

Menunda kerusakan buah sawo (*Manilkara zapota* (L.) van Royen) dengan berbagai lama penyinaran UV-C dan penyimpanan pada suhu rendah

(Extending stroge life of sapodilla ((*Manilkara zapota* (L.) van Royen) with different exposure time of UV-C radiation and low temperature storage)

Sri Trisnowati¹, Suyadi¹, Patmi Sera Wahyuni¹, Nur Adhayati¹

ABSTRACT

Sapodilla (Manilkara zapota (L.) van Royen) is a perishable fruit that exhibits rapid deterioration after harvesting. Low temperature storage has been extensively used to extend the storage life of many fresh commodities, however it is still rarely used for sapodilla. UV-C radiation has been studied for its capability to inhibit fruit ripening and senescence, and hence prolonging the period of fruit salability. This UV-C radiation might be a pre treatment for sapodilla before storage at low temperature. The objective of this research was to extend the storage life of sapodilla fruits by retarding ripening process through UV-C radiation and low temperature storage. Sapodilla fruits were exposed to four levels of UV-C exposure time i.e. 0 (no radiation), 5, 10, and 15 minutes, then stored at room temperature (27,13–28,11oC) and low temperature (16,70–18,13oC). Observations were taken on fruit respiration and ripening, and other related variables. The results showed that there was no interaction between UV-C radiation and storage temperature. The UV-C radiation did not significantly inhibit fruit ripening, thus did not inhibit the fruit senescence and deterioration. Keeping the fruit at low temperature inhibit fruit ripening and prolong its shelf life 6 days longer than those stored at room temperature.

Key words : *Sapodilla, UV-C radiation, low temperature storage, ripening, deterioration.*

PENDAHULUAN

Buah sawo (*Manilkara zapota* (L.) van Royen) mempunyai rasa yang sangat manis dan segar, namun mudah rusak dan tidak tahan lama. Menghambat pematangan buah sawo berarti menunda penuaan (senesen) dan tentu saja menunda kerusakannya.

¹ Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Salah satu metode yang akhir-akhir ini cukup menarik perhatian adalah penggunaan sinar ultra violet C (UV-C, 190-280 nm) untuk menunda kerusakan pasca panen. Berbagai hasil penelitian tentang penggunaan sinar UV-C pada buahan segar menunjukkan bahwa penyinaran UV-C dapat menghambat pelunakan dan menunda pematangan buah, selain pengaruhnya dalam mengendalikan mikroorganisme penyebab busuk. Lama penyinaran berperan penting dalam menjaga mutu komoditas. Penyinaran yang terlalu lama dapat menyebabkan kerusakan jaringan. Hasil penelitian Setyaning (2012) pada buah tomat menunjukkan bahwa penyinaran UV-C selama 10 menit pada jarak 60 cm dari lampu UV-C menunda pematangan buah secara nyata. Penyinaran selama 20 menit memperbesar susut berat, menimbulkan bercak coklat pada permukaan kulit buah dan menurunkan mutu visualnya. BAL dan KOK (2009) melaporkan bahwa penyinaran UV-C selama 10 menit pada jarak 75 cm dari lampu UV-C mempertahankan mutu buah kiwi lebih baik dibanding penyinaran selama 5 dan 15 menit. Penyinaran buah peach dengan sinar UVC selama 3, 5, atau 10 menit secara nyata menurunkan gejala *chilling injury* setelah buah disimpan selama 14 dan 21 hari pada suhu 5 oC yang dilanjutkan dengan penyimpanan selama 7 hari pada suhu 20 oC (Gonzalez-Aguilar *et al.*, 2004).. Penyinaran yang lebih lama (15 dan 20 menit) mendorong terjadinya pencoklatan kulit buah, penyinaran 20 menit bahkan mempercepat kerusakan. Buah yang mendapat penyinaran UV-C selama 3, 5, atau 10 menit melunak lebih lambat dibanding kontrol dan perlakuan lain (Gonzalez-Aguilar *et al.*, 2004). Pada stroberi, penyinaran UV-C pada jarak 30 cm dari buah (4,1 kJ/m²) menghambat pelunakan buah. Hambatan pelunakan buah disebabkan oleh hambatan aktifitas enzim penyebab pelunakan buah (Pombo *et al.*, 2009). Penggunaan sinar UV-C untuk mengurangi kerusakan dan memperpanjang umur simpan buah sawo dapat disarankan mengingat cara ini relatif mudah diterapkan, namun berapa menit waktu penyinaran UV-C yang dapat menghasilkan pengaruh terbaik bagi buah sawo masih harus diteliti.

