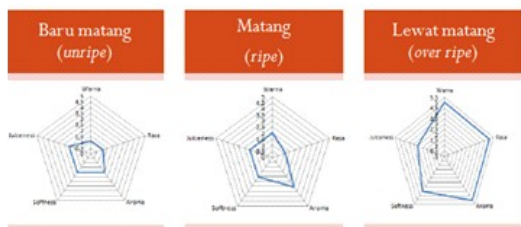
Gambar 13. Hubungan tingkat kematangan dengan susut bobot pada penyimpanan suhu ruang



Gambar 14. Hubungan tingkat kematangan dengan susut bobot pada penyimpanan suhu *chiller*



Gambar 15. Perubahan *sensory evaluation* pada penyimpanan suhu ruang



Gambar 16. Perubahan *sensory evaluation* pada penyimpanan suhu *chiller*

Perubahan tingkat kematangan buah naga merah dengan perubahan sensor kematangannya ditunjukkan pada Gambar 17.



Gambar 17. Perubahan tingkat kematangan buah naga merah berurutan dari kondisi baru matang, matang dan lewat matang

Pembahasan

Pada perubahan intensitas warna membran pada suhu penyimpanan $25 \pm 2^\circ\text{C}$ terjadi perubahan warna sesuai dengan tingkat kematangan buah naga merah yaitu pada hari ke-1 hingga ke-2 pada kondisi baru matang,

pada hari ke-3 hingga ke-6 pada kondisi masih matang dan pada hari ke-7 hingga ke-8 pada kondisi lewat matang. Hal ini terjadi pada indikator bromfenol biru maupun pada kombinasinya dengan bromtimol biru. Perbedaannya dengan pada penyimpanan suhu *chiller* yaitu terjadi masa simpan yang cukup lama, pada hari ke-1 hingga ke-5 pada kondisi baru matang, pada hari ke-6 hingga ke-10 pada kondisi masih matang dan pada hari ke-11 hingga ke-12 pada kondisi lewat matang.

Hasil analisis yang didapatkan perubahan total padatan terlarut akan semakin meningkat pada kondisi buah masih matang dan menurun pada kondisi buah lewat matang. Pada grafik didapatkan data jika TPT suatu buah yang semakin matang akan semakin meningkat. Setelah buah tersebut membusuk, maka tingkat kemanisan akan semakin menurun. Total padatan terlarut pada saat buah baru matang adalah 11,60%. Kadar gula buah naga sebesar 12,70% pada saat warna membran berubah menjadi hijau yaitu pada kondisi buah masih matang. Terjadi penurunan kadar gula menjadi sebesar 11,5% saat warna membran mulai hijau muda yaitu pada buah kondisi lewat matang atau membusuk. Penurunan kadar gula buah naga terus terjadi selama fase pembusukan pada hari ke-6 hingga hari ke-8. Kadar gula terendah terdapat pada hari ke-8, yaitu sebesar 7,47%. Perubahan kuantitatif terbesar yang dikaitkan dengan permukaan biasanya adalah pemecahan polimer-polimer karbohidrat, terutama yang sering adalah hampir seluruhnya konversi pati menjadi gula-gula. Hal ini mempunyai pengaruh ganda di dalam mengubah rasa dan tekstur produk. Suatu kematangan dapat diindikasikan pula dengan kadar gula. Total padatan terlarut memiliki hubungan yang erat dengan kadar gula. Apabila total padatan terlarut tinggi maka kadar gula akan tinggi pula. Total padatan terlarut akan sebanding dengan kadar gula terkandung pada buah. Semakin tinggi kadar gula, maka total padatan terlarut akan semakin meningkat [3]. Hal ini terjadi pada buah naga merah dengan penyimpanan suhu ruang maupun suhu *chiller*, hanya saja pada suhu *chiller* terjadi masa simpan yang lebih lama.

Pada tingkat keasaman suatu buah naga merah akan semakin basa ketika buah tersebut matang. Setelah adanya kenaikan nilai pH tersebut, maka akan terjadi penurunan nilai pH yang menandakan bahwa buah akan bertambah asam ketika buah tersebut semakin busuk. Penurunan tingkat keasaman yang semula 5,90

pada kondisi buah baru matang menurun keasamannya pada hari ke-3 yaitu 6,10 yaitu pada kondisi buah masih matang. Tingkat keasaman buah mulai meningkat kembali dikarenakan terjadi pembusukan yaitu paling tinggi terdapat pada hari ke-8 dengan nilai 4,60 yaitu pada buah kondisi lewat matang atau membusuk. Penurunan keasaman disebabkan kenaikan nilai TPT buah naga selama disimpan pada suhu ruang disebabkan oleh konversi pati menjadi gula-gula yang lebih sederhana, yaitu glukosa, sukrosa dan fruktosa. Peningkatan keasaman disebabkan oleh penimbunan asam hasil respirasi aerob dari gula sederhana tersebut membentuk CO₂ dan H₂O yang akan melepaskan asam selama disimpan dalam kemasan termodifikasi [5].

Berbeda halnya dengan tingkat kekerasan yang akan semakin menurun diakibatkan tekanan turgor yang semakin rendah sehingga mengakibatkan susut bobot meningkat akibat kandungan air yang semakin berkurang. Terbukti pada hari ke-1 hingga hari ke-2, terjadi penurunan kekerasan dari 0,24 mm/10s menjadi 0,32 mm/10s pada kondisi buah baru matang. Membran berubah warna menjadi hijau pada saat nilai kekerasan buah naga sebesar 0,40 mm/10s pada kondisi buah masih matang dan berubah lagi menjadi mulai hijau muda saat kekerasan buah naga sebesar 0,56 mm/10s pada kondisi buah lewat matang. Terjadinya penurunan kekerasan atau pelunakan buah pada proses pematangan diakibatkan oleh perubahan tekanan turgor sel. Perubahan turgor ini umumnya terjadi pada dinding sel. Salah satu senyawa penyusun dinding tersebut adalah pektin [3].

Pada penurunan bobot buah naga merah didapatkan data, pada buah kondisi baru matang bobot buah naga berkisar 610,835 dengan penurunan bobot buah sebesar 0,554%. Buah kondisi matang dengan bobot berkisar 605,758 dengan penurunan bobot sebesar 0,831% dan pada buah kondisi lewat matang atau membusuk bobot buah berkisar 597,213 dengan penurunan 2,220%. Semakin meningkatnya tingkat kematangan buah naga maka semakin menurun bobot buah naga tersebut disebabkan karena kadar air yang semakin menurun dari kondisi awal buah tersebut.

Dari grafik *sensory evaluation* didapatkan data jika pada suasana baru matang warna dari buah naga merah bernilai 1,10 yaitu sangat suka karena warna merah buah naga yang menarik baik di dalam buah maupun di luar

buah, rasa buah naga merah bernilai 2,20 yaitu suka karena rasanya yang sangat manis, aroma bernilai 3,03 yaitu biasa saja karena tidak berbau, mempunyai kelembutan bernilai 2,02 yaitu suka karena tekstur daging yang baik dan kadar air bernilai 2,20 karena mempunyai kandungan air yang cukup banyak.

Pada suasana masih matang warna dari buah naga merah bernilai 3,03 yaitu biasa saja karena warna merah buah naga yang semakin memudar, rasa buah naga merah bernilai 3,03 yaitu biasa saja karena rasanya yang cukup manis, aroma bernilai 3,03 yaitu biasa saja karena tidak berbau, mempunyai kelembutan bernilai 3,03 yaitu biasa saja karena tekstur daging yang mulai melunak dan kadar air bernilai 3,03 yaitu biasa saja karena kandungan air yang semakin berkurang.

Berbeda dalam keadaan lewat matang buah naga mempunyai warna buah bernilai 5,05 yaitu sangat tidak suka karena warna buah merah keunguan berbeda dengan kondisi awal dan terdapat noda-noda coklat di sekitarnya, rasa bernilai 5,05 yaitu sangat tidak suka karena rasanya yang asam, aroma bernilai 5,05 yaitu sangat tidak suka karena bau tidak sedap akibat meningkatnya produksi etanol, kelembutan bernilai 4,40 yaitu tidak suka karena tekstur yang sangat lunak dan kadar air bernilai 4,04 yaitu tidak suka karena produksi air menurun. *Sensory evaluation* dapat menyatakan tingkat kematangan buah naga merah sesuai dengan penilaian beberapa responden.

Simpulan dan Saran

Kesimpulan pada penelitian ini adalah Perubahan warna membran bromfenol biru dan kombinasinya dengan bromtimol biru mampu menunjukkan tingkat peningkatan kematangan buah naga merah selama penyimpanan pada suhu ruang dan suhu *chiller* diikuti dengan perubahan intensitas warna membran yang menurun, nilai TPT yang meningkat pada kondisi matang dan menurun pada kondisi lewat matang, nilai keasaman yang semakin

meningkat pada kondisi matang dan menurun pada kondisi lewat matang, nilai susut bobot yang semakin menurun dan nilai *sensory evaluation* yang semakin berarah pada penurunan kualitas buah.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Grup Chemo dan Bio Sensor Fakultas Farmasi Universitas Jember yang telah memberikan dukungan dalam pendanaan penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] Badan Standardisasi Nasional. Buah naga. Jakarta: Badan Standardisasi Indonesia; 2009.
- [2] Zainoldin KH. The effect of *Hylocereus polyrhizus* and *Hylocereus undatus* on physicochemical, proteolysis, and antioxidant activity in yogurt. BLS. 2012; 8(2): 93-98.
- [3] Paull. Dragon fruit: postharvest quality-maintenance guidelines. Manoa: Department of Tropical Plant and Soil Sciences University of Hawaii; 2014.
- [4] Shepherd K. and Gunner E. Packaging innovation for horticulture. Adelaide: Department of Primary Industries and Resources SA; 2005.
- [5] Ali A, N Zahid, S Manickam, Y Siddiqui, and PG Alderson. Double layer coatings: a new technique for maintaining physico-chemical characteristics and antioxidant properties of dragon fruit during storage. FBT. 2013; 6(12): 3295-3644.
- [6] Miller T. Carbon dioxide [Internet]. [Place unknown]: Fehrenbach and Associates; 2010 [22 September 2016]. Available from: <http://www.lentech.com/>
- [7] Kuswandi B. Sensor kimia teori, praktek, dan aplikasi. Jember: Jember University Press; 2010.