

APLIKASI MINYAK NABATI SEBAGAI COATING PADA IRISAN WORTEL (*Daucus carota*) BEKU DAN PERUBAHAN MUTU SELAMA PENYIMPANAN

APPLICATION VEGETABLE OIL AS A COATING ON THE FREEZ SLICES CARROT (*Daucus carota*) AND THE QUALITY CHANGES DURING STORAGE

Priska Wisudawaty*, Sugiarto*, Chilwan Pandji*

¹⁾Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Kotak Pos 220, Bogor 16680, Indonesia.
Email: wisudawaty.prisca03@gmail.com

ABSTRACT

Carrot is highly perishable commodity due to respiration. This process can decompose the macro molecule into carbon dioxide, water, and other micro molecule. This decomposing will lead to softening of tissue. This damage could be reduced by fast freezing and then stored under frozen. The research was aimed to know the effect of freezing time and the kind of oil used as coating on color, texture, weight loss and total dissolved solids of the slice carrot during storage. The result of this study showed that oil gave significant effect on the quality of carrot. The best oil for coating was corn oil that gave weight up to 0.06%, total dissolved solid in the range 4 to 6 brix, color of 67 till 69 Hue, violence in between of 1.30 and 3.50 mm/s, and it was favored by consumers even after 54 day storage.

Keywords : coating, frozen carrot, oil

ABSTRAK

Wortel merupakan komoditi yang bersifat mudah rusak karena respirasi. Respirasi tersebut dapat merubah makromolekul menjadi karbondioksida, air dan mikromolekul lainnya yang dapat mengakibatkan pelunakan jaringan. Kerusakan jaringan ini dapat dikurangi dengan pembekuan cepat dan simpan beku. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu pembekuan dan jenis minyak yang digunakan sebagai pelapis/coating pada warna, kekerasan, susut bobot dan total padatan terlarut selama penyimpanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak memberikan pengaruh yang signifikan pada kualitas wortel. Minyak yang terbaik untuk coating adalah minyak jagung yang memiliki nilai susut hingga 0.06%, total padatan terlarut berkisar 4-6 Brix, warna 67-69 Hue, dan kekerasan diantara 1.30-3.50 mm/s, dan disukai oleh konsumen bahkan setelah 54 hari penyimpanan

Kata kunci: pelapis, wortel beku, minyak

PENDAHULUAN

Wortel (*Daucus carota*) merupakan tanaman yang dapat ditanam sepanjang tahun. Sayuran ini banyak diminati masyarakat karena memiliki kandungan gizi yang diperlukan oleh tubuh terutama β -karoten yang akan diubah menjadi vitamin A yang sangat penting untuk fungsi retina. Selain itu, β -karoten dapat juga sebagai pelindung terhadap kanker karena dapat berperan sebagai antioksidan. Wortel termasuk kedalam komoditas pertanian yang mudah rusak karena sebagai substrat bagi mikroorganisme, terjadi respirasi yang dapat merubah makromolekul menjadi mikromolekul yang dapat mengakibatkan pelunakan jaringan sehingga memerlukan penanganan khusus agar susut bobot dan mutu dapat diminimalisir salah satunya adalah dengan penyimpanan beku. Penyimpanan dingin merupakan hal yang penting dalam penanganan wortel, suhu digunakan dapat memperpanjang masa simpan dan mempertahankan kualitas gizi wortel. Wortel beku

mempunyai banyak keuntungan jika dibandingkan dengan produk segar dalam bentuk lainnya, antara lain menghemat waktu penyiapan, menghemat tenaga karena makanan siap dimasak dan disajikan.

Proses pembekuan dan penyimpanan beku menyebabkan kehilangan air yang tinggi, keriput, dan tekstur yang lunak. Oleh karena itu, perlu usaha untuk menekan kehilangan air yaitu dengan cara pelapisan atau coating. Pelapisan irisan wortel beku dengan coating merupakan salah satu cara untuk mempertahankan kesegaran wortel sekaligus dapat memperlambat proses pengerutan kulit yang diakibatkan oleh menguapnya sebagian besar air yang terkandung dalam wortel tersebut. Proses coating ini dapat dilakukan dengan menggunakan jenis minyak.