Penyinaran buah sawo dengan sinar UV-C, diikuti dengan penyimpanan pada suhu rendah diharapkan dapat menunda kerusakan dan memperpanjang umur simpan buah lebih lama dibanding dengan peyinaran UV-C atau penyimpanan pada suhu rendah saja. Tetapi karena buah sawo adalah buah tropis, penyimpanan pada suhu yang dapat mendorong terjadinya *chilling injury* tidak dianjurkan. Menurut Lutz dan Hardenburg (1968) suhu terendah yang aman bagi buah pisang adalah diantara 11 sampai 14oC dan untuk mangga adalah 10 sampai 13oC. Hasil penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa penyimpanan buah sawo pada suhu 10oC selama 18 hari menyebabkan *chilling injury* yang ditandai oleh daging buah yang menghitam. Pada umumnya suhu yang aman bagi buah tropis adalah diatas 15 oC.

Penelitian ini bertujuan untuk menunda kerusakan buah sawo dengan cara menghambat pematangannya menggunakan sinar UV-C dan penyimpanan pada suhu rendah.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Hortikultura, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian UGM. sejak bulan Mei hingga bulan September 2012. Bahan penelitian utama berupa buah sawo, diambil dari dusun Pepe, Kelurahan Trirenggo, Kabupaten Bantul.

Buah sawo yang telah memenuhi kriteria panen menurut petani yaitu buah sudah terlihat penuh tetapi masih keras, dipilih yang tidak cacat atau rusak, bentuk dan besarnya seragam serta tidak memperlihatkan gejala penyakit. Buah yang telah dibersihkan, dibawa ke laboratorium Hortikultura, Fakultas Pertanian UGM. Untuk mengetahui karakter awalnya, diambil 3 sampel secara acak, setiap sampel berisi 3 buah sawo dan dilakukan pengamatan terhadap penampilan buah yang diamati berdasarkan nilai mutu visual atau *visual quality rating* (VQR) menggunakan metoda *scoring* dari Kader *et al.* (1973) yang dimodifikasi, laju respirasi atau produksi CO₂ buah

yang diamati menggunakan metoda titrasi dengan HCl dan BaCl₂ yang dimodifikasi (Anonim, 2010), kekerasan buah yang diamati dengan penetrometer Barreiss Prüfgeratebau GmbH tipe bs 61 II/ BS 61 II 00 Serial-No 2553, padatan terlarut total (PTT) buah yang diukur dengan refraktometer Atago dan kandungan asam tertitrasi (AT) yang diamati dengan metoda titrasi menggunakan 0,1 N NaOH dengan indikator phenolphthalein 1%.

Penelitian menggunakan rancangan faktorial 4 x 2 yang diatur dalam rancangan acak kelompok lengkap (RAKL) dengan tiga blok sebagai ulangan. Faktor pertama adalah lama penyinaran UV-C yaitu 0 menit (tanpa penyinaran UV-C), 5 menit, 10 menit dan 15 menit dan faktor kedua adalah suhu penyimpanan yaitu suhu kamar dan suhu rendah (menggunakan ruang ber AC yang suhunya diatur 20°C).

