

Kesan penggunaan penyerap etilena dalam pembungkusan buah betik Eksotika secara tunggal

(Effect of ethylene absorbent in individual packing of Eksotika papaya)

M. N. Latifah*, Z. M. Ali** dan H. Lazan***

Kata penunjuk: penyerap etilena, aras CO₂ dan C₂H₄ dalaman, perubahan warna, kecederaan dingin, nilai keasidan, jumlah pepejal larut

Abstract

The effect of ethylene absorbent in individual packing of papaya (*Carica papaya* L. cv. Eksotika) using polyethylene bag was studied during storage at 10 °C for 5 weeks, and subsequently upon transferring the fruit to ambient temperature (28 °C). The levels of internal CO₂ and C₂H₄ were low with the inclusion of ethylene absorbent in the bag. Occurrence of chilling injury was pronounced upon transferring the fruit to ambient temperature. The injury seemed to be influenced by the levels of internal CO₂ and C₂H₄ in the fruit. No change in colour occurred in the packed fruit during storage at 10 °C regardless of the use of the ethylene absorbent. However upon ripening, fruit packed with ethylene absorbent exhibited better colour development. The values of acidity and total soluble solids of the ripened fruit were found to be inconsistent throughout the 5-week storage period.

Abstrak

Kesan penyerap etilena dalam pembungkusan buah betik (*Carica papaya* L. kv. Eksotika) secara tunggal dengan menggunakan beg polietilena telah dikaji semasa penyimpanan pada 10 °C selama 5 minggu, dan seterusnya ketika pemindahan buah kepada suhu ambien (28 °C). Aras CO₂ dan C₂H₄ dalaman rendah dalam pembungkusan yang ada penyerap etilena. Kejadian kecederaan dingin ketara semasa pemindahan buah kepada suhu ambien. Kecederaan ini kelihatannya dipengaruhi oleh aras CO₂ dan C₂H₄ dalaman buah. Tiada perubahan warna yang berlaku pada buah yang dibungkus semasa penyimpanan pada 10 °C, sama ada berserta penyerap etilena atau tidak. Walau bagaimanapun setelah masak, buah yang dibungkus bersama-sama penyerap etilena mempamerkan pembentukan warna yang lebih baik. Nilai keasidan dan jumlah pepejal larut buah yang masak didapati tidak konsisten sepanjang tempoh simpan 5 minggu.

Pengenalan

Pembungkusan buah betik secara tunggal banyak digunakan sekarang sebagai salah satu teknik bagi memanjangkan hayat simpan (Ben Yehoshua 1985). Teknik ini berupaya melambatkan kemasakan kerana

merencatkan proses respirasi dan pengeluaran C₂H₄ (Kader dll. 1989).

Pembungkusan secara tunggal buah sitrus dilaporkan dapat mengatasi masalah kehilangan air yang berlebihan, di samping berkesan mengelakkan jangkitan sekunder

*Pusat Penyelidikan Hortikultur, Ibu Pejabat MARDI, Peti Surat 12301, 50774 Kuala Lumpur, Malaysia

**Jabatan Biokimia, Fakulti Sains Hayat, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM, Selangor, Malaysia

***Jabatan Botani, Fakulti Sains Hayat, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM, Selangor, Malaysia

Nama penuh pengarang: Latifah Mohd. Nor, Zainon Mohd Ali dan Hamid Lazan

©Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia 1997

(Ben Yehoshua 1985). Pembungkusan secara tunggal juga berupaya mengurangkan kesan kecederaan dingin pada beberapa jenis buah sitrus, anggur dan tomato (Ben Yehoshua dll. 1981; Ben Yehoshua dll. 1983; Ben Yehoshua 1985) dan dapat mengekalkan keutuhan tisu dalam buah strawberi (Aharoni dan Barkai Golan 1987).

Pembungkusan semasa penyimpanan buah-buahan melibatkan manipulasi aras O_2 , CO_2 dan C_2H_4 di sekeliling buah supaya berbeza daripada komposisi udara normal (Brecht 1980). Etilena merupakan hormon tumbuhan yang terlibat dalam pengaturan banyak aspek perkembangan tumbuhan termasuk kemasakan dan kesenesenan (Yang dan Hoffman 1984). Oleh itu, pemeliharaan kepekatan gas C_2H_4 di atmosfera tempat simpan pada aras yang rendah boleh melewati perubahan warna, pelembutan dan perubahan lain kemasakan.