Penelitian ini bertujuan untuk (i) mengetahui pengaruh kecepatan pembekuan terhadap suhu, dan (ii) mengetahui pengaruh coating wortel iris menggunakan minyak sawit, kelapa, kedelai dan jagung terhadap perubahan mutunya selama penyimpanan.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

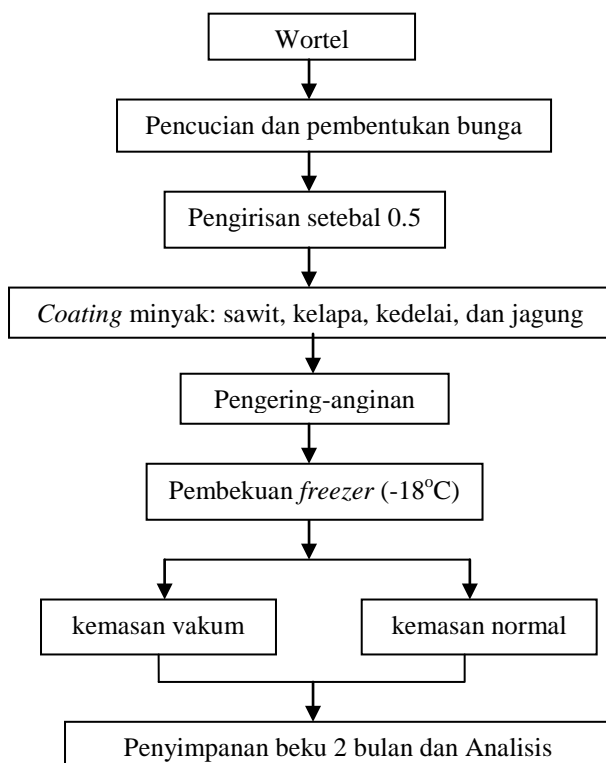
Bahan yang digunakan adalah wortel segar, minyak sawit, minyak kelapa, minyak kedelai, minyak jagung, plastik PP, lap, dan *aluminium foil*. Bahan kimia yang digunakan adalah benzena, katalis, H_2SO_4 , NaOH, akuades, alkohol, CO_2 kering.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisau, penggaris, *cooler box*, *tray*, erlenmeyer, gelas piala, timbangan, pipet, biuret, chromameter (Minolta CR-200), refraktometer, penetrometer digital, lemari es, sarung tangan, masker dan lain-lain.

Metode

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk membekukan wortel iris yang telah dilapisi dengan minyak. Dua teknik pembekuan yang dicobakan yaitu pembekuan menggunakan *freezer* ($-18^\circ C$) dan pembekuan menggunakan CO_2 kering. Kecepatan pembekuan dibandingkan untuk memperoleh teknik pembekuan terbaik.

Pada penelitian utama dilakukan *coating* wortel iris beku dengan jenis minyak. Wortel berdiameter ± 2 cm dicuci dan dibersihkan lalu dibentuk bunga. Setelah itu di iris dengan ketebalan 0.5 cm. Wortel iris dilapisi minyak sayur. Empat jenis minyak yang digunakan yaitu minyak sawit, kelapa, kedelai, dan jagung. Pelapisan irisan wortel dilakukan dengan cara mencelupkan wortel iris kedalam larutan pelapis kemudian ditiriskan dan dikering-anginkan. Wortel terlapis minyak kemudian dibekukan dengan menggunakan *freezer* ($-18^\circ C$). Wortel beku dikemas dengan plastik PP pada dua kondisi vakum dan normal dan disimpan selama 2 bulan. Perubahan mutu diamati setiap minggu terhadap susut bobot penyimpanan, kekerasan, total padatan terlarut, dan warna serta uji organoleptik yang terdiri dari dua bagian yaitu *thawing* dan *stap* dan diamati warna, aroma dan tekstur.



Gambar 1. Diagram alir tahapan penelitian utama

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan 2 kali ulangan. Untuk faktor A memiliki 4 taraf yaitu perlakuan jenis minyak: sawit, kelapa, kedelai, dan jagung. Kontrol (tanpa minyak) disiapkan untuk pembandingan. Sedangkan faktor B terdiri dari 2 taraf yaitu kemasan vakum dan normal.