Setiap blok terdiri atas 8 kombinasi perlakuan, setiap kombinasi perlakuan berisi 30 buah sawo. Kotak UV-C terbuat dari kayu yang dindingnya dilapisi aluminium foil agar penyinaran merata karena aluminium dapat memantulkan sinar. Kotak kayu dilengkapi dengan lampu UV-C superlight 30 Watt. Untuk menjaga keamanan setiap kotak UV-C diberi tutup.

Buah sawo dimasukkan di dalam kotak UV-C dan disinari sesuai dengan waktu penyinaran yang telah direncanakan. Buah tanpa perlakuan penyinaran diletakkan pada suhu ruang sampai seluruh perlakuan penyinaran selesai dilaksanakan. Buah yang telah disinari selanjutnya disimpan di dalam ruangan dengan suhu kamar dan ruangan bersuhu rendah hingga mencapai *VQR* 3 (buruk, kerusakan/cacat serius, tidak terjual). Selama penyimpanan dilakukan pengamatan terhadap laju pematangan, *VQR*, susut berat, laju respirasi, kekerasan, dan umur simpan buah yaitu waktu untuk mencapai *VQR* 3. Karena buah sawo tidak mengalami perubahan warna yang jelas selama proses pematangannya, maka untuk menentukan tingkat kematangannya peneliti menggunakan metode penilaian atau *scoring* yang mengacu kepada Sri Trisnowati *et al.* (2010) yaitu (1) buah sangat keras, tidak beraroma, (2) buah keras, tidak beraroma, (3) buah agak keras (keras >

lunak), tidak bearoma, (4) buah agak lunak (keras < lunak), aroma belum jelas tercium, (5) buah lunak, aroma harum khas sawo dan (6) buah sangat lunak, aroma mulai masam. Buah sawo dengan nilai kematangan 5 dianggap matang optimum. Kematangan buah disajikan sebagai koefisien pematangan (*ripening coefficient*) yang diditung dengan cara sebagai berikut

$$\text{Ripening coefficient (RC)} = \frac{\text{jumlah (score x jumlah buah pada score yang bersangkutan)}}{\text{jumlah buah}}$$

Hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis varian pada tingkat kepercayaan 95%, dilanjutkan dengan uji Duncan pada tingkat kepercayaan 95% apabila hasil analisis varian menunjukkan beda nyata antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada buah, senesen atau penuaan diawali dengan pematangan. Walaupun pematangan merupakan peristiwa yang ditunggu, tetapi ketika buah memasuki fase pematangan, senesen akan segera menyusul dan buah akan mengalami penurunan mutu yang mengarah ke kerusakan. Menunda pematangan berarti menunda senesen dan menunda kerusakan buah. Hasil pengamatan terhadap laju pematangan buah sawo dan beragam variabel yang terkait menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara pengaruh lama penyinaran UV-C dengan suhu ruang penyimpanan.

Buah sawo bahan penelitian memiliki nilai atau score kematangan 1 yang berarti buah masih mentah dan belum mengeluarkan aroma khas sawo dengan . nilai kekerasan rata-rata 98,65 Newton dan *VQR* 9 yang menunjukkan buah sangat baik dan belum mengalami kerusakan. Laju respirasi buah mencapai 250,16 mgCO₂/kg/jam. Kandungan PTTnya telah cukup tinggi (17,83 % Brix) dan kandungan ATnya rendah (0,0356%) . Karakter ini menunjukkan bahwa buah telah masak fisiologis dan siap menjalani pematangan.