Penambahan penyerap etilena dalam pembungkus dapat mengawal kepekatan kandungan gas C_2H_4 secara lebih berkesan (Ben Yehoshua 1985; Labuza dan Brene 1989). Hal ini telah diperhatikan pada buah tomato (Esguerra dll. 1990), aprikot (Zhang dll. 1991) dan melon (Aharoni dll. 1993).

Penggunaan penyerap etilena dalam pembungkusan atmosfera terubahsui boleh mempengaruhi aras CO_2 . Bahan ini menyebabkan aras CO_2 lebih rendah daripada aras CO_2 dalam pembungkus yang tiada penyerap etilena. Hasil ini dilaporkan dalam penyimpanan buah strawberi (Picon dll. 1993) dan aprikot (Zhang dll. 1991). Gas CO_2 merupakan perencat saingan pada tindakan C_2H_4 yang boleh merencatkan kemasakan buah-buahan (Burg dan Burg 1967). Kepekatan CO_2 yang terlalu tinggi boleh memberi kesan yang negatif seperti mengumpulkan etanol dan asetaldehid dalam tisu, mempercepat penguraian kanji, mengubah ultrastruktur organel terutama mitokondrion dan menyebabkan kesenesenan (Brecht 1980; Kader 1986).

Kajian ini dijalankan bagi melihat kesan penggunaan penyerap etilena dalam pembungkusan buah betik secara tunggal

semasa penyimpanan pada suhu $10\text{ }^\circ\text{C}$ dan ketika kemasakan buah pada suhu ambien ($28\text{ }^\circ\text{C}$). Pemerhatian meliputi penentuan aras CO_2 dan C_2H_4 dalaman, perubahan warna, aras keasidan dan jumlah pepejal larut dan kejadian kecederaan dingin.

Bahan dan kaedah

Sumber sampel dan perlakuan lepas tuai

Buah betik (*Carica papaya* L. kv. Eksotika) pada indeks warna 2 (5% kuning) yang digunakan dalam kajian ini dibeli dari kawasan penanaman betik di Klang, Selangor. Perlakuan operasi rumah pembungkusan (Lam dan Sepiah 1989) dijalankan di Pusat Teknologi Makanan, MARDI, Serdang. Sebanyak 300 biji buah digunakan dalam kajian ini. Buah ini dibahagikan kepada tiga perlakuan iaitu buah tanpa pembungkus sebagai buah kawalan (B-K) dan buah yang dibungkus secara tunggal dengan beg polietilena (PE) (sebesar 20 cm x 30 cm dan setebal 0.04 mm) sama ada berserta penyerap etilena (B-P) ataupun tanpa penyerap etilena (B-TP). Setiap beg PE bagi perlakuan B-P dimasukkan satu uncang penyerap etilena (*Clean Pack*) yang seberat kira-kira 15 g. Semua buah yang telah dibungkus termasuk buah kawalan dimasukkan ke dalam kotak papan serabut berombak yang berukuran 17 cm x 30 cm x 37 cm. Setiap kotak diisi dengan 10 biji buah (± 6 kg). Kotak ini (20 kotak bagi setiap perlakuan) disimpan di bilik sejuk ($10\text{ }^\circ\text{C}$) dengan 85–90% kelembapan relatif selama 5 minggu.

Pada setiap minggu, empat buah kotak sampel setiap perlakuan dikeluarkan dari bilik sejuk dan dibiarkan pada suhu ambien ($28\text{ }^\circ\text{C}$). Beg PE bagi buah yang dibungkus dibuka dan buah dibiarkan masak pada suhu tersebut. Pemerhatian pada aras komposisi gas dalaman, perubahan warna dan gejala kecederaan dingin dilakukan sejurus selepas sampel dikeluarkan dari bilik sejuk dan selepas 4 hari buah dipindahkan kepada $28\text{ }^\circ\text{C}$. Hasil yang diperoleh dilaporkan sebagai nilai purata bagi 5–30 biji buah bergantung pada pemerhatian yang dilakukan.

Kesan pada aras komposisi gas dalaman

Komposisi gas dalaman iaitu CO₂ dan C₂H₄ diambil daripada rongga buah dengan menggunakan jarum hipodermik yang dilekatkan dengan septa silika-teflon pada bahagian pangkalnya. Jarum tersebut ditusuk ke bahagian rongga buah melalui hujung proksimal buah. Gas daripada jarum ini (1 mL) kemudian disuntik ke dalam kromatografi gas. Jumlah CO₂ diukur dengan menggunakan kromatografi gas Varian 1420 yang dilengkapi dengan turus jenis Porapak R 80/100 dengan pengesan TCD (thermal conductivity detector). Helium ialah gas pembawa yang ditetapkan pada 30 °C. Kromatografi gas Varian 1440 yang dilengkapi dengan turus Porapak T 100/200 dengan pengesan FID (flame ionization detector) digunakan bagi menentukan gas C₂H₄. Gas pembawa ialah nitrogen yang dialirkan pada halaju 30 mL/minit. Suhu turus ditetapkan pada 100 °C.

Indeks kemasakan

Kesan kemasakan dinilai berdasarkan perubahan warna kulit yang dikenali sebagai indeks warna kulit (IWK) iaitu 2 = kuning 5%, 3 = kuning 25%, 4 = kuning 50%, 5 = kuning 75% dan 6 = kuning 100% (Lam dan Zaipun 1987). Perubahan warna isi (indeks warna isi IWI) ditakrifkan sebagai 1 = putih, 2 = putih kekuningan, 3 = kuning jingga, 4 = jingga dan 5 = jingga kemerahan.

Penyakit dan gejala kecederaan dingin

Kejadian penyakit pada buah betik diperhatikan dengan wujudnya pertumbuhan kulat. Kecederaan dingin diperhatikan dengan kecederaan pada permukaan buah seperti kehadiran tompok perang yang lembut, pembentukan kulit yang seakan melecur, pelekukan permukaan dan kemasakan yang tidak sekata. Tahap kecederaan dingin dinilai berdasarkan peratus permukaan.

Aras keasidan dan jumlah pepejal larut

Perubahan aras keasidan (asid sitrat) dan jumlah pepejal larut (JPL) buah betik hanya

diukur apabila buah masak iaitu selepas 4 hari buah dipindahkan dari bilik sejuk (10 °C) ke bilik biasa (28 °C). Kulit buah dibuang dan semua isinya terus dihomogenkan selama 5 minit dengan mesin pengisar sebelum ditapis dengan kain muslin. Nilai keasidan homogenat diukur dengan alat Asidizer Model 5 manakala JPL ditentukan dengan Atago Digital Refractometer. Kedua-dua alat ini ditentukkan dengan air pengion sebelum digunakan.

Hasil dan perbincangan***Kesan pada aras CO₂ dan C₂H₄ dalaman***

Aras CO₂ dalaman beberapa perlakuan buah betik Eksotika berubah semasa buah dikeluarkan daripada penyimpanan pada 10 °C dan dipindahkan kepada 28 °C (*Jadual 1*). Pada umumnya, aras CO₂ didapati meningkat kepada aras yang agak tinggi (2.9–3.4%) pada minggu kedua bagi semua perlakuan. Penyusutan yang ketara berlaku pada buah kawalan pada minggu yang ketiga (1.5%) dan meningkat sedikit pada minggu yang keempat (2.14%). Perbezaan yang ketara diperhatikan pada minggu yang kedua dan yang ketiga tempoh simpan antara buah kawalan dengan buah yang dibungkus (*Jadual 1*). Peningkatan aras CO₂ kelihatannya berlaku lagi bagi buah kawalan pada akhir penyimpanan iaitu minggu yang kelima (3.15%). Perubahan CO₂ dalaman yang turun naik juga diperhatikan pada buah yang dibungkus sama ada berserta penyerap etilena atau tanpa penyerap semasa minggu yang ke-2, ke-4 dan ke-5 (*Jadual 1*).