Model yang digunakan untuk design rancangan acak lengkap adalah :

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Dengan $i=1,2,\dots,a$; $j=1,2,\dots,b$; $k=1,2,\dots,r$

dimana :

- Y_{ij} : Variasi pengaruh hasil pengulangan yang terjadi karena pengaruh bersama taraf ke-i faktor A (jenis minyak) dan taraf ke-j faktor b (kemasan)
- μ : Nilai rata-rata sebenarnya
- A_i : Pengaruh taraf ke-i jenis minyak
- B_j : Pengaruh taraf ke-i faktor kemasan
- $(AB)_{ij}$: Pengaruh interaksi taraf ke-i faktor A (jenis minyak) dan taraf ke-j faktor b (kemasan)
- ε_{ij} : Pengaruh galat percobaan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian Pendahuluan

Hasil percobaan "*trial and error*" proses pembekuan diperoleh kondisi pembekuan terbaik yaitu dengan menggunakan *freezer* ($-18^\circ C$). Hal ini dikarenakan metode menggunakan *freezer* ($-18^\circ C$) membutuhkan waktu pembekuan yang singkat dibandingkan menggunakan CO_2 kering, suhu menggunakan *freezer* ($-18^\circ C$) dicapai, hasil pembekuan irisan wortel seragam, penampakan permukaan lebih baik menggunakan *freezer* ($-18^\circ C$), dan apabila menggunakan CO_2 kering perbandingan komposisi antara wortel dengan CO_2 kering lebih banyak CO_2 kering. Oleh karena itu, pada penelitian utama dilakukan aplikasi *coating* berbagai jenis minyak pada irisan wortel beku dengan menggunakan *freezer* ($-18^\circ C$).

Irisan wortel yang telah di *coating*, kemudian dilakukan pembekuan pada *freezer* ($-18^\circ C$) selama 10-15 jam. Lamanya waktu pembekuan dapat mengakibatkan pencegahan pertumbuhan mikroba dan penghambatan aktivitas enzim juga berlangsung lambat. Setelah dibekukan, pada irisan wortel terlihat seperti adanya lemak yang menempel dan terbentuk kristal es yang berukuran besar yang dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan jaringan. Sedangkan kondisi irisan wortel beku setelah di *thawing* memiliki karakteristik berbeda dengan wortel segar yaitu irisan wortel beku memiliki tekstur yang lebih lunak dan kenyal. Hal ini terjadi karena suhu pembekuan yang kurang rendah dan waktu pembekuan yang tergolong relatif lambat sehingga dapat menyebabkan kerusakan jaringan dan hilangnya tekanan turgor pada irisan wortel. Pada pembekuan terjadi perubahan kandungan air menjadi kristal es. Bila terjadi pertumbuhan kristal es yang lebih cepat daripada pembentukan inti kristal es, maka akan terjadi osmodehidrasi pada sel, yang mampu merusak vakuola dan dinding sel sehingga menyebabkan

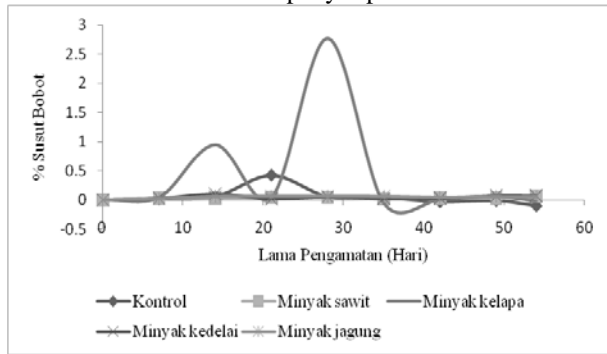
kerusakan struktur sel dan penurunan tingkat kekerasan sel. Akibat rusaknya jaringan irisan wortel, menyebabkan hilangnya *water holding capacity* yang menghasilkan cairan atau *drip*, yang tidak dapat diserap kembali oleh jaringan irisan wortel beku.