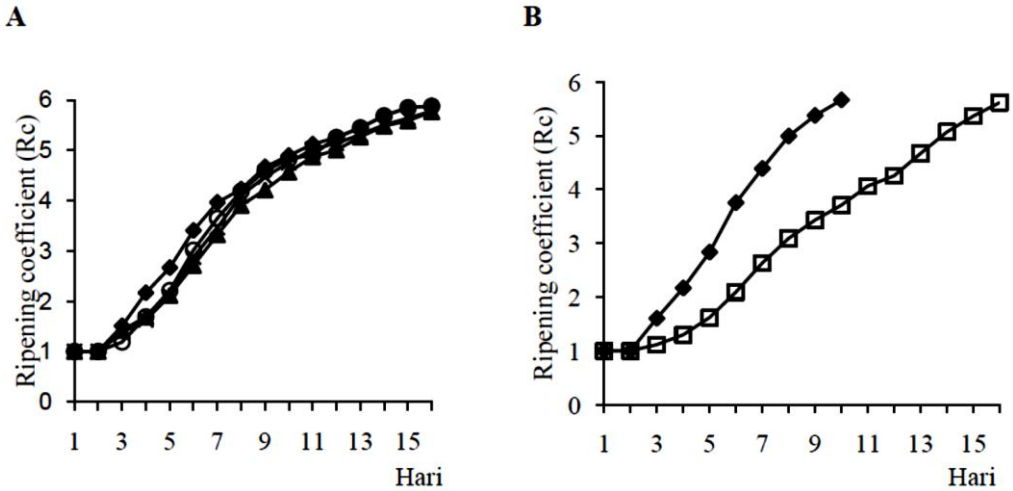
Selama penyinaran buah sawo berlangsung, rata-rata suhu di dalam kotak UV-C tercatat 29,44°C untuk penyinaran selama 5 menit, 30,33°C untuk penyinaran 10 menit dan 31,11°C untuk penyinaran selama 15 menit. Dari catatan suhu tersebut terlihat bahwa semakin lama penyinaran, suhu dalam kotak UV-C semakin tinggi, rata-rata terjadi peningkatan sebesar 1oC. Selama penyimpanan, suhu di dalam ruangan bersuhu kamar berkisar antara 27,13 – 28,11°C dengan kelembaban relatif 56,57 - 66,60%, sedang di dalam ruang ber AC, meskipun suhu diatur 20°C, namun suhu tercatat adalah 16,70 – 18,13°C dengan kelembaban relatif 57,84 - 69,27%.

Lama penyinaran UV-C tidak menghasilkan laju pematangan buah sawo yang berbeda nyata (Gambar 1A). Buah sawo, baik tanpa penyinaran atau dengan penyinaran UV-C, matang optimum ($R_c = 5$) setelah 10-11 hari. Penambahan waktu penyinaran lima menit meningkatkan suhu di dalam kotak UV-C lebih kurang 1oC. Peningkatan suhu dalam kotak UV-C tersebut hanya dialami buah sawo dalam waktu singkat, sehingga tidak mempercepat proses metabolisme yang berperan dalam pematangan dan buah sawo matang dalam kecepatan yang relatif sama.

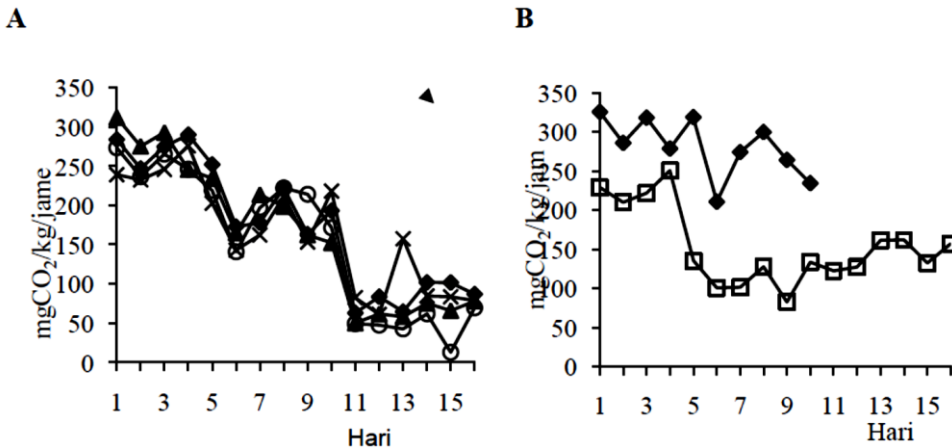
Penundaan pematangan terlihat jelas pada buah sawo yang disimpan pada suhu rendah (Gambar 1B). Buah yang disimpan pada suhu rendah (16,70 – 18,13oC) memperlihatkan laju pematangan yang nyata lebih lambat (mencapai matang optimum rata-rata 14 hari) dibandingkan buah sawo pada suhu kamar (27,13 – 28,11oC) yang mencapai matang optimum dalam waktu rata-rata 8 hari.

