

Kesan pembungkusan atmosfera terubahsuai pada mutu buah betik yang disimpan pada suhu rendah

(Effect of modified atmosphere packing on the quality of Eksotika papaya stored at low temperature)

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

Kata penunjuk: atmosfera terubahsuai, perubahan warna, kecederaan dingin, komposisi gas

Abstract

Effect of modified atmosphere packing on Eksotika papaya in individual bag during storage at ambient (28 °C) and 10 °C was studied. Unpacked fruit were treated as control. Changes in the skin colour, development of chilling injury and gas compositions (O₂, CO₂ and C₂H₄) in the package were observed during storage at both temperatures. Colour changes in packed fruit stored at ambient occurred very slowly till the end of the 3-week storage. Control fruit ripened after 7 days. Gas composition surrounding the fruit (altered from the normal levels to low level of O₂ and high level of CO₂) possibly had influenced the change in colour during storage at 10 °C, and subsequently upon ripening at ambient. At 10 °C, packed fruit remained acceptable even after 6 weeks, whereas control fruit could only be stored up to 2–3 weeks. Chilling injury was very obvious in the control fruit during storage at 10 °C. The injury became more serious when the fruit were transferred to ambient temperature.

Abstrak

Kesan pembungkusan atmosfera terubahsuai pada buah betik Eksotika yang dibungkus secara tunggal pada suhu ambien (28 °C) dan 10 °C telah dikaji. Buah tanpa pembungkus dianggap sebagai kawalan. Perubahan warna kulit, kecederaan dingin dan komposisi gas (O₂, CO₂ dan C₂H₄) di sekeliling buah telah diperhatikan semasa penyimpanan pada suhu tersebut. Perubahan warna buah yang dibungkus dan disimpan pada suhu ambien berlaku secara perlahan sehingga akhir 3 minggu penyimpanan. Buah kawalan telah masak pada hari yang ketujuh. Komposisi gas yang terhasil di sekeliling buah mungkin telah mempengaruhi corak perubahan warna semasa penyimpanan pada 10 °C dan ketika kemasakan pada suhu ambien. Buah yang dibungkus masih dapat diterima selepas 6 minggu penyimpanan pada 10 °C, manakala buah kawalan hanya boleh disimpan kira-kira 2–3 minggu. Kecederaan dingin didapati amat ketara berlaku pada buah kawalan semasa penyimpanan pada 10 °C. Kecederaan menjadi semakin teruk apabila buah dipindahkan kepada suhu ambien.

*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

Pengenalan

Pelbagai kaedah penyimpanan dapat digunakan bagi memanjangkan tempoh simpan buah-buahan. Antaranya ialah penyimpanan pada suhu rendah, penyimpanan atmosfera terubahsuai, penyimpanan atmosfera terkawal, penyinaran, penyalutan kulit dan perlakuan dengan kalsium (Zagory dan Kader 1988). Penyimpanan buah-buahan pada suhu rendah dilaporkan boleh merencatkan respirasi dan penghasilan C_2H_4 . Dengan itu, tempoh simpan boleh dilanjutkan melalui kesan perencatan kemasakan buah (Forney dll. 1989). Dalam penyimpanan atmosfera terubahsuai, aras gas dimanipulasi pada kadar yang tidak tetap bergantung pada suhu penyimpanan, jenis pembungkus yang digunakan dan kadar respirasi buah yang dibungkus. Keadaan yang sebaliknya berlaku dalam penyimpanan atmosfera terkawal (Wills dll. 1989).

Penggunaan suhu rendah akan mempengaruhi tempoh simpan buah betik bergantung pada tahap kematangan dan varieti buah. Buah betik Eksotika pada peringkat 5% kuning dapat disimpan selama 22 hari pada suhu $10\text{ }^\circ\text{C}$ (Ali dll. 1992). Bagi betik Kapoho Solo pada peringkat hijau pula, didapati buah mengalami kecederaan dingin selepas 20 hari pada suhu $7.5\text{ }^\circ\text{C}$ (Chen dan Paull 1986).

Penggunaan filem polietilena (PE) yang sesuai didapati mewujudkan persekitaran yang mempunyai kelembapan relatif yang tinggi. Keadaan ini akan mengurangkan berlakunya transpirasi dan seterusnya keutuhan tisu dapat dikekalkan (Ben Yehoshua 1985; Lioutas 1988). PE yang sesuai juga dapat mengekalkan tekstur dalam buah pisang kaki (Arie dan Zutkhi 1992) dan mengurangkan berlakunya kecederaan dingin pada beberapa buah sitrus (Ben Yehoshua 1985).