Penelitian utama

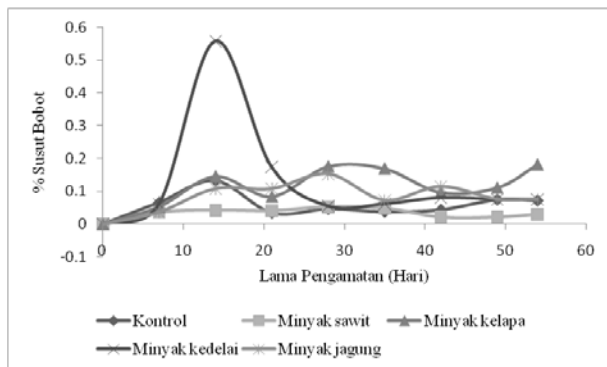
Penentuan perubahan mutu irisan wortel beku selama penyimpanan didasarkan atas perlakuan *coating* berbagai jenis minyak (sawit, kelapa, kedelai, dan jagung) dan kemasan (vakum dan normal). Karakteristik irisan wortel beku yang diamati dalam penelitian ini adalah susut bobot, kekerasan, total padatan terlarut dan warna.

a. Susut Bobot

Berikut ini merupakan grafik perubahan susut bobot irisan wortel beku selama penyimpanan.



(a)



(b)

Gambar 2. Grafik perubahan susut bobot irisan wortel beku dalam kemasan (a) vakum dan (b) normal selama penyimpanan

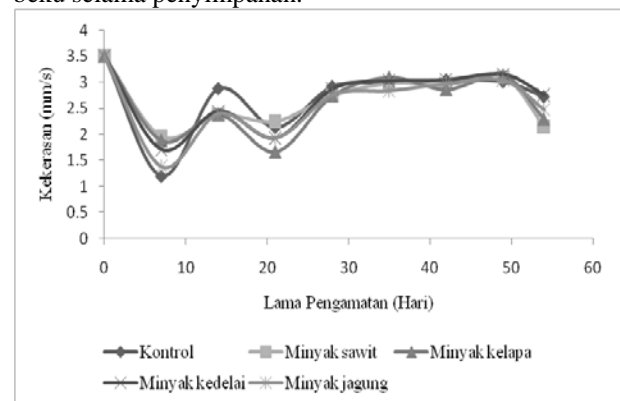
Perubahan susut bobot yang semakin tinggi menunjukkan bahwa tingkat kesegaran bahan pertanian sudah semakin berkurang. Berdasarkan hasil analisis ragam, diketahui bahwa perlakuan *coating* minyak memberikan pengaruh nyata terhadap susut bobot irisan wortel beku. Sedangkan penggunaan kemasan, interaksi kemasan dengan minyak tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap susut bobot yang dimiliki oleh irisan wortel beku. Berdasarkan uji lanjut Duncan, penggunaan minyak kelapa memberikan pengaruh nyata terhadap susut bobot irisan wortel beku pada penggunaan minyak kedelai, minyak jagung dan minyak sawit.

Penyebab utama susut bobot hasil pertanian adalah kehilangan air atau transpirasi selama penyimpanan dan dapat juga disebabkan oleh terjadinya evaporasi. Penyimpanan irisan wortel beku di *freezer* akan kehilangan air karena udara di dalam ruang pendingin terlalu kering (RH-nya rendah) maka air dari wortel yang ada diruang pendingin akan menguap untuk mencapai keseimbangan dan wortel memiliki kadar air yang tinggi sehingga terjadi evaporasi. Akibatnya, terjadi pengerutan atau layu, pengeringan, pengerasan dan susut bobot. Hal ini diperjelas oleh Santoso (2006) yang menyatakan bahwa kehilangan air dari komoditas selain dipengaruhi oleh suhu dipengaruhi juga oleh kelembaban udara, komposisi udara, polutan dan cahaya. Susut bobot yang berlebihan dari komoditas menyebabkan pelayuan dan pengeriputan sehingga kesegarannya pun berkurang.