Seperti pengaruhnya terhadap pematangan buah, pengaruh lama penyinaran UV-C terhadap laju respirasi buah tidak nyata (Gambar 2A). Hasil ini tidak sejalan dengan hasil penelitian Gonzales-Aguilar *et al.* (2009) yang melaporkan bahwa penyinaran UV-C meningkatkan laju respirasi buah pir. Pada buah klimakterik seperti sawo, respirasi dapat menjadi indikator pematangan buah. Selama proses pematangannya, buah sawo akan memperlihatkan puncak respirasi klimakteriknya, seperti digambarkan oleh

Zhong Qiuping *et al.* (2006). Dalam penelitian ini, laju respirasi buah sawo fluktuatif, sehingga puncak klimakterik kurang jelas terlihat (Gambar 2A). Puncak klimakterik diduga terjadi antara hari ke 6 sampai hari ke 11.



Gambar 1. Laju pematangan buah sawo selama penyimpanan A. Setelah disinari dengan sinar UV-C selama 0 menit atau tanpa penyinaran (◆), 5 menit (○), 10 menit (▲) dan 15 menit (×); B. Pada suhu kamar (◆) dan suhu rendah (□).



Gambar 2. Laju respirasi buah sawo selama penyimpanan A. setelah disinari dengan sinar UV-C selama 0 menit atau tanpa penyinaran (◆), 5 menit (○), 10 menit (▲) dan 15 menit (×); B. Pada suhu kamar (◆) dan suhu rendah (□).

Pola respirasi sedikit lebih jelas terlihat pada pengaruh suhu penyimpanan (Gambar 2B), walaupun juga fluktuatif. Pada suhu kamar, kecepatan respirasi buah cenderung menurun sampai hari keenam, kemudian naik dan mencapai puncaknya pada hari kedelapan, selanjutnya menurun. Pada suhu rendah (16,70 – 18,13oC) laju respirasi buah nyata lebih lambat. Setelah respirasi menurun sampai hari kesembilan, puncak respirasi terlihat pada hari ke 13 -14 sejalan dengan pematangan buah.

Selama penyimpanan, berat buah menurun karena respirasi dan transpirasi masih berjalan. Peristiwa ini tidak dapat dicegah, tetapi dapat diperlambat melalui penanganan pasca panen yang baik. Susut berat yang diamati ketika buah dari salah satu perlakuan matang menunjukkan bahwa penyinaran UV-C dan penyimpanan pada suhu rendah tidak menghambat penurunan berat buah sawo (Tabel 1).

Tabel 1. Susut berat dan kekerasan buah sawo setelah mendapat penyinaran UV-C dan disimpan pada suhu yang berbeda.

Perlakuan	Saat buah dari salah satu perlakuan matang optimum		Saat buah dari setiap perlakuan matang optimum	
	Susut berat (%)	Kekerasan (Newton)	Susut berat (%)	Kekerasan (Newton)
Lama penyinaran UV-C :				
Tanpa UV-C	11,73 a	76,77 a	18,94 b	55,66 a
UV-C 5 menit	11,14 a	77,37 a	22,73 a	46,14 a
UV-C 10 menit	11,56 a	75,07 a	22,11 a	48,29 a
UV-C 15 menit	11,29 a	77,27 a	21,96 a	52,15 a
Suhu penyimpanan :				
Suhu kamar	11,25 p	69,38 q	16,00 q	51,82 p
Suhu rendah	11,60 p	83,86 p	26,86 p	49,30 p
Interaksi	(-)	(-)	(-)	(-)
CV (%)	9,97	6,69	10,59	24,96

Keterangan: (-) tidak ada interaksi antara lama penyinaran dengan suhu ruang penyimpanan.

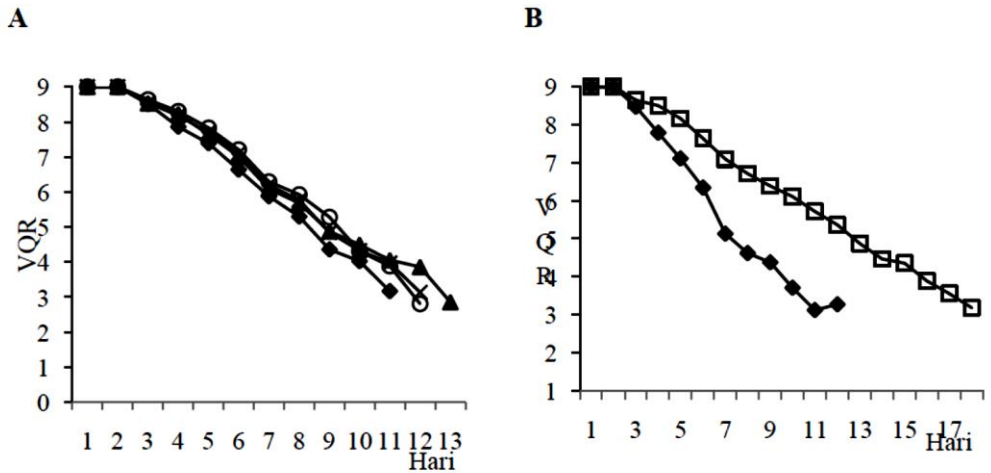
Rerata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%.

Pengaruh lama penyinaran UV-C dan suhu penyimpanan terhadap susut berat baru terlihat nyata setelah buah dari semua perlakuan matang optimum (Tabel 1). Susut berat buah yang mendapat penyinaran UV-C meningkat secara nyata. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian Kasim *et al.*

(2008b) dan Kasim *et al.* (2008a) yang menunjukkan bahwa penyinaran UV-C selama 10 dan 15 menit menyebabkan peningkatan susut berat, masing-masing pada mentimun dan pada *fresh-cut onion*. Susut berat buah sawo yang disimpan dalam ruangan bersuhu rendah justru lebih tinggi daripada susut berat buah yang disimpan pada suhu kamar. Pada suhu rendah buah sawo matang lebih lambat sehingga masa simpannya lebih panjang. Oleh karena itu susut berat yang terakumulasi selama penyimpanan pada suhu rendah menjadi lebih besar daripada susut berat buah pada suhu kamar.

Pengaruh penyinaran UV-C terhadap kekerasan beberapa macam buah menunjukkan hasil yang beragam. Lu *et al.* (1991) *cit.* Hemmaty *et al.* (2007) melaporkan bahwa sinar UV-C tidak berpengaruh nyata terhadap kekerasan buah apel Golden Delicious dan buah dari kelompok Cucurbita, tetapi nyata menunda pelunakan buah stroberi. Penyinaran UV-C selama 15 menit pada apel Red Delicious menghasilkan kekerasan yang lebih tinggi daripada buah tanpa penyinaran (Hemmaty *et al.*, 2007). Dalam penelitian ini buah sawo yang diberi penyinaran UV-C memiliki kekerasan yang tidak berbeda nyata dengan buah tanpa penyinaran (Tabel 1). Buah sawo yang matang optimum memiliki kekerasan 46,14 - 55,66 Newton. Hasil ini sejalan dengan pengaruh UV-C terhadap pematangan buah. Hasil pengamatan terhadap kekerasan buah yang dilakukan ketika buah dari salah satu perlakuan matang menunjukkan bahwa buah sawo yang disimpan pada suhu rendah nyata lebih keras dibanding buah yang disimpan pada suhu kamar. Dengan kalimat lain, penyimpanan buah sawo pada suhu rendah menghambat pelunakannya. Setelah matang, buah yang disimpan pada suhu rendah ternyata mempunyai nilai kekerasan yang tidak berbeda nyata dengan buah yang disimpan pada suhu kamar.