Penyimpanan atmosfera terubahsuai kerap digabungkan dengan penyimpanan pada suhu rendah (Zagory dan Kader 1988; Kader dll. 1989). Gas di dalam pembungkus dimanipulasi melalui proses respirasi yang

merendahkan aras O_2 dan meningkatkan aras CO_2 . Dalam sesuatu tempoh masa, aras kedua-dua gas tersebut di dalam dan luar pembungkus menjadi seimbang. Keadaan ini akan mengurangkan kadar respirasi dan penghasilan C_2H_4 , seterusnya akan melambatkan kemasakan buah (Kader 1986; Zagory dan Kader 1988).

Kesan positif penyimpanan atmosfera terubahsuai pada buah betik telah banyak dilaporkan (Chen dan Paull 1986; Lazan dll. 1990; Maharaj dan Sangkat 1990; Lazan dan Ali 1991, 1993; Latifah dll. 1995, 1997). Gabungan suhu rendah $10\text{ }^\circ\text{C}$ dengan pembungkusan atmosfera terubahsuai berserta penyerap etilena berpotensi melanjutkan tempoh simpan buah yang dibungkus secara tunggal sehingga 5 minggu. Buah didapati masak secara normal apabila dipindahkan kepada suhu $28\text{ }^\circ\text{C}$ (Latifah dll. 1997). Pembungkusan betik Eksotika dengan menggunakan PE boleh paut pada $25\text{ }^\circ\text{C}$ didapati berupaya melanjutkan tempoh simpan dua kali ganda berbanding dengan buah tanpa pembungkus (Lazan dll. 1990).

Kajian ini dijalankan bagi melihat kesan gabungan suhu rendah dan pembungkusan atmosfera terubahsuai pada buah betik yang dibungkus secara tunggal pada dua suhu iaitu suhu ambien ($28\text{ }^\circ\text{C}$) dan $10\text{ }^\circ\text{C}$. Tempoh simpan pada $10\text{ }^\circ\text{C}$ dalam kajian terdahulu (Latifah dll. 1995, 1997) telah dilanjutkan sehingga 8 minggu. Pemerhatian ujikaji meliputi penentuan aras komposisi gas di sekeliling buah, perubahan warna dan kesan pada kecederaan dingin.

Bahan dan kaedah

Sumber sampel dan perlakuan lepas tuai

Buah betik Eksotika (*Carica papaya* kv. Eksotika) pada indeks warna 2 (5% kuning) yang digunakan dalam kajian ini diperolehi dari kawasan penanaman betik di Klang, Selangor. Perlakuan operasi rumah pembungkusan (Lam dan Sepiah 1989) telah dilakukan di Pusat Teknologi Makanan, MARDI, Selangor. Buah bersama penyerap gas C_2H_4 telah dibungkus secara tunggal

dalam beg PE. Penyerap etilena (*Clean Pack* 20 g) dan beg PE yang digunakan setebal 0.04 mm dan berukuran 20 cm x 30 cm besar, sama seperti yang digunakan dalam kajian terdahulu (Latifah dll. 1995, 1997). Buah tanpa pembungkus dijadikan sebagai buah kawalan. Buah yang siap dibungkus termasuk buah kawalan dimasukkan ke dalam kotak papan serabut berombak (CFB) yang berukuran 17 cm x 30 cm x 37 cm. Sebanyak 60 kotak CFB digunakan dalam kajian ini. Setiap kotak diisi dengan 10 biji buah (± 6 kg). Dua puluh kotak disimpan pada suhu ambien (28 °C) dan 40 kotak lagi pada 10 °C.

Buah disimpan pada suhu ambien (70–75% kelembapan relatif) selama 3 minggu. Pada pensampelan setiap minggu, 4 kotak buah bagi setiap perlakuan dikeluarkan. Bagi buah yang dibungkus dengan beg PE, beg dibuka supaya kemasakan buah berlaku secara normal.