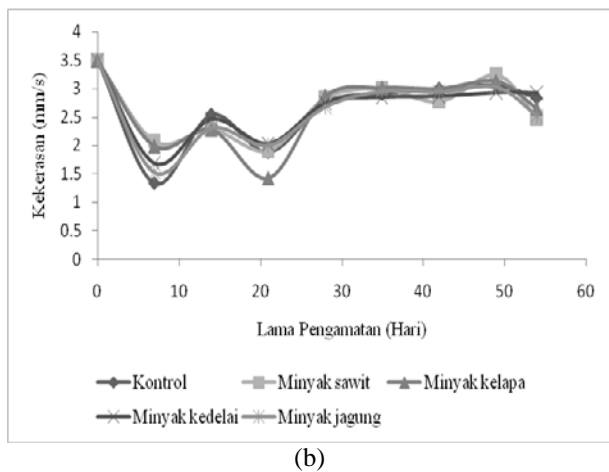
Pada Gambar 2 diperoleh rata-rata susut bobot tertinggi yaitu pada irisan wortel dengan menggunakan *coating* minyak kelapa, sedangkan rata-rata susut bobot terendah yaitu pada irisan wortel beku dengan menggunakan *coating* minyak sawit, hal itu dikarenakan tebalnya lapisan minyak sawit yang menempel pada irisan wortel sehingga sulit ditembus oleh air. Produk terbaik berdasarkan perubahan susut bobot pada Gambar 2 adalah irisan wortel beku dengan menggunakan perlakuan *coating* minyak sawit yang memiliki penurunan susut bobot 0.15% masih bagus dan secara organoleptik masih dapat diterima konsumen pada masa simpan 54 hari.

b. Kekerasan

Berdasarkan hasil analisis ragam diketahui bahwa perlakuan *coating* minyak memberikan pengaruh nyata terhadap kekerasan irisan wortel beku. Sedangkan penggunaan kemasan dan interaksi antara minyak dengan kemasan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kekerasan irisan wortel beku. Berdasarkan uji lanjut Duncan perlakuan minyak kedelai, kontrol, dan minyak sawit memberikan pengaruh yang nyata terhadap kekerasan irisan wortel beku pada perlakuan *coating* minyak lainnya. Namun, untuk perlakuan dengan minyak kelapa dan minyak jagung tidak memberikan pengaruh yang nyata. Berikut ini merupakan grafik perubahan kekerasan irisan wortel beku selama penyimpanan.



(a)



Gambar 3 Grafik perubahan kekerasan irisan wortel beku dalam kemasan (a) vakum dan (b) normal selama penyimpanan

Berdasarkan hasil analisis ragam diketahui bahwa perlakuan *coating* minyak memberikan pengaruh nyata terhadap kekerasan irisan wortel beku. Sedangkan penggunaan kemasan dan interaksi antara minyak dengan kemasan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kekerasan irisan wortel beku. Berdasarkan uji lanjut Duncan perlakuan minyak kedelai, kontrol, dan minyak sawit memberikan pengaruh yang nyata terhadap kekerasan irisan wortel beku pada perlakuan *coating* minyak lainnya. Namun, untuk perlakuan dengan minyak kelapa dan minyak jagung tidak memberikan pengaruh yang nyata.