Penampilan buah merupakan salah satu komponen mutu untuk menarik konsumen. Gambar 3A menunjukkan bahwa buah sawo dengan berbagai lama penyinaran UV-C menghasilkan pola penurunan VQR yang tidak berbeda nyata.



Gambar 3. Laju perubahan VQR buah sawo selama penyimpanan A. setelah disinari dengan sinar UV-C selama 0 menit atau tanpa penyinaran (◆), 5 menit (○), 10 menit (▲) dan 15 menit (×); B. Pada suhu kamar (◆) dan suhu rendah (□);

Penyimpanan pada suhu rendah menghambat penurunan mutu visual atau VQR buah sawo (Gambar 3B). Hambatan suhu rendah terhadap penurunan mutu visual sejalan dengan laju pematangan buah. Buah sawo matang lebih cepat pada suhu kamar dan mengalami penurunan VQR lebih cepat daripada buah pada suhu rendah. Tetapi ketika semua buah telah matang optimum, penampilan atau VQR buah yang disimpan pada suhu kamar tidak berbeda nyata dengan buah yang disimpan dalam ruang bersuhu rendah.

Hambatan terhadap penurunan nilai VQR dapat terjadi karena adanya hambatan pada laju respirasi yang berakibat pada hambatan pematangan buah atau hambatan terhadap proses transpirasi. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian Setyaning (2012) yaitu pada hari ke 14 ketika buah tomat yang menerima penyinaran UV-C selama 20 menit matang, susut beratnya lebih tinggi daripada susut berat buah kontrol.

Penelitian ini menggunakan nilai VQR 3 (buruk, kerusakan/cacat serius, tidak terjual) sebagai pedoman untuk menentukan umur simpan buah. Hasil pengamatan terhadap umur simpan buah sawo yang dihitung sejak

buah disimpan setelah mendapatkan penyinaran UV-C hingga mencapai VQR 3 menunjukkan bahwa penyinaran UV-C memperpanjang umur simpan buah sawo tetapi tidak nyata karena hanya 0,67 – 1 hari saja (Tabel 2).

Tabel 2. Umur simpan buah sawo pada berbagai lama penyinaran UV-C dan suhu penyimpanan.

Perlakuan	Umur simpan (hari)
Lama penyinaran UV-C :	
Tanpa penyinaran UV-C	12,50 a
5 menit	13,50 a
10 menit	13,33 a
15 menit	13,17 a
Suhu penyimpanan :	
Suhu kamar	9,92 q
Suhu rendah	16,33 p
Interaksi	(-)
CV (%)	5,84

Keterangan: (-) tidak ada interaksi antara lama penyinaran dengan suhu ruang simpan.

Rerata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%.

Perbedaan umur simpan yang nyata terlihat pada pengaruh suhu penyimpanan. Buah sawo yang disimpan di dalam ruangan bersuhu rendah (16,70 – 18,13oC) mempunyai rata-rata masa simpan 16,33 hari, hampir dua kali masa simpan buah pada suhu kamar (27,13 – 28,11oC) yang hanya 9,92 hari (Tabel 2).

KESIMPULAN

1. Tidak ada interaksi antara lama penyinaran UV-C dan suhu penyimpanan pada variabel yang dikaji.
2. Penyinaran UV-C tidak menghambat laju respirasi dan pematangan buah sawo. Penyinaran UV-C juga tidak memperpanjang umur simpan buah sawo, sehingga tidak menunda kerusakannya.
3. Penyimpanan buah sawo pada suhu rendah (16,70 – 18,13°C) menghambat laju respirasi dan pematangan buah sawo, serta

memperpanjang umur simpannya hingga 6 hari lebih lama dibandingkan buah yang disimpan pada suhu kamar.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2010. Petunjuk praktikum dasar-dasar fisiologi tumbuhan. Laboratorium Ilmu Tanaman Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian UGM.
- BAL, Erdinc and Demir KOK. 2009. Effects of UV-C treatment on kiwifruit quality during the storage period. *Journal of Central European Agriculture* 10 (4) : 375-382. [on line]. hrcak.srce.hr/file/80027. Diakses tanggal 15 Oktober 2011.
- Gonzalez-Aguilar *et al.*, 2004 Gonzales-Aguilar, G. Chien Y Wang and G.J. Buta. 2004. UV-C irradiation reduces breakdown and chilling injury of peaches during cold storage. *J.Sci Food Agric* 84:415-422.[on line]. <<http://ddr.nal.usda.gov/bitstream/10113/19294/1/IND43635241.pdf>>. Publish tanggal 13 november 2004. Diakses tanggal 15 Oktober 2011.
- Hemmaty, S., N.Moallemi, and L.Naseri., 2007. Effect of UV-C radiation and hot water on the calcium content and postharvest quality of apples. *Spanish Journal of Agricultural Research* 2007 5(4), 559-568.[on line] < www.inia.es/sjar>. Accepted: 18-10-07. Diakses tanggal 15 Oktober 2011.
- Kader. A.A., W.J. Lipton and L.L. Morris, 1973. Systems for scoring quality of harvested lettuce. *HORTSCIENCE* 8(5) : 408-409.[on line] <<http://ucce.ucdavis.edu/files/datastore/234-417.pdf>> Diakses tanggal 15 Oktober 2011.
- Kasim, M. Ufuk, R. Kasim, and Süleyman Erkal. 2008a. UV-C treatments on fresh-cut green onions enhanced antioxidant activity, maintained green color and controlled 'telescoping'. *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol.6 (3&4) : 63 - 67 .2 008.[on line]. <www.world-food.com>. diakses tanggal 15 oktober 2011.
- Kasim, R. and Kasim, M.U. 2008b. The effect of ultraviolet radiation (UV-C) on chilling injury of cucumbers during cold storage. *J. Food. Agric. & Environ, (JFAE)* 6(1):50-54.[on line] <<http://www.isfae.org/scientificjournal/2008/issue1/pdf/food/f9.pdf>> diakses tanggal 15 Oktober 2011.
- Lutz dan Hardenburg (1968 Lutz, J.N. and R.E.Hardenburg. 1968. The commercial storage of fruits vegetables and florist and nursery stocks. *Agriculture Handbook* No 66, USDA.
- Pombo, Marina A.; Marcela C. Dotto; Gustavo A. Martínez; Pedro M. Civello. 2009. UV-C irradiation delays strawberry fruit softening and modifies the expression of genes involved in cell wall degradation. *Postharvest*

- Biology and Technology 51 (2009) 141–148.[on line] <<http://www.iib.unsam.edu.ar/php/papiros/pdf/Pombo2009.pdf>. 8 juli 2008>. Publish 8 Juli 2008. Diakses tanggal 15 Oktober 2011.
- Setyaning, U. 2012. Pengaruh lama penyinaran UV-C terhadap mutu dan umur simpan tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). [Skripsi]. Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian UGM.
- Sri Trisnowati, Suyadi Mitrowihardjo, dan Suci Putranti. 2010. Induksi Pematangan Buah Sawo (*Manilkara zapota* (L.) van Royen) Dengan Penggosokan dan Pemeraman Menggunakan Daun Gliriside. Di dalam : Prosiding penelitian hibah Fak. Pertanian UGM 2010.
- Zhong Qiuping, Xia Wenshui¹ and Yueming Jiang.2006. Effects of 1-Methylcyclopropene Treatments on Ripening and Quality of Harvested Sapodilla Fruit. *Food Technol. Biotechnol.* 44 (4) : 535–539. [on line] .