Pada umumnya, aras CO₂ dalaman lebih tinggi dalam buah kawalan dan perlakuan yang tiada penyerap etilena. Perbezaan yang ketara antara buah yang dibungkus dengan penyerap etilena dengan buah kawalan dan dibungkus tanpa penyerap etilena dapat ditunjukkan semasa minggu yang ke-2, ke-4 dan ke-5 (*Jadual 1*). Keadaan yang sama juga diperhatikan semasa penyimpanan buah kiwi (Kuzuhiro dan Alley 1991) dan strawberi (Picon dll. 1993). Peningkatan aras CO₂ mungkin

Jadual 1. Aras CO₂ dalaman buah betik semasa dikeluarkan dari bilik sejuk (10 °C) dan selepas 4 hari pada suhu ambien (28 °C)

Tempoh simpan pada 10 °C (minggu)	Perlakuan	Aras CO ₂ (%)	
		Semasa dikeluarkan dari bilik sejuk	Selepas 4 hari pada 28 °C
2	B-K	3.37a	0.02a
	B-P	2.87c	0.02a
	B-TP	3.09b	0.02a
3	B-K	1.50b	0.02a
	B-P	2.49a	0.02a
	B-TP	2.46a	0.02a
4	B-K	2.14a	0.02a
	B-P	1.91b	0.02a
	B-TP	2.16a	0.02a
5	B-K	3.15a	0.02a
	B-P	2.00c	0.02a
	B-TP	2.21b	0.02a

*Setiap nilai ialah min bagi 5 biji buah. Buah yang dibungkus dikeluarkan dari beg PE apabila dipindahkan kepada 28 °C. Nilai yang berhuruf yang sama di setiap lajur mengikut tempoh simpan tidak berbeza secara ketara pada tahap 5% dengan ujian DMRT.

disebabkan oleh pengaruh C₂H₄ yang telah merangsang proses respirasi. Walau bagaimanapun, kehadiran aras CO₂ yang tinggi juga boleh dipengaruhi oleh kecederaan dingin yang berlaku (Kader 1986; Bergevin dll. 1993). Keadaan ini mungkin telah berlaku pada buah kawalan dan buah yang dibungkus tanpa penyerap etilena semasa minggu yang kelima penyimpanan.

Apabila kemasakan berlaku iaitu setelah 4 hari buah dipindahkan kepada suhu ambien (28 °C), aras CO₂ dalaman telah menyusut (0.02–0.03%) serupa dengan kepekatan CO₂ di udara biasa (*Jadual 1*). Penyusutan CO₂ dalaman semasa kemasakan juga diperhatikan pada buah tomato (Bergevin dll. 1993; Mikal dan Saltveit 1993). Walau bagaimanapun, peningkatan aras CO₂ telah dilaporkan pada buah betik Sunrise Solo (Paull dan Chen 1989) dan Eksotika (Selamat 1993) semasa kemasakan pada 25 °C. Barangkali prapenyimpanan (penyimpanan awal) buah betik kepada 10 °C sebelum dipindahkan kepada suhu kemasakan (28 °C) telah mempengaruhi aras CO₂ dalaman ketika berlaku kemasakan.

Semasa penyimpanan buah betik pada 10 °C, aras C₂H₄ dalaman kelihatannya dipengaruhi oleh kesan penggunaan penyerap etilena (*Jadual 2*). Pada umumnya, kepekatan C₂H₄ dalaman yang diukur pada minggu yang kedua penyimpanan didapati tinggi bagi buah yang tiada penyerap etilena (B-TP) berbanding dengan buah yang berserta penyerap etilena (B-P). Walau bagaimanapun, kehadiran C₂H₄ dalaman yang tinggi (50–70 nL/L) pada minggu yang kedua dan yang ketiga bagi buah berkenaan didapati tiada kesan pada perubahan warna yang masih kekal pada indeks warna 2 (*Jadual 3*). Pada minggu tersebut, aras CO₂ (*Jadual 1*) juga tinggi dalam buah B-TP (2.46–3.09%). Kesan saingan aras CO₂ yang tinggi mungkin telah menghadkan kesan C₂H₄ sebagai pencetus kemasakan (Arpaia dll. 1985).

Apabila kemasakan buah betik berlaku, C₂H₄ dalaman didapati telah menyusut (10–20 nL/L) kepada aras yang hampir sama bagi semua perlakuan (*Jadual 2*). Corak yang sama juga diperhatikan oleh Paull dan Chen (1989) pada betik Sunset selepas 10 hari pada 25 °C, manakala

Jadual 2. Aras C_2H_4 dalaman buah betik semasa dikeluarkan dari bilik sejuk ($10\text{ }^\circ\text{C}$) dan selepas 4 hari pada suhu ambien ($28\text{ }^\circ\text{C}$)

Tempoh simpan pada $10\text{ }^\circ\text{C}$ (minggu)	Perlakuan	Aras C_2H_4 (nL/L)	
		Semasa dikeluarkan dari bilik sejuk	Selepas 4 hari pada $28\text{ }^\circ\text{C}$
2	B-K	40.23b	20.24a
	B-P	40.35b	20.32a
	B-TP	70.33a	20.22a
3	B-K	40.33b	20.43a
	B-P	20.42c	20.32a
	B-TP	50.22a	10.44b
4	B-K	40.41a	20.22a
	B-P	20.33b	20.42a
	B-TP	40.32a	20.47a
5	B-K	30.25a	20.18a
	B-P	20.44b	20.22a
	B-TP	30.04a	20.41a

*Setiap nilai ialah min bagi 5 biji buah. Buah yang dibungkus dikeluarkan dari beg PE apabila dipindahkan kepada $28\text{ }^\circ\text{C}$. Nilai yang berhuruf yang sama di setiap lajur mengikut tempoh simpan tidak berbeza secara ketara pada tahap 5% dengan ujian DMRT.

Selamat (1993) mendapati penyusutan aras C_2H_4 pada hari yang kelapan ketika buah disimpan pada $25\text{ }^\circ\text{C}$. Bagi Chan dll. (1985) pula, mereka mendapati tiada penyusutan aras C_2H_4 dalaman ketika kemasakan buah yang telah mengalami prapenyimpanan selama 3 minggu pada $10\text{ }^\circ\text{C}$.

Kesan pada kemasakan

● **Perubahan indeks warna**

Kesan pada kemasakan dinilai berdasarkan perubahan warna semasa penyimpanan pada suhu $10\text{ }^\circ\text{C}$ dan selepas 4 hari buah dipindahkan kepada suhu $28\text{ }^\circ\text{C}$ (Jadual 3). Buah kawalan hanya mengalami sedikit perubahan warna sepanjang 5 minggu penyimpanan pada $10\text{ }^\circ\text{C}$ iaitu daripada IWK 2.6 kepada 3.0. Apabila dipindahkan kepada suhu $28\text{ }^\circ\text{C}$, buah tidak masak sepenuhnya dan hanya mencapai IWK 4.6–4.9. Walau bagaimanapun, buah kawalan yang dikeluarkan selepas disimpan pada $10\text{ }^\circ\text{C}$ selama 2 minggu boleh mencapai IWK 5.5 apabila dipindahkan kepada $28\text{ }^\circ\text{C}$. Bagi warna isi buah pula, selepas 3–5

minggu pada $10\text{ }^\circ\text{C}$, buah kawalan hanya boleh mencapai IWK 3 apabila masak (Jadual 3).

Pada keseluruhannya, buah betik yang dibungkus sama ada berserta atau tanpa penyerap etilena, tidak mengalami sebarang perubahan warna semasa penyimpanan pada $10\text{ }^\circ\text{C}$ selama 5 minggu. Perubahan warna kulit yang berlaku semasa kemasakan didapati tidak seragam. Warna tisu mesokarpa yang buah mengalami kemasakan kelihatannya tidak dipengaruhi oleh jenis perlakuan atau tempoh simpan (Jadual 3). Pada umumnya, buah yang dibungkus berserta penyerap etilena (B-P) telah menunjukkan perubahan warna keseluruhan yang paling baik walaupun tidak berbeza secara ketara dengan buah yang dibungkus tanpa penyerap etilena (B-TP) sepanjang 5 minggu penyimpanan pada $10\text{ }^\circ\text{C}$.

● **Kecederaan dingin**

Gejala kecederaan dingin pada zahirnya tidak kelihatan pada buah semua per-

Jadual 3. Perubahan indeks warna buah betik semasa dikeluarkan dari bilik sejuk (10 °C) dan selepas 4 hari pada suhu ambien (28 °C)

Tempoh simpan pada 10 °C (minggu)	Perlakuan	Indeks warna kulit		Indeks warna isi selepas 4 hari buah pada 28 °C
		Semasa dikeluarkan dari bilik sejuk	Selepas 4 hari pada 28 °C	
2	B-K	3.0a*	5.5a	4.0a
	B-P	2.0b	5.3b	4.0a
	B-TP	2.0b	5.4ab	4.0a
3	B-K	2.6a	4.9b	3.0b
	B-P	2.0b	5.3a	4.0a
	B-TP	2.0b	5.3a	4.0a
4	B-K	2.6a	4.6b	3.0b
	B-P	2.0b	5.3a	4.0a
	B-TP	2.0b	5.0a	4.0a
5	B-K	2.6a	4.6b	3.0b
	B-P	2.0b	5.1a	4.0a
	B-TP	2.0b	4.7b	4.0a

*Setiap nilai ialah min bagi 30 biji buah. Buah yang dibungkus dikeluarkan dari beg PE apabila dipindahkan kepada 28 °C. Nilai yang berhuruf yang sama di setiap lajur mengikut tempoh simpan tidak berbeza secara ketara pada tahap 5% dengan ujian DMRT.

IWK 2 = kuning 5%

IWI 1 = putih

IWK 3 = kuning 25%

IWI 2 = putih kekuningan

IWK 4 = kuning 50%

IWI 3 = kuning jingga

IWK 5 = kuning 75%

IWI 4 = jingga

IWK 6 = kuning 100%

IWI 5 = jingga kemerahan

lakukan semasa 2–3 minggu penyimpanan pada 10 °C (*Jadual 4*). Bagi buah kawalan, kecederaan dingin berlaku pada minggu yang keempat dan yang kelima. Kecederaan dingin yang diperhatikan berbentuk tompok hitam dan kelabu yang berair pada permukaan kulit buah. Tompok ini kemudiannya menjadi tapak pertumbuhan kulat patogen (IP).

Apabila buah dipindahkan kepada suhu kemasakan, kecederaan dingin pada buah kawalan (10% IP dan 10% KP) berlaku lebih awal iaitu pada minggu yang kedua. Kecederaan dingin yang berlaku meningkat sejajar dengan tempoh simpan (*Jadual 4*). Kecederaan dingin pada buah yang dibungkus tanpa penyerap etilena (B-TP) didapati bermula pada buah masak yang telah disimpan selama 3 minggu (30% IP). Buah B-P hanya mengalami kecederaan dingin semasa masak pada minggu yang

kelima (20%). Hasil yang diperoleh ini jelas menunjukkan bahawa kehadiran aras C_2H_4 yang rendah dengan penggunaan penyerap etilena dapat mengurangkan kecederaan dingin semasa penyimpanan pada 10 °C ataupun semasa kemasakan buah pada 28 °C.

● **Perubahan aras keasidan dan jumlah pepejal larut**

Perubahan aras keasidan buah betik semasa kemasakan pada 28 °C pada semua perlakuan didapati tidak konsisten sepanjang tempoh simpan 5 minggu. Umumnya, aras keasidan rendah pada minggu yang kedua dan yang ketiga (0.36%). Aras ini meningkat pada minggu yang keempat (0.095%) dan menjadi rendah semula pada minggu yang kelima (0.02%) bagi buah kawalan dan buah B-P. Bagi buah B-TP pula, aras keasidan didapati hanya meningkat

Jadual 4. Kejadian penyakit dan gejala kecederaan dingin buah betik Eksotika selepas dikeluarkan dari bilik sejuk (10 °C) dan selepas 4 hari pada suhu ambien (28 °C)

Perlakuan	Tempoh simpan pada 10 °C (minggu)	Semasa dikeluarkan dari bilik sejuk	Selepas 4 hari pada 28 °C
B-K	2	0	10% IP; 10% KP
	3	0	50% IP
	4	10% IP; 10% KP	20% IP; 10% KP
	5	20% IP; 10% KP	20% IP; 10% KP
B-P	2	0	0
	3	0	0
	4	0	0
	5	0	20% IP
B-TP	2	0	0
	3	0	30% IP;
	4	0	30% IP; 10% KP
	5	0	50% IP; 30% KP

Setiap nilai ialah min bagi 30 biji buah. Buah yang dibungkus dikeluarkan dari beg PE apabila dipindahkan kepada 28 °C.

IP = peningkatan kejadian penyakit dan jangkitan kulat

KP = kecederaan permukaan

pada akhir penyimpanan (0.095%). Perlakuan yang berbeza yang digunakan dalam kajian ini tidak mempengaruhi perubahan aras keasidan seperti yang dilaporkan berlaku pada buah tomato (Esguerra dll. 1990).

Jumlah pepejal larut (JPL) buah betik masak didapati tinggi (11.8° Brix) pada peringkat awal penyimpanan (minggu yang kedua). JPL menyusut sedikit pada minggu yang ketiga dan yang keempat (10° Brix) dan meningkat semula pada minggu yang kelima (12° Brix). Peningkatan ini hanya diperhatikan pada buah kawalan. JPL buah yang dibungkus sama ada dengan atau tanpa penyerap etilena didapati lebih tinggi sedikit daripada JPL buah kawalan sehingga tempoh simpan 4 minggu. Walau bagaimanapun, tiada perbezaan yang ketara antara semua perlakuan dengan tempoh simpan. Pada minggu yang kelima, JPL buah kawalan meningkat (12° Brix) melebihi nilai bagi buah yang dibungkus (11.0° Brix). Corak yang sama juga diperhatikan dalam penyimpanan strawberi (Picon dll. 1993). Kandungan JPL yang didapati

tinggi pada peringkat awal mungkin hasil daripada hidrolisis kanji yang bertukar menjadi gula yang larut dan juga penukaran komponen pektin daripada yang tidak larut kepada yang larut air (Burton 1982). Pengurangan JPL juga dikaitkan dengan jumlah yang digunakan sebagai tenaga semasa proses respirasi (Solomos 1983).

Kesimpulan

Gabungan suhu rendah dengan pembungkusan buah betik secara tunggal berserta penyerap etilena didapati berpotensi memanjangkan tempoh simpan buah betik Eksotika sehingga 5 minggu pada suhu 10 °C. Buah telah masak secara normal apabila dipindahkan kepada suhu ambien (28 °C). Selain merencatkan kemasakan buah semasa penyimpanan, kesan positif penyerap etilena dalam mengurangkan kecederaan dingin juga dapat dilihat semasa penyimpanan buah pada 10 °C. Kecederaan dingin ketika kemasakan kecil berbanding dengan buah kawalan dan juga buah tanpa penyerap etilena.

Rujukan

- Aharoni, Y. dan Barkai Golan, R. (1987). Pre-harvest fungicide sprays and polyvinyl wraps to control Botrytis rot and prolong the postharvest storage life of strawberries. *J. Hort Sci.* **62**: 177–81
- Aharoni, Y., Copel, A. dan Falik, F. (1993). Storing 'Galia' melon in controlled atmosphere with ethylene absorbant. *J. Hort Sci.* **28(7)**: 725–6
- Arpaia, M. L., Mitchell, F. G., Kader, A. A. dan Mayer, G. (1985). Effect of 2% O₂ and varying concentration of CO₂ with or without C₂H₄ on the storage performance of kiwifruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **110**: 200
- Ben Yehoshua, S. (1985). Individual packaging of fresh fruit and vegetables in plastic film – a new postharvest technique. *Hort Sci.* **20**: 32–7
- Ben Yehoshua, S., Kobilier, I. dan Shapiro, B. (1981). Effect of cooling versus seal-packaging with high density polyethylene on keeping quality of various citrus cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **106(95)**: 536–40
- Ben Yehoshua, S., Shapiro, B., Chen, Z. E. dan Liurie, S. (1983). Mode of action of plastic film in extending shelf-life of lemon and bell pepper fruits by alleviation of water stress. *Plant Physiol.* **73**: 87–93
- Bergevin, M. L., Heureux, G. P., Thompson, J. E. dan Willemont, C. (1993). Effect of chilling and subsequent storage at 20 °C on electrolyte leakage and phosphorlipid fatty acid composition of tomato pericarp. *Physiologia Plantarum* **87(4)**: 522–7
- Burg, S. P. dan Burg, E. A. (1967). Molecular requirements for the biological activity of ethylene. *Plant Physiol.* **42**: 144
- Burton, W. G., penyunting. (1982). The physiological implications of structure: water movements, loss and uptake. Dalam *Postharvest physiology of food crops* m.s. 60–3. London: Longman Group Ltd.
- Brecht, P. E. (1980). Use of controlled atmosphere to retard deterioration of produce. *Food Technol.* **34**: 45–50
- Chan, H. T., Sanxter, S. P. dan Couey, H. H. (1985). Electrolyte leakage and ethylene production induced by chilling injury of papaya. *Hort Sci.* **20(6)**: 1070–2
- Esguerra, E., Ofelia, B. dan Bautista, K. (1990). Modified atmosphere storage and transport of 'improved pope' tomatoes. *Asean Food Journal* **5(1)**: 27–33
- Kader, A. A. (1986). Biochemical and physiological basis for effects of control and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technol.* **40**: 99–103
- Kader, A. A., Zagory, D. dan Kerbel, E. L. (1989). Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Critical Reviews. Food Sci. and Nutrition* **28**: 1–30
- Kuzuhiro, B. E. dan Alley, E. W. (1991). Ethylene absorbant to maintain quality of lightly processed fruit and vegetables. *J. Food Sci.* **(56)6**: 1589–91
- Labuza, T. P. dan Brene, W. M. (1989). Application of active packaging for improvement of shelf-life and nutritional quality of fresh and extended shelf-life food. *J. Fd. Preserv.* **13**: 1–69
- Lam, P. F. dan Sepiah, M. (1989). Pengendalian lepas tuai betik Eksotika untuk pasaran tempatan dan eksport. *Proc. Eksotika Papaya Johor Bahru*, m.s. 117–24. Serdang: MARDI-MAPPS
- Lam, P. F. dan Zaipun, M. Z. (1987). Changes associated with different stages of harvested and ripening of Eksotika papaya at ambient temperature. *MARDI Res. Bull.* **15(1)**: 21–6
- Mikal, E. dan Saltveit, J. R. (1993). Internal carbon dioxide and ethylene levels in ripening tomato fruit attached to or detached from plant. *Physiologia Plantarum.* **89**: 204–10
- Paull, R. E. dan Chen, N. J. (1989). Waxing and plastic wrap influenced water loss from papaya fruit during storage and ripening. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **114**: 941–2
- Picon, A., Martinez Javega, J. M., Cuquerella, J., Del Rio, M. A. dan Navarro, P. (1993). Effect of precooling, packaging film, modified atmosphere and ethylene absorbent on the quality of refrigerated chandler and douglas strawberries. *Food Chemistry* **48**: 189–93
- Selamat, K. (1993). Kesan atmosfera terubahsuai dan suhu penyimpanan ke atas pemasakan buah betik (*Carica papaya* kv Eksotika). Tesis, MSc., Universiti Kebangsaan Malaysia
- Solomos, T. (1983). Respiration and energy metabolism in senescing plant tissues. Dalam *Post-harvest physiology and crop preservation* (Lieberman, M., ed.) m.s. 61–6. New York: Plenum Press New
- Yang, S. F. dan Hoffman, N. E. (1984). Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. *Annual Rev. Plant Physiol.* **35**: 155–89
- Zhang, S., Chachin, K. dan Iwata, T. (1991). Effect of polyethylene packaging and ethylene absorbent on storage of mature-green mume fruits at ambient temperature. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* **60(1)**: 183–90