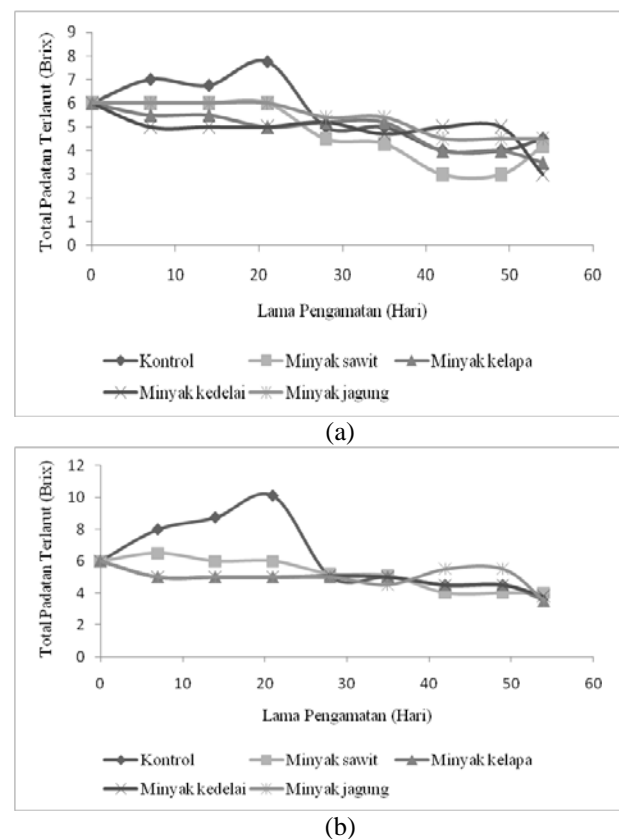
Pada Gambar 3 diperoleh rata-rata tertinggi yaitu terdapat pada irisan wortel beku dengan menggunakan minyak kedelai, sedangkan rata-rata terendah yaitu terdapat pada irisan wortel beku dengan menggunakan minyak jagung. Selama penyimpanan perubahan kekerasan meningkat atau dengan kata lain kekerasan irisan wortel beku menurun selama penyimpanan. Hal ini dikarenakan air terikat yang berada dalam jaringan karena adanya proses pembekuan dan *thawing* membuat jaringan rusak sehingga air keluar dari jaringan dan mengakibatkan penurunan kekerasan (Dewandari *et al.*, 2009). Kekerasan irisan wortel beku pasca *thawing* yang sudah dibekukan akan menjadi lebih lunak dan kenyal. Hal ini menunjukkan terjadinya kerusakan jaringan dan hilangnya tekanan turgor pada irisan wortel. Jaringan wortel disusun oleh sel yang merupakan bagian terkecil, yang integritasnya sangat mempengaruhi kualitas tekstur. Integritas dari komponen sel (dinding sel dan lamela tengah) dan tekanan turgor sel ditentukan oleh kandungan air dalam vakuola (Chassagne-Berces *et al.*, 2009). Menurut Delgado *et al* (2005) tekanan turgor sel sangat mempengaruhi tingkat kekerasan, dimana vakuola dan membran sel dapat mencegah terjadinya osmosis. Pada penelitian ini dilakukan pembekuan pada suhu -18°C dan waktu pembekuan 10-15 jam. Kurang cepatnya pembekuan menjadi kelemahan penelitian ini sehingga disarankan untuk penelitian selanjutnya menggunakan pembekuan cepat yaitu dengan menggunakan *blast freezer*, IQF, dan nitrogen cair.

Selain itu, kekerasan irisan wortel dapat disebabkan karena perubahan kekerasan terkait erat dengan proses kehilangan air dan akibat degradasi

pektin yang tidak larut air (protopektin) menjadi pektin yang larut air. Zat-zat pektin yang terdapat dalam dinding sel dan lamela tengah berfungsi sebagai bahan perekat. Zat-zat tersebut merupakan turunan poligalakturonat dan terdapat dalam bentuk protopektin, asam-asam pektinat, pektin, dan asam pektat. Jumlah zat-zat pektat bertambah selama perkembangan wortel. Pada waktu sayuran menjadi matang, kandungan pektat dan pektinat yang larut meningkat, sedangkan jumlah zat pektat sebelumnya menurun. Dengan perubahan pektin, kekerasan sayuran menurun.

c. Total Padatan Terlarut (TPT)

Berikut ini merupakan grafik perubahan total padatan terlarut irisan wortel beku selama penyimpanan.



Gambar 4 Grafik perubahan TPT irisan wortel beku dalam kemasan (a) vakum dan (b) normal selama penyimpanan

