

Technical Paper

Kajian Penyimpanan Buah Naga (*Hylocereus costaricensis*) dalam Kemasan Atmosfer Termodifikasi

*Study of Dragon Fruit (*Hylocereus costaricensis*) Storage under Modified Atmosphere Packaging*

Sutrisno¹ dan Enggar Galih Mitayani Purwanto²

Abstract

*Modified atmosphere packaging (MAP) is an alternative technologies for foodstuff packaging, distribution and storage which resulting in products with an increased shelf-life. The principle of MAP is modifying the gas inside the packaging by using plastic or film with specific permeability. This technology will be tried to package dragon fruit (*Hylocereus costaricensis*) to prolong its shelf-life. The procedures are respiration rate measurement, determining O₂ and CO₂ composition of modified atmosphere packaging, and determining the type of packaging film. There are also observations made include the weight loss, hardness and color changes, total soluble solids, and organoleptic test. The result is respiration rate of dragon fruit at temperature 10°C, 15°C and ambient are 4.15 ml/kg.hour CO₂ and 3.95 ml/kg.hour O₂, 9.94 ml/kg.hour CO₂ and 8.75 ml/kg.hour O₂, 16.72 ml/kg.hour CO₂ and 16.72 ml/kg.hour O₂. The composition of the atmosphere that recommended for storage of dragon fruit is 2-4% O₂ and 6-8% CO₂ on 10°C and prolong the storage-life until 25 days with stretch film and styrofoam plate which dimension 12cm x 18cm.*

Keywords: *modified, atmosphere, packaging, dragon fruit*

Abstrak

Kemasan Atmosfer Termodifikasi (*Modified Atmosphere Packaging/MAP*) adalah teknologi alternatif untuk pengemasan, distribusi, dan penyimpanan bahan pangan dalam rangka meningkatkan daya simpannya. Prinsip MAP adalah modifikasi komposisi gas di dalam kemasan dengan menggunakan plastik film dengan permilabilitas tertentu. Teknologi ini dicoba untuk mengemas buah naga untuk memperpanjang umur simpannya. Prosedur penelitian diawali dengan pengukuran laju respirasi, penentuan komposisi gas O₂ dan CO₂ dari MAP, serta pemilihan jenis plastik pengemas yang sesuai. Pengukuran perubahan parameter mutu produk selama penyimpanan dilakukan terhadap susut bobot, kekerasan, perubahan warna, total padatan terlarut dan uji organoleptik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju respirasi buah naga pada suhu 10°C, 15°C dan suhu ruang, masing-masing adalah 4.15 ml/kg.jam untuk CO₂ dan 3.95 ml/kg.jam untuk O₂, 9.94 ml/kg.jam untuk CO₂ dan 8.75 ml/kg.jam untuk O₂, serta 16.72 ml/kg.jam untuk CO₂ dan 16.72 ml/kg.jam untuk O₂. Komposisi gas yang direkomendasikan untuk kemasan MAP buah naga adalah 2-4 % O₂ dan 6-8% CO₂ pada 10°C yang akan dapat memperpanjang umur simpan sampai 25 hari, dengan menggunakan plastik stretch film dan cawan styrofoam berdimensi 12 cm x 18 cm.

Kata kunci: MAP, umur simpan, buah naga, laju respirasi

Diterima: 06 Mei 2011; Disetujui: 09 September 2011

Pendahuluan

Buah naga merupakan salah satu jenis tanaman buah yang memiliki daya tarik tersendiri dimana buah tersebut memiliki rasa yang khas yaitu kombinasi unik antara manis dan asam menyegarkan. Pada umumnya buah naga dikonsumsi dalam bentuk buah segar sebagai penghilang dahaga dikarenakan kandungan air yang cukup tinggi, yaitu sebesar 83%

dan dengan kadar gula mencapai 18 briks. Selain itu, buahnya mengandung zat-zat yang berkhasiat menurunkan kolesterol, menyeimbangkan kadar gula dalam darah, membantu menjaga kesehatan mulut, mencegah keputihan, mencegah kanker usus, menguatkan fungsi ginjal, meningkatkan daya kerja otak, meningkatkan ketajaman mata serta dapat meringankan keluhan sembelit (Hardjadinata, 2010).