Bagi penyimpanan pada 10 °C (85–90% kelembapan relatif) sehingga minggu kelapan, sampel hanya dikeluarkan mulai minggu yang keempat. Hal ini disebabkan oleh buah dalam kajian terdahulu tidak mengalami perubahan warna dan kecederaan dingin semasa penyimpanan pada 10 °C pada minggu yang keempat (Latifah dll. 1995, 1997). Pada setiap kali pensampelan iaitu pada minggu yang ke-4, ke-5, ke-6, ke-7 dan ke-8, empat buah kotak sampel setiap perlakuan dikeluarkan. Kotak-kotak ini dipindahkan kepada suhu ambien (28 °C), beg PE dibuka dan buah dibiarkan masak pada suhu tersebut.

Hasil daripada kajian dianalisa secara DMRT (Gomez dan Gomez 1984) bagi melihat perbezaan perlakuan pada dua suhu yang berbeza.

Indeks kemasakan

Kesan kemasakan dinilai berdasarkan perubahan warna kulit (IWK): IWK 2 = kuning 5%, IWK 3 = kuning 25%, IWK 4 = kuning 50%, IWK 5 = kuning 75% dan IWK 6 = kuning 100% (Lam dan Zaipun 1987). Sebanyak 30 biji buah betik yang

diambil secara rawak dari empat kotak digunakan bagi menentukan perubahan warna pada setiap kali pensampelan.

Kesan pada gejala kecederaan dingin

Kejadian kecederaan dingin ditunjukkan dengan peningkatan pertumbuhan kulat dan penyakit serta kecederaan pada permukaan seperti pelekukan, kehadiran tompok perang, pembentukan kulit yang seakan melecur dan kemasakan buah tidak sekata. Sebanyak 30 biji buah digunakan bagi menilai gejala kecederaan dingin pada setiap kali pensampelan. Penilaian dilakukan berdasarkan peratus kecederaan yang dialami.

Penentuan komposisi gas di sekeliling buah

Penentuan aras O₂, CO₂ dan C₂H₄ dilakukan selama 4 minggu bagi buah yang disimpan pada 10 °C dan hanya 2 minggu bagi buah yang disimpan pada suhu ambien. Tiga lapis pitar pelekat dilekatkan pada beg pembungkus secara rawak pada 10 buah bagi memudahkan pengambilan sampel gas. Jarum penyuntik hipodermik (1 mL) digunakan bagi mengambil sampel gas. Kandungan O₂ dan 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 pengalirannya pada halaju 30 mL/minit. Suhu turus 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.

Hasil dan perbincangan

Kesan pada perubahan warna

Kemasakan buah betik tanpa pembungkus (buah kawalan) yang disimpan pada suhu ambien (28 °C) berlaku pada hari yang ketujuh penyimpanan dengan mempamerkan indeks warna 5.5 (*Jadual 1*). Buah yang

dibungkus mengalami perubahan warna secara amat perlahan dan mempamerkan perubahan yang ketara dengan tempoh simpan (*Jadual 1*). Kemasakan buah berlaku secara normal apabila beg PE dibuka dan buah mencapai tahap kemasakan IWK 5 kira-kira 4 hari selepas dikeluarkan daripada atmosfera terubahsuai (*Jadual 1*).

Umumnya, buah betik kawalan yang disimpan pada suhu 10 °C mengalami perubahan warna secara perlahan dengan tempoh simpan (*Jadual 2*) dan hanya mencapai indeks warna sekitar 3 sepanjang

tempoh simpan 7 minggu. Selepas 4 minggu pada suhu 10 °C, warna buah kawalan berubah tidak normal iaitu sekitar 3.4–3.9 walaupun selepas buah dipindahkan kepada suhu 28 °C. Perbezaan yang ketara diperhatikan dengan IWK buah dibungkus yang dibenarkan masak pada suhu 28 °C (*Jadual 2*).

Warna buah betik yang dibungkus masih kekal pada indeks warna 2 tanpa perubahan sehingga 8 minggu penyimpanan pada suhu 10 °C (*Jadual 2*). Pembungkusan buah betik secara tunggal dengan

Jadual 1. Kesan pembungkusan atmosfera terubahsuai pada indeks warna buah betik Eksotika semasa penyimpanan pada suhu ambien (28 °C)

Tempoh simpan (minggu)	Perlakuan	Indeks warna buah	
		Semasa beg PE dibuka	4 hari selepas beg PE dibuka
1	Buah kawalan	5.5a* (selepas 7 hari)	
1	Buah dibungkus	2.0d	5.4a
2	Buah dibungkus	2.6c	5.2b
3	Buah dibungkus	2.9b	5.1b
LSD 5%		0.13	0.28

*Setiap nilai ialah min bagi 30 biji buah. Nilai yang berhuruf yang sama di setiap lajur tidak berbeza secara ketara pada tahap 5% dengan ujian DMRT.

Jadual 2. Kesan pembungkusan atmosfera terubahsuai pada indeks warna buah betik Eksotika semasa penyimpanan pada 10 °C dan 4 hari selepas pemindahan buah kepada suhu ambien (28 °C)

Tempoh simpan pada 10 °C (minggu)	Perlakuan	Indeks warna buah	
		Semasa beg PE dibuka	4 hari selepas beg PE dibuka pada 28 °C
4	Buah kawalan	3.5a*	3.9c
	Buah dibungkus	2.0d	5.0a
5	Buah kawalan	2.9c	3.4e
	Buah dibungkus	2.0d	5.0a
6	Buah kawalan	2.8c	3.6d
	Buah dibungkus	2.0d	5.0a
7	Buah kawalan	3.2b	Tiada (buah rosak)
	Buah dibungkus	2.0d	5.0a
8	Buah dibungkus	2.0d	4.4b
LSD 5%		0.07	0.06

*Setiap nilai ialah min bagi 30 biji buah. Nilai yang berhuruf yang sama di setiap lajur tidak berbeza secara ketara pada tahap 5% dengan ujian DMRT.

menggunakan beg PE mungkin telah merencatkan metabolisma C_2H_4 (Biale dan Young 1981). Menurut Biale dan Young (1981), perubahan warna yang melibatkan pemecahan klorofil dalam beberapa jenis buah dirangsang oleh C_2H_4 . Oleh itu, kehadiran C_2H_4 yang rendah di sekeliling buah akan merencatkan pemecahan klorofil. Dengan itu, warna buah dapat dikekalkan. Selepas 4 hari pada suhu ambien, kemasakan buah yang dibungkus berlaku secara normal bagi buah yang disimpan sehingga minggu yang ketujuh. Walau bagaimanapun, buah yang disimpan sehingga minggu yang kelapan telah mempamerkan perubahan warna yang ketara berbanding dengan buah yang disimpan sehingga minggu yang ketujuh (*Jadual 2*). Buah masak mempamerkan warna yang tidak menarik iaitu indeks warna sekitar 4.4.

Gejala kecederaan dingin

Secara keseluruhannya, gejala kecederaan dingin pada buah betik kawalan amat ketara berbanding dengan buah yang dibungkus

sepanjang tempoh simpan 7 minggu (*Jadual 3*). Gejala kecederaan dingin telah diperhatikan (100%) pada minggu yang keempat pada buah kawalan yang menunjukkan kulit yang bertompok perang (KP). Tompok-tompok tersebut semakin membesar selepas 2 dan 4 hari buah dipindahkan kepada suhu 28 °C. Gejala lain ialah pembentukan lompong berair, kemasakan tidak sekata diikuti dengan jangkitan penyakit. Gejala kecederaan dingin yang serupa juga diperhatikan pada betik Eksotika yang dibungkus dalam filem PE boleh paut pada 10 °C selama 32 hari (Ali dll. 1992). Kecederaan dingin pada permukaan pada minggu yang kelima didapati telah berkurangan (50%). Walau bagaimanapun, kelihatan pula kesan pertumbuhan kulat (IP, 50%). Kecederaan dingin didapati meningkat semula pada minggu yang keenam dan yang ketujuh bagi buah kawalan. Hal ini menyebabkan penyimpanan buah kawalan tidak diteruskan pada minggu yang kelapan.

Jadual 3. Kesan pembungkusan atmosfera terubahsuai pada gejala kecederaan dingin pada buah betik Eksotika semasa penyimpanan pada 10 °C dan selepas pemindahan buah kepada suhu ambien (28 °C)

Tempoh simpan pada 10 °C (minggu)	Perlakuan	Kecederaan dingin (%)		
		Semasa pada 10 °C	Selepas 2 hari pada 28 °C	Selepas 4 hari pada 28 °C
4	Buah kawalan	100a* (KP)	100a (KP)	100a (KP)
	Buah dibungkus	0	0	3e
5	Buah kawalan	50b (IP)	70b (IP)	100a (KP)
		50b (KP)	70b (KP)	100a (KP)
6	Buah kawalan	100a (KP)	100a (KP)	100a (KP)
	Buah dibungkus	0	0	10d (KP)
7	Buah kawalan	100a (KP)	100a (KP)	100a (KP)
	Buah dibungkus	7d	20d (KP)	40c (KP)
8	Buah dibungkus	35c (KP)	35c (KP)	60b (KP)
LSD 5%		2.47	1.35	0.58

*Setiap nilai ialah min bagi 30 biji buah. Nilai yang berhuruf yang sama di setiap lajur tidak berbeza secara ketara pada tahap 5% dengan ujian DMRT.

KP = kecederaan permukaan

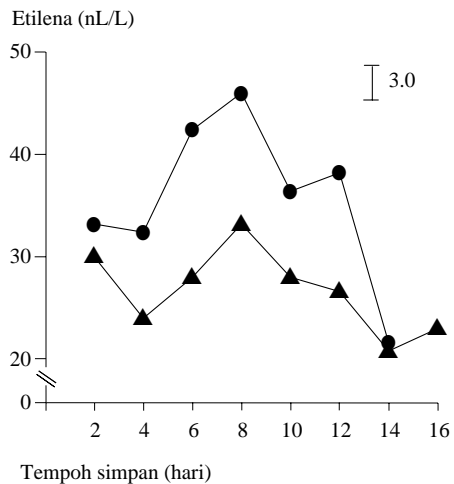
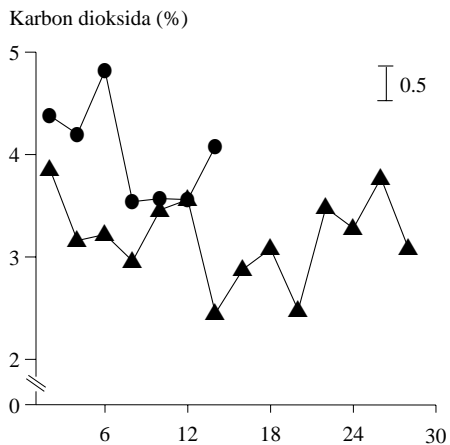
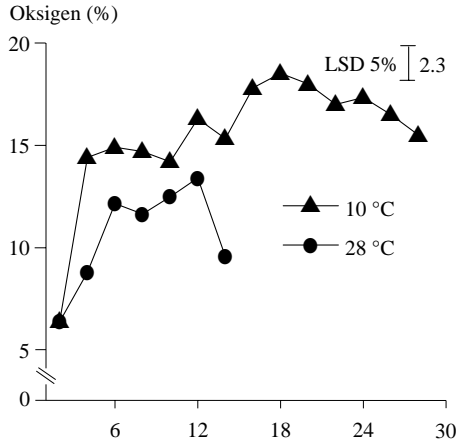
IP = peningkatan kejadian penyakit dan jangkitan kulat

Kecederaan dingin tidak berlaku pada buah yang dibungkus sehingga 6 minggu pada 10 °C. Walau bagaimanapun, kecederaan dingin sebanyak 10% telah dikesan apabila buah yang dibungkus masak iaitu selepas 4 hari buah dipindahkan kepada suhu 28 °C (*Jadual 3*). Gejala kecederaan dingin yang ditunjukkan sama seperti yang diperhatikan pada buah kawalan. Kecederaan dingin ini telah mula dikesan (7%) pada buah yang dibungkus setelah disimpan pada 10 °C selama 7 minggu. Kecederaan yang lebih teruk (35%) juga terdapat pada buah yang disimpan selama 8 minggu. Kecederaan tersebut meningkat apabila buah dipindahkan kepada suhu 28 °C. Walau bagaimanapun, kecederaan tidak begitu teruk dibandingkan dengan yang berlaku pada buah kawalan (*Jadual 3*).

Aras komposisi gas di sekeliling buah

Perubahan aras O₂, CO₂ dan C₂H₄ di atmosfera sekeliling buah semasa penyimpanan pada 10 °C hanya diukur selama 4 minggu manakala pada 28 °C selama 2 minggu (*Rajah 1*) walaupun buah telah disimpan selama 8 minggu pada 10 °C dan 3 minggu pada 28 °C. Hal ini disebabkan oleh tempoh simpan 4 minggu merupakan tempoh simpan yang biasa digunakan (Maharaj dan Sangkat 1990; Ali dll. 1992; Latifah dll. 1995, 1997).

Pada umumnya, aras O₂ kelihatan menyusut daripada 21% kepada sekitar 6% pada 2 hari yang pertama penyimpanan. Aras O₂ kemudian meningkat kepada kira-kira 12% bagi buah pada 28 °C dan sekitar 17% bagi buah pada 10 °C. Ada tanda-tanda yang menunjukkan bahawa aras O₂ akan kembali menyusut apabila tempoh simpan dilanjutkan (*Rajah 1*). Penyusutan awal (2 hari yang pertama penyimpanan) aras O₂ kelihatan diiringi oleh peningkatan aras CO₂ iaitu daripada 0.03% kepada kira-kira 4% (*Rajah 1*). Aras CO₂ kemudian menyusut apabila tempoh simpan dilanjutkan bagi buah kawalan dan buah yang dibungkus. Aras C₂H₄ kelihatan menyusut mengikut masa simpan (*Rajah 1*).



Rajah 1. Perubahan aras oksigen, karbon dioksida dan etilena di atmosfera sekeliling buah betik semasa disimpan pada 10°C dan 28°C bagi buah yang dibungkus (setiap titik ialah min 10 biji buah)

Pada umumnya, aras CO_2 dan C_2H_4 di atmosfera sekeliling buah lebih tinggi bagi buah pada 28°C berbanding dengan buah yang disimpan pada 10°C . Hasil yang sebaliknya berlaku bagi aras O_2 .

Komposisi gas yang terhasil di sekeliling buah ini mungkin dipengaruhi sebahagiannya oleh kadar respirasi pada tahap yang lebih tinggi pada 28°C berbanding dengan pada 10°C (Wills dll. 1989). Proses respirasi buah biasanya terencat sekiranya aras O_2 kurang daripada 2% (Kader 1986). Aras O_2 yang rendah pada 10°C akan merencatkan respirasi, di samping merencatkan penghasilan dan tindakan C_2H_4 , justeru itu boleh melambatkan kemasakan buah (Burg dan Burg 1967; Zagory dan Kader 1988). Walau bagaimanapun, kesan suhu yang berbeza pada ketelapan filem PE terhadap O_2 , CO_2 dan C_2H_4 yang berbeza juga boleh mempengaruhi aras gas berkenaan di atmosfera sekeliling buah.

Aras CO_2 yang tinggi di sekeliling buah boleh menyebabkan kecederaan seperti yang berlaku pada pisang Mas (Abdullah dll. 1993). Tiada perubahan yang berlaku pada warna kulit buah betik (*Jadual 2*) dan gejala kecederaan dingin (*Jadual 3*) yang diperhatikan pada 10°C . Keadaan ini menunjukkan kesesuaian aras dan komposisi gas yang terhasil bagi memanjangkan tempoh simpan buah betik.

Pengubahsuaian gas yang terhasil di sekeliling buah juga dipengaruhi oleh ketebalan, ketumpatan dan sifat ketelapan filem pembungkus itu sendiri (Lioutas 1988; Ru dan Ross 1988). Justeru itu, tiada perubahan warna (*Jadual 2*) dan kesan kecederaan dingin (*Jadual 3*) yang teruk berlaku menunjukkan bahawa beg PE yang digunakan dalam kajian ini sesuai untuk penyimpanan buah betik pada 10°C .

Kesimpulan

Gabungan perlakuan suhu rendah (10°C) dan atmosfera terubahsuai kelihatannya berkesan dalam memanjangkan tempoh simpan betik Eksotika melalui kesan

merencatkan kemasakan semasa penyimpanan pada 10°C dan mengurangkan masalah kecederaan dingin. Buah yang dibungkus dan disimpan pada 10°C boleh tahan selama kira-kira 6 minggu, sedangkan buah kawalan hanya boleh disimpan pada 10°C selama 2–3 minggu. Buah yang dibungkus ini juga diterima dengan baik semasa ujian rasa (data tidak diterbitkan). Kerintangan buah yang dibungkus terhadap kecederaan dingin didapati menyusut mengikut tempoh simpan. Masalah kecederaan dingin akan menjadi lebih teruk jika buah disimpan melebihi 7 minggu. Gejala kecederaan dingin akan lebih cepat dilihat apabila buah dipindahkan kepada suhu ambien.

Rujukan

- Abdullah, H., Rohaya, M. A. dan Mohd. Yunus, J. (1993). Improvement on storage of banana (*Musa sp. Mas*) under modified atmosphere. *MARDI Res. J.* **21(2)**: 163–9
- Ali, Z. M., Lazan, H., Selamat, K., Norlela, S. dan Peh, S. H. (1992). Biochemical responses of papaya fruits to chilling temperature. *Proc. Nat. IRPA Sem. (Agric. sector)* **II**: 324–5
- Arie, R. B. dan Zutkhi, Y. (1992). Extending the storage life of 'Fuyu' persimmon by modified atmosphere packaging. *Hort. Sci.* **27(7)**: 811–3
- Ben Yehoshua, S. (1985). Individual packaging of fresh fruit and vegetables in plastic film – a new postharvest technique. *Hort. Sci.* **20**: 32–7
- Biale, J. B. dan Young, R. E. (1981). Respiration and ripening in fruits retrospect and prospect. Dalam *Recent advances in the biochemistry of fruits and vegetables* (Fried, J. dan Rhodes, M. J. C., penyunting) m.s. 1–39. London: Academic Press
- Burg, S. P. dan Burg, E. A. (1967). Molecular requirement for the biological activity of ethylene. *Plant Physiol.* **42**: 144
- Chen, N. M. dan Paull, R. E. (1986). Development and prevention of chilling injury in papaya fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **3(4)**: 639–43
- Forney, C. F., Rij, R. E. dan Ross, S. R. (1989). Measurement of broccoli respiration rate in film-wrapped packages. *Hort. Science* **24(1)**: 111–3
- Gomez, K. A. dan Gomez, A. A. (1984). *Statistical procedures for agricultural research* Ed. ke-2, 680 hlm. New York: Wiley

- 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 Fd. Sci. and Nutrition* **28**: 1–30
- Lam, P. F. dan Sepiah, M. (1989). Pengendalian lepas tuai betik Eksotika untuk pasaran tempatan dan eksport. *Proc. Eksotika Papaya date ? Johor Bahru*, m. s. 117–24. Serdang: MARDI-MAPPS
- Lam, P. F. dan Zaipun, M. Z. (1987). Changes associated with different stages of harvesting and ripening of Eksotika papaya at ambient temperature. *MARDI Res. Bull.* **15(1)**: 21–6
- Latifah, M. N., Zainon, M. A. dan Hamid, L. (1995). Physiological changes in papaya stored at low temperature: Effect of modified atmosphere storage. Kertas kerja yang dibentangkan dalam Persid. kongres sains dan teknologi Malaysia '95, 22–25 Ogos 1995, Kuala Lumpur, 7 hlm. Penganjur: Kementerian Sains, Teknologi dan Alam Sekitar, Malaysia
- (1997). Kesan penggunaan penyerap etilena dalam pembungkusan buah betik Eksotika secara tunggal. *MARDI Res. J.* **24(2)**: 155–62
- Lazan, H. dan Ali, Z. M. (1991). Prospect for extending shelf-life of fresh tropical fruits using permeable film. *18th Asian Packaging Federation Congress* Singapore. C5–C6
- (1993). Research on postharvest technology of papaya at UKM: Strategy and current status. *Proc. Research on postharvest handling for papaya and ciku*. 12–15 Oktober 1992, Melaka, m.s. 143–8. Serdang: MARDI
- Lazan, H., Ali, Z. M. dan Sim, W. C. (1990). Retardation of ripening and development of water stress in papaya fruit seal-packaged with polyethylene film. *Acta Hort.* **269**: 345–58
- Lioutas, T. S. (1988). Challenge of controlled and modified atmosphere packaging: a food company perspective. *Food Technol.* **42(9)**: 78
- Maharaj, R. dan Sangkat, C. K. (1990). Storability of papaya under refrigerated and controlled atmosphere. *Acta Hort.* **269**: 375–85
- Ru, E. R. dan Ross, S. T. (1988). Effects of shrink film wrap on internal gas concentration, chilling injury and ripening of honey melons. *Journal of Food Quality* **11**: 175–82
- Wills, R. B. H., Mc Glasson, G., Lee, T. H. dan Hall, A. G. (1989). Physiology and biochemistry of fruit and vegetables. Dalam *Postharvest and introduction to physiology and handling of fruit and vegetables* (Wills, R. B. H., Mc Glasson, G., Lee, T. H. dan Hall, A. G., penyunting) m.s. 15–38. Westport, Connecticut: Avi Publ. Company Inc.
- Zagory, D. dan Kader, A. A. (1988). Modified atmosphere packaging of fresh produce. *Food Technol.* **42 (9)**: 70–7