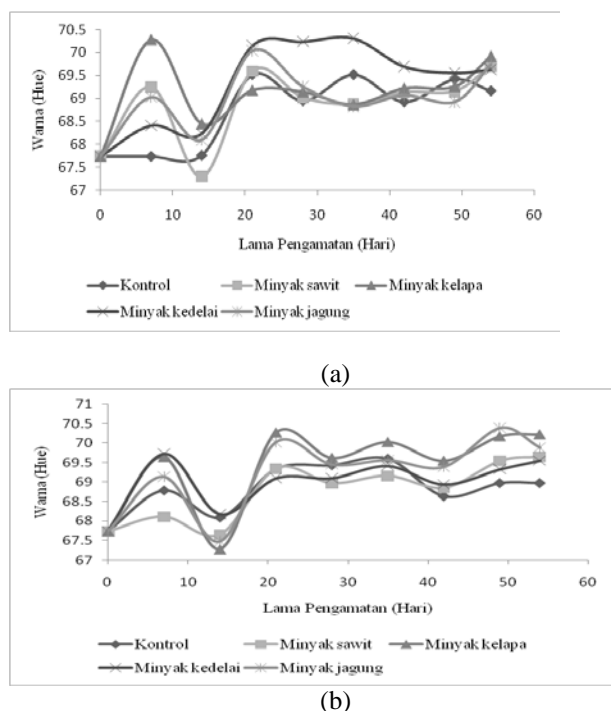
Dari analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan *coating* minyak memberikan pengaruh nyata terhadap perlakuan kontrol. Pada Gambar 4 diperoleh rata-rata total padatan terlarut tertinggi yaitu terdapat pada irisan wortel beku dengan menggunakan perlakuan kontrol, sedangkan rata-rata terendah yaitu terdapat pada irisan wortel beku dengan menggunakan minyak kelapa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama penyimpanan 2 bulan, total padatan terlarut cenderung menurun. Penurunan nilai TPT sejalan dengan lamanya waktu penyimpanan. Penurunan total padatan terlarut dimungkinkan karena produk beku telah terjadi kehilangan komponen-komponen zat gizi selama proses pembekuan dan juga pada saat penyimpanan. Selain itu dimungkinkan karena terjadi dehidrasi dan kandungan

gula mengalami penurunan sehingga nilai TPT juga menurun (Dewandari *et al*, 2009).

Pada saat proses pembekuan membutuhkan waktu yang lama sehingga akan terjadinya kerusakan jaringan yang menyebabkan pecahnya sel. Setelah dilakukan *thawing* irisan wortel akan tercuci yang mengakibatkan keluarnya air dan komponen lain. Sehingga nilai padatan terlarut menurun selama penyimpanan. Selain itu penurunan nilai TPT selama penyimpanan disebabkan kadar gula sederhana yang mengalami perubahan menjadi alkohol, aldehid dan asam sehingga mengakibatkan penurunan total padatan terlarut (Sartika 2010). Pada penelitian ini, produk irisan wortel beku dengan kandungan TPT yang berkisar sekitar 4 Brix hingga 6 brix masih bagus dan secara organoleptik masih dapat diterima konsumen

d. Warna (Hue)

Berikut ini merupakan grafik perubahan warna (Hue) irisan wortel beku selama penyimpanan.



Gambar 5 Grafik perubahan warna irisan wortel beku dalam kemasan (a) vakum dan (b) normal selama penyimpanan

Dari hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan *coating* minyak memberikan pengaruh nyata terhadap nilai hue irisan wortel beku. Berdasarkan uji lanjut Duncan penggunaan minyak kelapa, minyak kedelai, dan minyak jagung memberikan pengaruh nyata terhadap warna irisan wortel beku terhadap *coating* minyak lainnya. Namun, penggunaan minyak sawit dan kontrol tidak memberikan pengaruh nyata.

Pada Gambar 5 diperoleh nilai rata-rata tertinggi yaitu terdapat pada irisan wortel beku dengan menggunakan minyak kelapa, sedangkan rata-rata terendah yaitu terdapat pada irisan wortel beku tanpa menggunakan minyak (kontrol). Selama penyimpanan, nilai hue irisan wortel beku memiliki kecenderungan meningkat. Peningkatan nilai hue masih berada pada nilai kisaran sudut 0° - 90° yang menunjukkan warna merah, oranye, dan kuning (Anonymous 2003). Peningkatan nilai hue menunjukkan bahwa irisan wortel beku mengalami perubahan warna dari oranye memudar menjadi kuning (Dewandari *et al*, 2009).

e. Uji Organoleptik

Uji hedonik digunakan untuk mengetahui tingkat kesukaan konsumen terhadap suatu produk. Parameter mutu yang diuji adalah warna, aroma dan tekstur. Metode yang digunakan adalah median *extention*. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan *coating* dengan menggunakan minyak sawit, minyak kelapa, minyak kedelai, dan minyak jagung, dan perlakuan kondisi pengemasan memberikan pengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan konsumen pada warna, aroma dan tekstur. Selama pembekuan, dimungkinkan terjadi perubahan warna akibat reaksi enzimatis tetapi laju perubahannya sangat kecil (Calligaris, 2002).