¹ Staf pengajar Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor. Email: kensutrisno@ipb.ac.id

² Alumni Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor

Buah naga mampu bertahan hingga 10 hari pada suhu ruang (Zee, 2004) dan untuk memperpanjang masa simpan buah ini, diperlukan kondisi tertentu namun tetap memperhatikan mutu buah saat dan setelah penyimpanan. Salah satu teknologi yang digunakan adalah dengan pengemasan atmosfer termodifikasi yang dikombinasikan dengan penyimpanan dingin. Dalam rangka upaya memperpanjang umur simpan dan mempertahankan mutu buah naga perlu adanya pengetahuan mengenai karakteristik pasca panen buah naga karena hingga saat ini karakteristik pasca panennya belum banyak diketahui. Oleh karena itu pada penelitian ini juga akan dilakukan penelitian mengenai studi karakteristik pasca panen buah naga.

Laju Respirasi

Buah dan sayuran tetap melakukan respirasi setelah pemanenan, dan sebagai akibatnya pengemasan harus masuk dalam perhitungan aktivitas respirasi. Produk yang dikeluarkan dari respirasi aerobik adalah CO₂ dan uap air, sedangkan produk fermentasi yaitu etanol, *acetaldehyde* dan asam organik juga dihasilkan selama respirasi anaerobik (Sivertsvik, 2002).

Laju respirasi merupakan petunjuk yang baik untuk daya simpan buah sesudah panen. Laju respirasi yang tinggi biasanya disertai oleh umur simpan yang pendek. Hal itu juga merupakan petunjuk laju kemunduran mutu dan nilainya sebagai bahan makanan (Phan, 1986).

Penyimpanan dalam Suhu Rendah

Dalam penanganan pasca panen, pendinginan diperlukan khususnya untuk buah yang tidak tahan lama untuk disimpan. Kondisi ini tidak hanya mengurangi aktivitas metabolisme buah tetapi juga untuk mencegah kebusukan buah (Ryall, 1982).

Nerd (1999) melaporkan bahwa buah naga putih (*Hylocereus undatus*) dipanen 28 sampai 30 hari setelah bunga mekar. Setelah penyimpanan dua minggu, buah naga masih dalam keadaan yang cukup baik pada suhu 14°C. Suhu penyimpanan buah naga yang direkomendasikan adalah 10°C dan pada 6°C mulai mengalami *chilling injury*.

Pengemasan dengan Atmosfer Termodifikasi

Pengemasan dengan atmosfer termodifikasi adalah pengemasan menggunakan plastik atau film dengan permeabilitas tertentu yang membatasi pertukaran gas sehingga mengubah kondisi atmosfer dalam kemasan (Beaudry, 2007).

Pengurangan konsentrasi O₂ atau peningkatan konsentrasi CO₂ dalam sistem atmosfer termodifikasi dapat menunda pemasakan buah, menekan laju respirasi dan produksi etilen, memperlambat proses pematangan buah dan memperlambat perubahan komposisi kimia buah yang berhubungan dengan proses pemasakan buah (Kader, 1985).

Bahan dan Metode

Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas buah naga *super red* (*Hylocereus costaricensis*) yang sudah matang, sehat, tidak cacat atau luka. Buah tersebut diperoleh dari PT. Wahana Cory, Ciapus dan Indian Hill, Sentul. Bahan lainnya meliputi plastik film, *styrofoam*, alkohol, lilin (malam), selang plastik ¼ inchi, wadah plastik, serta gas O₂, CO₂, dan N₂.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *continuous gas analyzer* untuk mengukur konsentrasi CO dan O₂, *rheometer*, *chromameter*, *refractometer*, timbangan digital, lemari pendingin, toples, dan pisau.

Metode Penelitian

Buah naga setelah disortasi, dibersihkan dan dicuci dengan *thiabendazole*, kemudian dimasukkan ke dalam toples dengan volume 3.3 liter. Tahap penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Pengukuran Laju Respirasi

Untuk mengetahui konsentrasi gas CO₂ dan O₂ maka dua selang pada tutup toples dihubungkan dengan *continuous gas analyzer*. Pengukuran konsentrasi gas CO₂ dan O₂ dilakukan setiap 3 jam pada hari pertama, 6 jam pada hari kedua, 12 jam pada hari ketiga, dan 24 jam pada hari selanjutnya. Data yang diperoleh pada pengukuran ini berupa perubahan konsentrasi gas O₂ dan CO₂ yang diukur pada suhu 5°C, 10°C dan 25°C. Laju respirasi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan yang dikembangkan oleh Mannaperumma dan Singh (1989):

$$R = \frac{V}{W} \times \frac{dx}{dt} \quad (1)$$

dimana :

R = laju respirasi (ml/kg.jam)

V = volume bebas (ml)

W = berat sampel (kg)

$\frac{dx}{dy}$ = perubahan konsentrasi gas terhadap waktu (% / jam)

2. Penentuan Komposisi O₂ dan CO₂ Kemasan Atmosfer Termodifikasi

Tahap ini dilakukan untuk menentukan komposisi atmosfer sehingga mutu penyimpanan buah naga optimum. Pengaturan kombinasi komposisi atmosfer dilakukan dengan mengatur debit gas O₂ dan CO₂ menggunakan *flowmeter*. Pengendalian konsentrasi gas pada setiap konsentrasi dilakukan setiap hari selama masa pengamatan. Pengamatan dan pengujian dari masing-masing perlakuan konsentrasi dilakukan tiap 2 hari sekali hingga buah sudah tidak dalam

kondisi baik. Pengamatan yang dilakukan meliputi susut bobot, uji kekerasan, total padatan terlarut, perubahan warna dan organoleptik.

3. Penentuan Jenis Film Kemasan

Jenis film kemasan ditentukan setelah percobaan kadar kombinasi O₂ dan CO₂ yang optimum diketahui. Di samping menggunakan jenis plastik film terpilih, plastik jenis lain dengan permeabilitas berbeda digunakan sebagai pembanding. Rancangan berupa berat produk optimal yang akan dikemas dapat diperoleh berdasarkan persamaan (2) sebagai berikut (Mannappeuma dan Singh, 1989):

$$R = \frac{P_y A (y_a - y)}{R_y b} = \frac{P_z A (z - z_a)}{R_z b} \quad (2)$$

dimana:

- W : berat bahan yang dikemas (kg)
- P_y : permeabilitas terhadap O₂ (ml.mil/m².jam pada tekanan 1 atm)
- P_z : permeabilitas terhadap CO₂ (ml. mil/m².jam pada tekanan 1 atm)
- y_a : konsentrasi O₂ udara normal (desimal)
- y : konsentrasi O₂ dalam kemasan (desimal)
- A : luas permukaan kemasan (m²)
- z_a : konsentrasi CO₂ udara normal (desimal)
- z : konsentrasi CO₂ dalam kemasan

(desimal)

- R_y : laju konsumsi O₂ (ml/kg.jam)
- R_b : laju konsumsi CO₂ (ml/kg.jam)
- b : tebal kemasan (mil)

Pengukuran terhadap konsentrasi O₂ dan CO₂ dilakukan setiap hari, sedangkan pengamatan susut bobot, kekerasan, total padatan terlarut, perubahan warna dan uji organoleptik dilakukan tiap dua hari sekali hingga buah dalam keadaan tidak optimal. Setiap perlakuan dilakukan dalam 2 kali ulangan.

Hasil dan Pembahasan

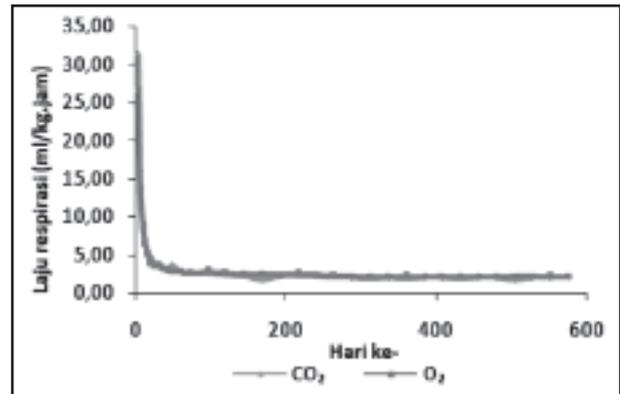
Laju Respirasi Buah Naga

Pengukuran laju respirasi buah naga dengan suhu yang berbeda dilakukan untuk mengetahui suhu optimal penyimpanan buah naga. Laju respirasi yang rendah biasanya diikuti dengan umur simpan yang panjang. Pengukuran dilakukan dalam toples yang ditutup rapat dan disimpan pada suhu 10°C, 15°C dan suhu ruang.

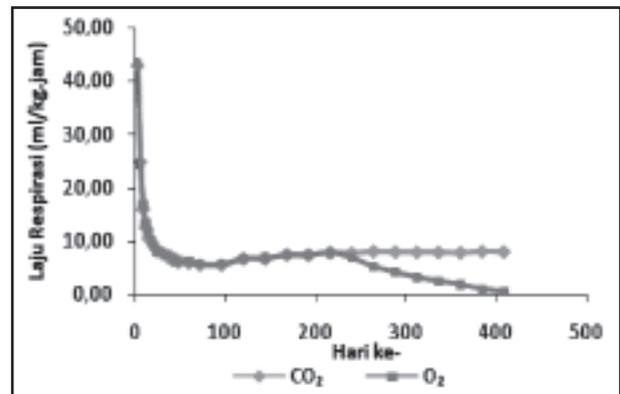
Berat rata-rata buah naga yang digunakan dalam pengukuran laju respirasi ini adalah 0.346 kg dengan volume bebas dalam toples 2947.017 ml atau sebesar 89.3%. Dari pengukuran, diperoleh konsentrasi O₂ dan CO₂ dalam interval waktu yang telah ditentukan di dalam toples. Perubahan laju produksi CO₂ dan laju konsumsi O₂ buah naga disajikan dengan grafik dalam Gambar 1-3.

Pada suhu 10°C laju produksi CO₂ dan konsumsi O₂ secara berturut-turut adalah 4.15 ml/kg.jam dan 3.95 ml/kg.jam serta dapat bertahan hingga hari ke-24. Pada suhu 15°C laju produksi CO₂ dan konsumsi O₂ secara berturut-turut adalah 9.94 ml/kg.jam dan 8.75 ml/kg.jam serta dapat bertahan hingga hari ke-17. Pada suhu ruang laju produksi CO₂ dan konsumsi O₂ secara berturut-turut adalah 16.72 ml/kg.jam dan 16.72 ml/kg.jam serta dapat bertahan hingga hari ke-6.

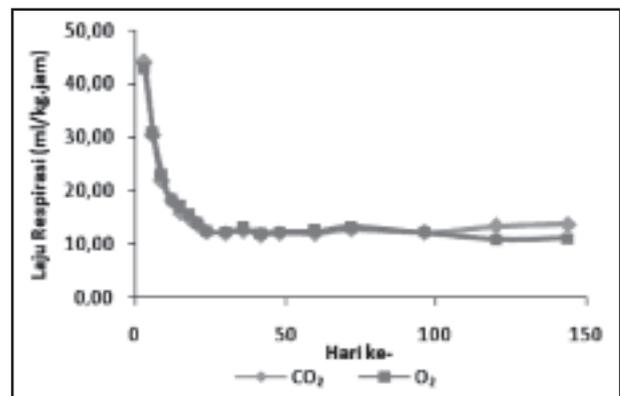
Semakin rendah suhu penyimpanan buah maka buah tersebut akan memiliki masa simpan



Gambar 1. Laju Produksi Co₂ Dan Laju Konsumsi O₂ Buah Naga Pada Suhu 10°C



Gambar 2. Laju produksi CO₂ dan laju konsumsi O₂ buah naga pada suhu 15°C



Gambar 3. Laju produksi CO₂ dan laju konsumsi O₂ buah naga pada suhu ruang

Tabel 1. Berat optimal buah naga untuk kemasan *stretch film*

Konsentrasi	Tebal film (mil)	Permeabilitas (ml.mil/m ² .jam.atm)	Luas kemasan (m ²)	Laju respirasi (ml/kg.jam)	Berat (kg)
2% O ₂	0.57	342	0.0216	3.95	0.623
4% O ₂	0.57	342	0.0216	3.95	0.558
6% CO ₂	0.57	888	0.0216	4.15	0.487
8% CO ₂	0.57	888	0.0216	4.15	0.649

Tabel 2. Berat optimal buah naga untuk kemasan *polypropylene*

Konsentrasi	Tebal film (mil)	Permeabilitas (ml.mil/m ² .jam.atm)	Luas kemasan (m ²)	Laju respirasi (ml/kg.jam)	Berat (kg)
2% O ₂	1.14	265	0.0144	3.95	0.161
4% O ₂	1.14	265	0.0144	3.95	0.144
6% CO ₂	1.14	364	0.0144	4.15	0.066
8% CO ₂	1.14	364	0.0144	4.15	0.089

yang lebih panjang. Tetapi hal ini dibatasi oleh adanya suhu aman penyimpanan agar buah tidak mengalami *chilling injury*. Suhu di bawah 0°C tidak cocok untuk penyimpanan buah karena pada suhu tersebut air yang terkandung di dalam buah akan membeku. Ketika buah kemudian diletakkan pada suhu ruang, air yang membeku akan mencair tetapi pori buah tetap membesar akibat pembekuan air sehingga menyebabkan kerusakan pada buah.

Dari grafik dapat dilihat bahwa pola laju respirasi buah naga pada suhu 10°C, 15°C dan suhu ruang memiliki pola yang hampir sama. Perbedaannya ada pada besarnya laju respirasi dan masa simpan buah naga pada suhu tersebut.

Semua grafik laju respirasi buah naga tidak menunjukkan adanya puncak klimakterik pada saat pengujian. Hal ini menunjukkan bahwa buah naga termasuk buah non klimakterik. Pada pasca panennya, buah dengan pola laju respirasi non

klimakterik setelah dipetik tidak dapat dilakukan pemeraman untuk mencapai masa kematangannya. Untuk itu diperlukan pemanenan pada tingkat kematangan optimum buah.

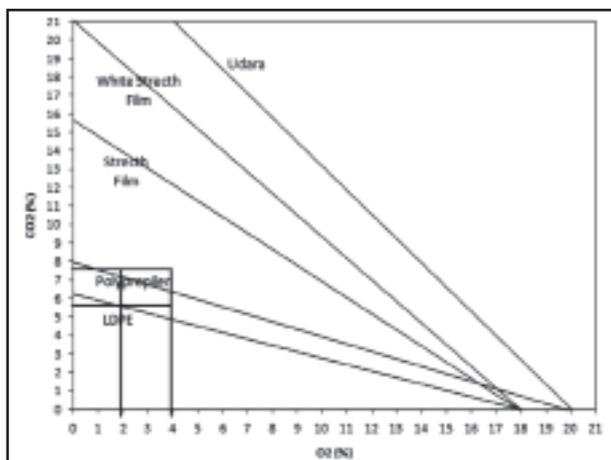
Penentuan Komposisi O₂ dan CO₂ Kemasan Atmosfer Termodifikasi

Berdasarkan penelitian pada tahap sebelumnya, maka suhu penyimpanan optimum yang digunakan untuk menentukan komposisi atmosfer termodifikasi buah naga adalah suhu 10°C. Komposisi atmosfer yang diujikan pada tahap ini adalah (1) 2-4% O₂ dan 6-8% CO₂, (2) 2-4% O₂ dan 4-6% CO₂, (3) 4-6% O₂ dan 6-8% CO₂, (4) 21% O₂ dan 0.03% CO₂ sebagai kontrol. Parameter yang diamati adalah laju susut bobot, kekerasan, total padatan terlarut, perubahan warna (nilai L dan a), dan uji organoleptik.

Penentuan Jenis Film Kemasan

Dalam menentukan jenis film kemasan terpilih, mutu kritis yang digunakan adalah uji organoleptik karena perlakuan komposisi gas tidak berpengaruh nyata pada kondisi buah naga selama penyimpanan. Nilai uji organoleptik yang dipilih adalah yang di atas penerimaan konsumen (nilai 3.0), dan dari parameter ini diputuskan bahwa penyimpanan dengan komposisi 2-4% O₂ dan 6-8% CO₂ menjadi komposisi terpilih dan akan digunakan untuk menentukan jenis film kemasan yang digunakan pada tahap berikutnya.

Dengan memplotkan nilai komposisi terpilih pada kurva film hasil penelitian Gunadnya (1993) seperti pada Gambar 4. Berdasarkan kurva tersebut maka *stretch film* (sf) dan *polypropilen* (pp) dipilih menjadi film kemasan yang akan diujikan. Dua kemasan ini biasa digunakan di supermarket atau pedagang buah untuk mengemas buah naga.



Gambar 4. Komposisi gas terpilih untuk buah naga pada kurva film kemasan (Gunadnya, 1993)

Uji Validasi Kemasan

Kemasan atmosfer termodifikasi yang digunakan adalah MAP pasif dimana kesetimbangan komposisi O₂ dan CO₂ yang diinginkan tidak dikontrol pada awal pengemasan. Kesetimbangan mengandalkan permeabilitas dari film yang digunakan. Untuk uji validasi kemasan sebelumnya dilakukan perancangan kemasan. Dalam perancangan kemasan diperlukan ukuran wadah kemasan yang digunakan dan berat optimum buah naga yang akan dikemas pada masing-masing kemasan.

Berat optimum buah naga yang dikemas dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan (3) Mannappeuma et al., (1989). Data yang digunakan dalam Persamaan (3) tersebut adalah tebal masing-masing kemasan, permeabilitas kemasan, luas kemasan yang digunakan seesuai yang dijual di pasaran, laju respirasi terukur pada perlakuan laju respirasi sehingga diperoleh berat buah naga yang akan dikemas dengan atmosfer termodifikasi.

Pemilihan berat buah dari hasil perhitungan dipilih yang dapat diperoleh di kebun buah naga. Kemasan *stretch film* dipilih berat buah naga sekitar 0.649 kg sehingga satu kemasan berisi dua buah naga grade B (±300 gram). Kemasan *polypropylene* dipilih berat buah naga sekitar 0.161 kg sehingga satu kemasan berisi satu buah saja. Untuk menyesuaikan ukuran untuk buah naga dalam *polypropylene* maka digunakan buah naga dengan grade C (±200 gram). Hasil perhitungan berupa berat optimum buah untuk kemasan *stretch film* dan *polypropylene* dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Penyimpanan Buah Naga dalam Kemasan Atmosfer Termodifikasi dengan Film Terpilih

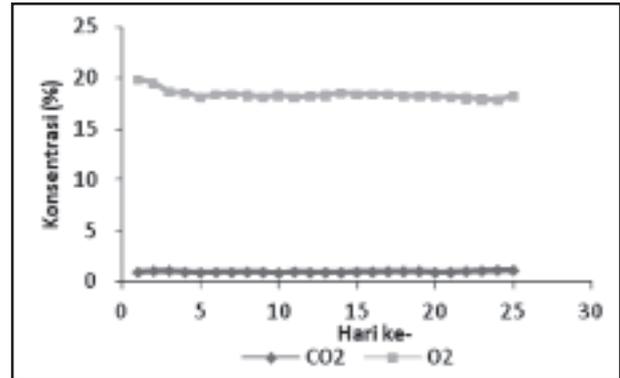
Buah naga diletakkan di atas *styrofoam* dan dikemas menggunakan plastik *stretch film* dan *polypropylene*. untuk menghindari kebocoran udara antara *styrofoam* dan plastik *pp* maka digunakan isolasi sebagai perekat. Pengemasan yang kurang rapat dapat menyebabkan gas CO₂ dan O₂ dalam kemasan terpengaruh oleh komposisi gas ruangan. Untuk kemasan *stretch film* digunakan mesin *wrapping* sebagai alat bantu membungkus sehingga pengemasan lebih cepat dan rapat.

Pengamatan dilakukan hingga uji organoleptik mencapai batas penolakan konsumen. Parameter yang diamati pada perlakuan ini terdiri atas susut bobot, kekerasan, total padatan terlarut, perubahan warna dan uji organoleptik. Setiap hari juga dilakukan pengukuran terhadap konsentrasi CO₂ dan O₂ dalam kemasan untuk mengetahui apakah komposisi atmosfer yang diinginkan (2-4% O₂ dan 6-8% CO₂) tercapai.

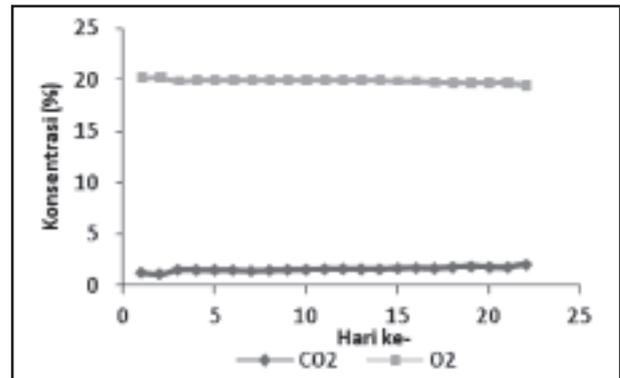
Perubahan Konsentrasi CO₂ dan O₂ dalam Atmosfer Kemasan

Buah naga dikemas dengan dua jenis film kemudian disimpan pada suhu terpilih (10°C). Pada

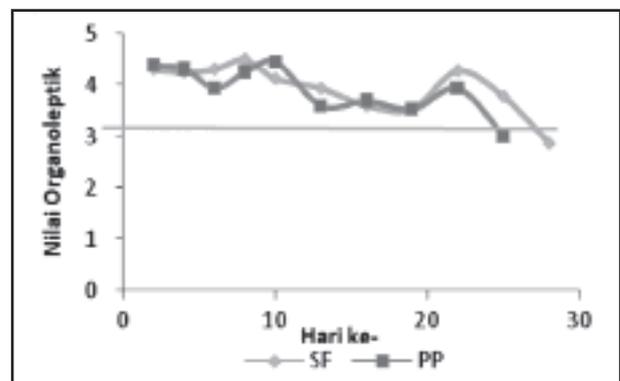
kemasan *polypropylene* tampak titik-titik embun setelah disimpan beberapa saat dalam refrigerator. Hal ini disebabkan oleh transmisi uap air untuk kemasan *polypropylene* (3.8 g/m²/hari) lebih kecil daripada transmisi uap air kemasan *stretch film* (21 g/m²/hari) sehingga uap air sebagai hasil dari proses respirasi tidak berhasil menembus keluar kemasan. Keadaan yang lembab ini dapat mempercepat kerusakan pada buah karena mikroorganisme. Tidak demikian dengan yang terjadi pada kemasan *stretch film*. Grafik perubahan konsentrasi CO₂ dan



Gambar 5. Perubahan konsentrasi CO₂ dan O₂ pada kemasan *stretch film* selama penyimpanan



Gambar 6. Perubahan konsentrasi CO₂ dan O₂ pada kemasan *polypropylene* selama penyimpanan



Gambar 7. Penilaian panelis terhadap organoleptik keseluruhan buah naga pada dua jenis kemasan selama pengujian

O₂ dalam dua kemasan yang diujikan dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa konsentrasi CO₂ meningkat dan O₂ berkurang selama penyimpanan dikarenakan oleh respirasi yang masih terjadi pada buah. Untuk kemasan *stretch film*, konsentrasi CO₂ sedikit meningkat kemudian stabil di kisaran angka 1% dan tidak mencapai konsentrasi gas yang diinginkan. Tidak demikian dengan kemasan *polypropylene* yang peningkatan konsentrasi CO₂-nya meningkat hingga akhir batas penolakan konsumen dan mencapai konsentrasi gas yang diinginkan yaitu mencapai 2.08%. Pada kedua kemasan, konsentrasi O₂ tidak mencapai konsentrasi yang diinginkan.

Secara umum tidak optimalnya pengukuran perubahan konsentrasi ini dapat dikarenakan terjadi kebocoran pada kemasan meskipun hal itu sudah diantisipasi, kebocoran gas pada saat pengukuran konsentrasi gas dan kebocoran pada *continues gas analyzer* mengingat alat sudah tidak berfungsi maksimal.

Pada pengamatan susut bobot, kekerasan, total padatan terlarut, dan perubahan warna dengan menggunakan analisis sidik ragam tidak terlihat perlakuan kemasan/film berpengaruh nyata terhadap parameter yang diujikan. Dari pengamatan dan grafik dua hari sekali menunjukkan bahwa *stretch film* dan *polypropylene* memiliki perubahan yang hampir sama sehingga digunakan parameter kritis yaitu organoleptik.

Pengujian organoleptik menggunakan 4 parameter mutu buah naga yaitu warna kulit buah, warna daging buah, kekerasan dan rasa. Dalam penelitian ini diambil nilai penolakan konsumen sebesar 3.0. Hasil penilaian panelis terhadap buah naga secara keseluruhan adalah seperti yang terdapat pada Gambar 7.

Dari penilaian konsumen, penolakan *stretch film* dan *polypropylene* sangat dipengaruhi faktor warna kulit buah. Hal ini dikarenakan buah yang digunakan dalam penelitian adalah buah utuh yang mengandalkan penampilan eksternal untuk menarik minat konsumen. Kekerasan buah naga tidak terlalu mempengaruhi penilaian panelis karena kulit buah naga yang tebal sehingga cukup melindungi daging buah. Dalam segi rasa, buah naga super red memiliki tingkat kemanisan (% Brix) yang cukup tinggi.

Kesimpulan

1. Dengan melihat pola laju respirasinya, buah naga termasuk buah non klimakterik.
2. Laju respirasi buah naga pada suhu 10°C, 15°C dan suhu ruang adalah 4.15 ml/kg.jam CO₂ dan 3.95 ml/kg.jam O₂, 9.94 ml/kg.jam CO₂ dan 8.75 ml/kg.jam O₂, 16.72 ml/kg.jam CO₂ dan 16.72 ml/kg.jam O₂.

3. Komposisi atmosfer yang disarankan untuk penyimpanan buah naga adalah 2-4% O₂ dan 6-8% CO₂ pada suhu penyimpanan 10°C.
4. Jenis film kemasan *stretch film* menghasilkan buah naga yang lebih baik.
5. Buah naga dengan berat 0.65 kg yang dikemas menggunakan *stretch film* pada wadah *styrofoam* berukuran 12 cm x 18 cm masih dapat diterima konsumen hingga hari ke-25 pada suhu penyimpanan 10°C.

Daftar Pustaka

- Beaudry, Randolph. 2007. Modified Atmosphere Packaging as a Basic for Active Packaging. Dalam: Wilson, CL. (ed). Active Packaging for Fruits and Vegetables. New York : CRC Press.
- Gunadnya IBP. 1993. Pengkajian Penyimpanan Salak Segar dalam Kemasan Film dengan *Modified Atmosphere* [tesis]. Bogor: Program Studi Teknologi Pasca Panen, Institut Pertanian Bogor.
- Hardjadinata S. 2010. *Budidaya Buah Naga Super Red Secara Organik*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Kader AA. 1985. Postharvest Biology and Technology an Overview. Dalam Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California, Division of Agricultural and Natural Resources. 3-7p.
- Mannappeuma JD, Singh RP. 1989. Modelling of Gas Exchange in Polymeric Package of Fruit and Vegetables. Paper for ASAE Winter Meeting. Chicago, Illinois, USA, 12-13 Desember 1990.
- Nerd A, Gutman F, Mizrahi. 1999. Ripening and postharvest behaviour of fruits of two *Hylocereus* species (Cactaceae). Postharv. Biol. Technol 17: 39-45.
- Phan CT, Pantastico EB, Ogata K, Chachin K. 1986. Respirasi dan Puncak Respirasi. Dalam: Pantastico, EB. (ed). Fisiologi Pasca Panen, Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayur-sayuran Tropika dan Subtropika. Kamariyani, penerjemah. Yogyakarta : Gadjah Mada Press.
- Ryall AL, Pentzer WT. 1982. Fruit Physiology After Harverst. Dalam *Handling, Transportation and Storage of Fruits and Vegetables*. Connecticut: AVI Publishing Co. Inc.
- Sivertsvik M, Rosnes JT, Bergslien H. 2002. Modified Atmosphere Packaging. Dalam *Minimal Processing Technologies in the Food Industry*. England: Woodhead Publishing Limited.
- Zee F, Yen CR, Nishina M. 2004. Pitaya (Dragon Fruit, Strawberry Pear). College of Tropical Agriculture and Human Resources. University of Hawai'i at Mānoa.