Pada Tabel 1 dan Tabel 2 diperoleh nilai kesukaan tertinggi yaitu pada irisan wortel beku dengan menggunakan minyak jagung dan kemasan vakum (A4B1), sedangkan nilai kesukaan terendah yaitu terdapat pada irisan wortel beku dengan menggunakan minyak kedelai dan kemasan normal (A3B2). Hal tersebut artinya produk irisan wortel beku dengan menggunakan *coating* minyak jagung dan dikemas dengan kondisi vakum sangat disukai oleh konsumen. Berikut merupakan hasil pemodusan setiap parameter irisan wortel beku selama penyimpanan.

Tabel 1 Hasil pemodusan setiap parameter pada irisan wortel beku dengan teknik *thawing*

Parameter	A1B1	A2B1	A3B1	A4B1	A5B1	A1B2	A2B2	A3B2	A4B2	A5B2
Warna	21	17	7	20	21	18	14	3	6	23
Aroma	18	14	7	9	11	11	11	5	3	6
Tekstur	6	10	6	15	8	9	5	6	13	12
Total	45	41	20	44	41	38	30	14	22	41

Tabel 2 Hasil pemodusan setiap parameter pada irisan wortel beku dengan teknik *stap*

Parameter	A1B1	A2B1	A3B1	A4B1	A5B1	A1B2	A2B2	A3B2	A4B2	A5B2
Warna	11	21	5	18	14	5	16	0	12	11
Aroma	9	10	6	16	8	3	14	8	13	9
Tekstur	7	8	6	14	9	8	9	4	11	7
Total	27	39	16	48	31	16	39	12	35	27

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Aplikasi *coating* menggunakan berbagai jenis minyak (sawit, kelapa, kedelai, dan jagung) pada produk irisan wortel beku dapat mempertahankan mutu wortel selama 54 hari penyimpanan. Produk terbaik yaitu irisan wortel beku dengan menggunakan *coating* minyak jagung. Produk ini memiliki susut bobot berkisar 0.06-0.15%, total padatan terlarut berkisar 4.00-6.00%, kekerasan 1.30-3.50 mm/s, warna orange berkisar pada range 67-69 Hue, dan produk ini disukai oleh konsumen.

Saran

Pada saat proses pembekuan, tekstur yang dihasilkan tidak seragam karena pembekuan yang digunakan lambat. Disarankan dilakukan penelitian selanjutnya menggunakan pembekuan cepat yaitu dengan menggunakan *blast freezer* dan nitrogen cair, serta proses *thawing* dilakukan secara lambat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 2003. *The principles of use a spectrophotometer and its application in the measurement of dental shade*. VitaEasyshade. <http://www.vident.com> [26 Juni 2012].
- Calligaris, S., P. Falcone and M Anese. 2002. Color Changes of Tomato Purees During Storage at Freezing Temperatures. *Journal of Food Science* 12(2):131-140.
- Chassagne-Berces S, Poirier C, Devaux MF, Fonseca F, Lahaye M, Pigorini G, Girault C, Marin M, Guillon F, 2009. Changes in Texture, Cellular Structure, and Cell Wall Composition in Apple Tissue as a Result of Freezing. *Journal of Food Research International*. Volume 42.
- Delgado A E, Rubiolo A C, 2005. *Microstructural Changes in Strawberry after Freezing and Thawing Processes*, *Lebensm-Wiss unter Technology*, Volume 38. Swiss Society of Food Science and Technology.
- Dewardari, K.T; I. Mulyawanti dan D. Amiarsi. 2009. *Pembekuan Cepat Puree Mangga Arumanis dan Karakteristiknya Selama Penyimpanan*. Jurnal Pasca Panen 6.
- Santoso, SP. 2006. *Teknologi Pengawetan Buah Segar*. Faperta Uwiga Malang. Malang.
- Sartika, Reli. 2010. *Pengaruh Suhu dan Kelembaban Udara Terhadap Shelf-life dan Karakteristik Buah Manggis (Garcinia mangostana L.) Selama Penyimpanan*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor.