

Pengaruh Lama Penyinaran Uv-C dan Macam Kitosan terhadap Pematangan dan Umur Simpan Buah Sawo (*Manilkara zapota* (L.) Van Royen)

Effect of Duration Time of Uv-C Irradiation and Kind of Chitosan on Ripening and Storage Life of Sapodilla (Manilkara zapota (L.) Van Royen)

Wina Riandari Sa'adi¹⁾, Prapto Yudono^{2*)}, Sri Trisnowati²⁾

¹⁾ Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada

^{2*)} Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada
Penulis untuk korespondensi E-mail: prapto_yudono@yahoo.com

ABSTRACT

Sapodilla (Manilkara zapota (L.) van Royen) is a perishable fruit that exhibits rapid deterioration after harvesting and has a short storability because due to the thin peel and soft flesh of fruit. The appropriate postharvest effort is needed the ripe and make a longer storability. The aim of this research was to study the effect of UV-irradiation time and coating of shrimp and crab chitosan to delay ripening and extend storability of sapodilla. The Research was conducted at the Laboratory of Horticulture, Department of Agriculture, Faculty of Agriculture, Gadjah Mada University since April to June 2015. The experiment was arranged in a Factorial Randomized Completely Block Design consisting of two factors: duration of UV-C irradiation (0 minute, 10 minutes, and 20 minutes) and kind of chitosan (without chitosan, shrimp chitosan, and crab chitosan) with 3 blocks as replications. The results showed that there was an interaction between UV-C irradiation with kinds of chitosan on the rate of ripening, weight loss, VQR, respiration, transpiration, and storability of sapodilla. However, there is no interaction on Total Suspended Solid (TSS) and AT of sapodilla fruit. Therefore, duration of UV-C irradiation and the kind of chitosan does not affect the quality of sapodilla. Combination of 20 minutes UV-C irradiation and crab chitosan coating to delay ripening and extend storage life of sapodilla for the next two or three days.

Keywords: chitosan, sapodilla, storage life, UV-C

INTISARI

Produksi buah sawo cenderung mengalami peningkatan, tetapi semua itu belum dapat memenuhi kebutuhan masyarakat. Oleh sebab itu peluang pengembangan sawo masih cukup besar. Seperti diketahui buah sawo memiliki kulit yang tipis dan daging buah yang lunak ketika buah matang sehingga buah sawo mudah rusak dan memiliki umur simpan yang singkat. Upaya penanganan pasca panen yang tepat dibutuhkan agar dapat menunda pematangan, sehingga mampu memperpanjang umur simpan. Penelitian ini bertujuan untuk menunda pematangan dan memperpanjang umur simpan buah dengan menggunakan penyinaran Ultra Violet C (UV-C) dan pelapisan kitosan udang dan kepiting. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Lengkap yang terdiri dari dua faktor yaitu lama penyinaran UV-C (0 menit, 10 menit, dan 20 menit) dan macam kitosan (tanpa kitosan, kitosan udang, dan kitosan kepiting). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara lama penyinaran dengan

macam kitosan terhadap laju pematangan, susut berat, VQR, respirasi, transpirasi, dan umur simpan buah sawo. Namun tidak terdapat interaksi pada kandungan Padatan Total Terlarut (PTT) dan Total Asam Tertitrasi (TAT) buah sawo. Kombinasi penyinaran sinar UV-C selama 20 menit dengan pelapisan kitosan kepiting mampu menunda pematangan dan memperpanjang umur simpan buah sawo selama dua hingga tiga hari.

Kata kunci: sawo, UV-C, kitosan, umur simpan, mutu buah

PENDAHULUAN

Di Indonesia peluang pengembangan sawo cukup besar namun sampai saat ini buah sawo belum banyak diekspor melainkan baru dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Pematangan buah sawo tergolong cepat karena buah sawo termasuk buah klimaterik. Apabila penanganan pasca panen pada buah klimaterik kurang baik sedangkan proses pematangan buah yang cepat maka dapat menyebabkan buah mudah mengalami kerusakan. Oleh karena itu, diperlukan perlakuan khusus selama penyimpanan untuk memperlambat pematangan, kerusakan, dan meminimalkan kerugian dan mempertahankan komoditas tetap segar sejak dipanen hingga dikonsumsi.

Metode yang telah digunakan untuk memperpanjang umur simpan hasil panen hortikultura antara lain adalah penggunaan sinar UV-C dan pelapisan dengan menggunakan kitosan sebagai *edible coating*. Sinar ultraviolet (UV) adalah sinar tidak tampak yang merupakan bagian energi yang berasal dari matahari. Perlakuan UV-C dapat menunda kematangan dan relatif mempertahankan kekerasan buah (Eivazi *et al.*, 2011). Telah dilaporkan bahwa paparan UV-C selama 10 menit dengan energi sebesar $4,93 \text{ kJm}^{-2}$ dapat mencegah pembusukan dan menjaga kualitas pascapanen mangga Tommy Atkins (Gonzales *et al.*, 2007).

Coating adalah suatu metode pemberian lapisan tipis pada permukaan buah untuk menghambat keluarnya gas, uap air, dan menghindari kontak dengan oksigen, sehingga proses pemasakan dan pencoklatan buah dapat diperlambat. Kitosan merupakan bahan *edible coating* yang telah diproduksi secara komersial. Bahan dasar kitosan yang berasal dari limbah cangkang *Crustaceae* merupakan kelebihan dari kitosan karena harga bahan baku yang relatif murah dan terjangkau serta teknik pelapisan yang mudah menyebabkan cara ini dapat diaplikasikan oleh petani. Pelapisan kitosan pada produk hortikultura terhitung aman dan tidak berbahaya bila ikut dikonsumsi bersama buah. Pada penelitian ini kitosan yang digunakan adalah kitosan udang dan kitosan kepiting dengan kadar 2,5%. Kadar 2,5% juga merupakan

kadar yang optimal memperpanjang umur simpan dan menjaga mutu buah stoberi (Karina, 2012), pengawetan buah duku (Trisnawati, 2013), dan kadar kitosan optimum untuk menunda pematangan dan pemanjangan umur simpan buah sawo adalah kadar 2,6% (Kurniawan, 2013).

Kombinasi perlakuan menggunakan sinar UV-C dan kitosan dapat meningkatkan pengaruh yang baik untuk memperpanjang umur simpan buah sawo. Namun saat ini informasi mengenai penggunaan UV-C dan pelapisan kitosan masih jarang ditemui. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk mengetahui kombinasi lama penyinaran dan macam kitosan yang tepat untuk memperpanjang umur simpan buah sawo tanpa mengurangi mutu buah tersebut. Selain itu dapat pula digunakan sebagai kajian untuk menambah dan melengkapi informasi yang sudah ada.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama penyinaran UV-C dan macam kitosan terhadap pematangan dan umur simpan buah sawo (*Manilkara zapota* (L.) van Royen) dan mendapatkan kombinasi lama penyinaran UV-C dan macam kitosan yang dapat memperpanjang umur simpan buah sawo.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan mulai bulan April sampai Juni 2015 di Laboratorium Hortikultura, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Bahan yang digunakan adalah buah sawo (*Manilkara zapota* (L.) van Royen), larutan asam asetat 1%, indikator Phenolphtalein 1%, kitosan udang, kitosan kepiting, larutan NaOH 0,1 N, larutan NaOH 0,2 N, larutan HCl 0,1 N, larutan BaCl₂ 20%, dan akuades. Alat-alat yang digunakan adalah kotak UV-C (130 x 70 x 30 cm), pemanas dan pengaduk (Hotplate and Stirrer) Jenway tipe 1100, timbangan digital Shimadzu UW 4205, pisau, *hand refractometer* Atago, penetrometer Barreis Prufgeratebau GmbH tipe BS 61 II, pipet, erlenmeyer, alat titrasi, mortar, saringan, gelas ukur, termohigrometer, toples dengan volume 1200 ml, *cling wrap* merk klink pak, kertas kobal klorit, kuas, plastik mika bening, isolasi, *cutter*, dan alat tulis.

Penelitian menggunakan Rancangan Faktorial 3 x 3 dengan empat blok sebagai ulangan yang disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL). Faktor pertama adalah lama penyinaran lampu UV-C yang terdiri atas 0 menit penyinaran (U0), 10 menit penyinaran (U1), dan 20 menit penyinaran (U2). Faktor kedua adalah macam kitosan, terdiri atas 0% kitosan (K0), 2,5% kitosan udang (K1), dan 2,5% kitosan kepiting (K2).

Pengamatan dilakukan terhadap sifat fisik meliputi susut berat buah sawo,

kekerasan, VQR, laju respirasi, PTT, dan TAT, dan lama waktu pematangan. Pengamatan susut berat, VQR, dan skor pematangan dilakukan setiap hari. Respirasi dan transpirasi pengamatan dilakukan setiap dua hari sekali. Kekerasan, uji kandungan PTT dan TAT dilakukan di awal pengamatan, saat buah kontrol matang, dan saat setiap buah dari setiap perlakuan matang. Lama waktu pematangan dilakukan pada akhir pengamatan.

Data hasil pengamatan yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan analisis varian dan apabila terdapat beda nyata antar perlakuan dilanjutkan dengan Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf kepercayaan 95%. Analisis data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak The SAS System for Windows 9.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

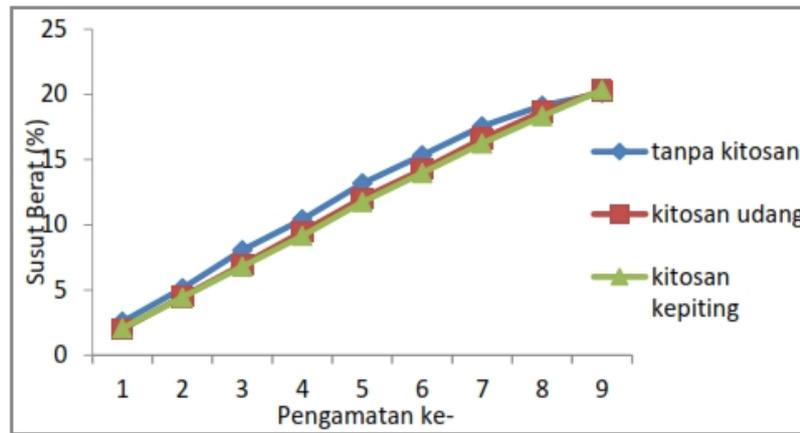
Pengamatan lingkungan terhadap suhu dan kelembaban udara dilakukan setiap hari. Suhu ruang penyimpanan Selama pengamatan, fluktuasi suhu di ruang penyimpanan berkisar antara 29 – 32 °C, sedang kelembaban udara berkisar antara 68 – 73%. Selain pengamatan suhu dan kelembaban ruang penyimpanan dilakukan pula pengamatan suhu dan kelembaban udara di kotak UV-C selama penyinaran. Dari pengukuran yang telah dilakukan didapat hasil bahwa suhu kotak penyinaran UV-C selama 10 menit dari blok 1 sampai blok 4 berkisar 30,5 – 31 °C dengan kelembaban udara berkisar antara 64 – 65 %. Sedangkan kisaran suhu kotak penyinaran UV-C selama 20 menit adalah 31,5 – 32 °C dengan kelembaban udara antara 62 – 64 %.

Tabel 1. Rerata karakter awal buah sawo

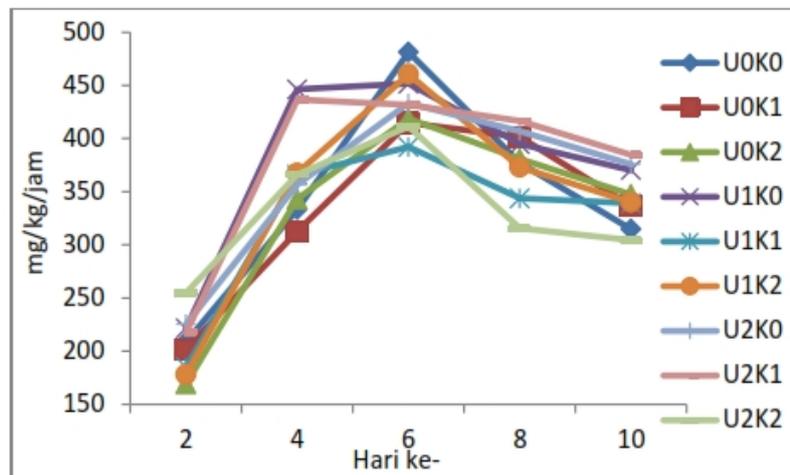
No.	Variabel	Hasil Pengamatan	Keterangan
1	Skor pematangan	1	Sangat keras dan tidak beraroma
2	<i>Visual Quality Rating</i>	9	Sangat baik (segar)
3	Berat buah	65.81 gram	Normal
4	Kekerasan	93.11 N	Sangat keras
5	PTT	21 % Brix	Tinggi
6	TAT	0.24 %	Rendah
7	Respirasi	273.5 mg/kg/jam	Sedang
8	Transpirasi	24.83 menit	Sedang

Pada pengamatan awal buah sawo masih mentah serta aroma khas sawo belum tercium dengan penampilan buah sawo sangat baik dan segar (skor 9). Rerata buah sawo yang digunakan memiliki berat 65,81 gram. Buah masih sangat keras dengan nilai kekerasan 93,11 N. Kandungan padatan total terlarut (PTT) yaitu 21% Brix dan kandungan total asam tertitrasi (TAT) yaitu 0,24% dan dihitung sebagai asam malat.

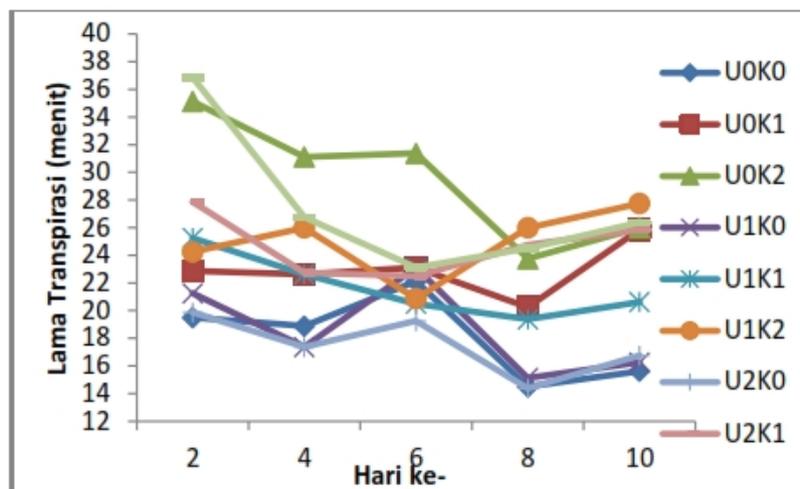
Laju respirasi buah 273,50 mg/kg/jam dan lama transpirasi adalah 24,83 menit (Tabel 1).



Gambar 1. Susut berat buah sawo selama pengamatan



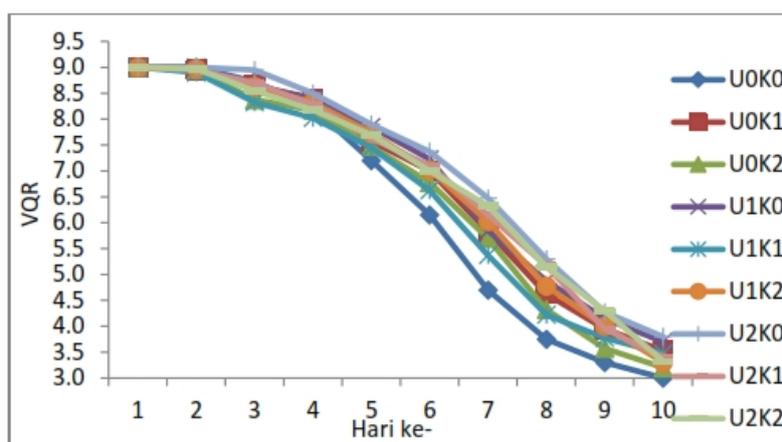
Gambar 2. Laju respirasi buah sawo



Gambar 3. Transpirasi buah sawo

Buah sawo tanpa kitosan memiliki susut berat lebih tinggi dibandingkan susut berat buah sawo dengan pelapisan kitosan udang dan kepiting (Gambar 1). Salah satu faktor yang mempengaruhi susut berat adalah respirasi dan transpirasi yang terjadi di dalam jaringan buah. Meskipun sudah dipanen, buah masih mengalami proses respirasi dan transpirasi. Pada gambar 2 menunjukkan bahwa puncak respirasi buah sawo cukup terlihat yaitu pada hari keempat sampai keenam. Rata-rata laju respirasi yang dialami buah sawo termasuk tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan lama penyinaran UV-C dan macam kitosan tidak mempengaruhi laju respirasi buah sawo.

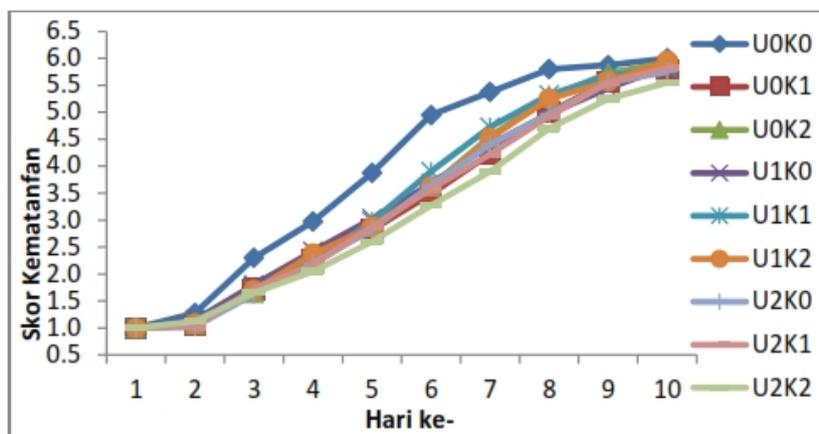
Buah sawo tanpa kitosan cenderung mengalami proses transpirasi yang lebih cepat dibandingkan buah sawo dengan pelapisan kitosan udang dan kepiting. Pelapisan kitosan pada permukaan buah dapat memperkecil kehilangan air akibat terjadinya proses transpirasi di dalam jaringan buah. Hal ini terlihat dari gambar 3 yang menunjukkan bahwa buah sawo yang diberi pelapis kitosan baik kitosan udang maupun kepiting cenderung mengalami proses transpirasi yang lebih lambat, sedangkan buah sawo yang disinari UV-C dengan lama penyinaran yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap transpirasi buah sawo. Susut berat dalam jangka waktu singkat lebih banyak disebabkan oleh transpirasi daripada proses respirasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa buah sawo yang diberi pelapisan kitosan kepiting umumnya memiliki penyusutan berat yang lebih rendah. Hal ini disebabkan karena kitosan kepiting dapat membuat lapisan yang lebih kuat dan kompak sehingga respirasi dan transpirasi berjalan lambat.



Gambar 4. *Visual quality rating* (vqr) buah sawo selama pengamatan

Secara umum buah sawo yang diberi lapisan kitosan memiliki VQR rendah dibanding buah sawo tanpa pelapisan kitosan karena noda di kulit buah lebih terlihat

(gambar 4). Dari hasil penelitian ini sawo dengan perlakuan penyinaran UV-C 20 menit dan tanpa pelapisan kitosan memiliki nilai VQR paling tinggi. Secara umum buah sawo yang diberi lapisan kitosan memang memiliki VQR rendah dibandingkan buah sawo tanpa pelapisan kitosan.



Gambar 5. Laju pematangan buah sawo selama pengamatan

Hingga hari kesepuluh setelah perlakuan buah tanpa penyinaran UV-C (0 menit) dan tanpa kitosan memiliki laju pematangan nyata paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain (gambar 5). Buah sawo yang diberi penyinaran UV-C 20 menit memiliki laju pematangan yang paling rendah dan baru mencapai matang optimum, padahal buah dengan perlakuan lain mulai mencapai matang optimum pada hari ketujuh dan kedelapan. Menurut Stevens *et al.* (2006) UV-C dapat mengurangi produksi etilen dan pelapisan kitosan dapat menghambat laju respirasi dan transpirasi pada buah. Menurunnya produksi etilen dan laju respirasi buah secara tidak langsung akan menghambat pematangan buah, sehingga buah sawo yang diberi perlakuan penyinaran UV-C dan pelapisan kitosan akan membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mencapai pematangan optimum.

Tabel 2. Kekerasan (N) ketika buah kontrol matang

Perlakuan	Tanpa Kitosan	Kitosan Udang	Kitosan Kepiting	Rerata
UV 0 menit	37.66 b	56.01 a	57.54 a	50.40
UV 10 menit	52.48 ab	53.49 ab	67.13 a	57.96
UV 20 menit	57.14 a	65.64 a	67.83 a	63.53
Rerata	49.09	58.38	64.16	57.25 (+)
CV (%)				28.68

Keterangan: Nilai dengan diikuti huruf yang berbeda menunjukkan ada beda nyata antar perlakuan pada uji DMRT dengan tingkat kepercayaan 95%.

Tabel 3. Kekerasan (N) ketika buah dari masing-masing perlakuan matang

Perlakuan	Tanpa Kitosan	Kitosan Udang	Kitosan Kepiting	Rerata
UV 0 menit	38.59	42.38	38.76	39.91 a
UV 10 menit	40.91	41.06	49.16	43.71 a
UV 20 menit	38.44	49.81	41.29	43.18 a
rerata	39.13 p	44.42 p	43.07 p	42.24 (-)
CV (%)				32.73

Keterangan: Nilai dengan diikuti huruf yang berbeda menunjukkan ada beda nyata antar perlakuan pada uji DMRT dengan tingkat kepercayaan 95%.

Tabel 4. PTT dan TAT ketika buah kontrol matang dan ketika buah dari masing-masing perlakuan matang

Perlakuan	Ketika Buah Kontrol Matang		Ketika Buah dari Salah Satu Perlakuan Matang	
	PTT (% Brix)	TAT (%)	PTT (% Brix)	TAT (%)
Lama Penyinaran UV-C				
0 menit	20.29 a	0.18 a	19.70 a	0.18 a
10 menit	19.68 a	0.16 a	19.46 a	0.15 a
20 menit	19.13 a	0.18 a	20.03 a	0.16 a
Macam Kitosan				
Tanpa kitosan	20.09 p	0.16 p	20.39 p	0.15 p
Kitosan udang	19.65 p	0.16 p	19.88 p	0.17 p
Kitosan kepiting	19.36 p	0.19 p	18.99 p	0.17 p
Interaksi	(-)	(-)	(-)	(-)
CV (%)	12.19	42.95	11.72	40.87

Keterangan: Nilai dengan diikuti huruf yang berbeda menunjukkan ada beda nyata antar perlakuan pada uji DMRT dengan tingkat kepercayaan 95%.

Kekerasan ketika buah kontrol matang hasilnya terdapat interaksi dan beda nyata antara perlakuan satu dengan perlakuan lain dimana terdapat perbedaan pada tingkat kematangannya. Namun pada buah sawo yang matang tidak terdapat interaksi dan beda nyata antar perlakuan karena buah memiliki kekerasan yang hampir sama antara perlakuan satu dengan perlakuan lain meskipun waktu pematangan berbeda. Rata-rata kekerasan pada buah sawo yang matang tersebut berkisar antara 39 – 49 N. PTT buah sawo ketika buah kontrol matang dan ketika masing-masing perlakuan matang tidak terdapat interaksi dan perbedaan yang nyata antara perlakuan lama penyinaran UV-C dengan pelapisan kitosan. Nilai PTT yang dikandung dalam buah sawo tersebut berkisar 19 – 20 % Brix. Nilai TAT yang terkandung dalam buah sawo ketika buah kontrol matang dan ketika buah dari masing-masing perlakuan matang tidak terdapat interaksi dan beda nyata seperti kekerasan dan nilai PTT. Rata-rata nilai TAT buah sawo semua perlakuan adalah 0,17 dan 0,16%. Penyinaran UV-C pada buah berfungsi untuk menginaktifkan mikroorganisme di dalam buah. Sedangkan pelapisan kitosan hanya melapisi bagian luar buah untuk mengurangi difusi gas dari

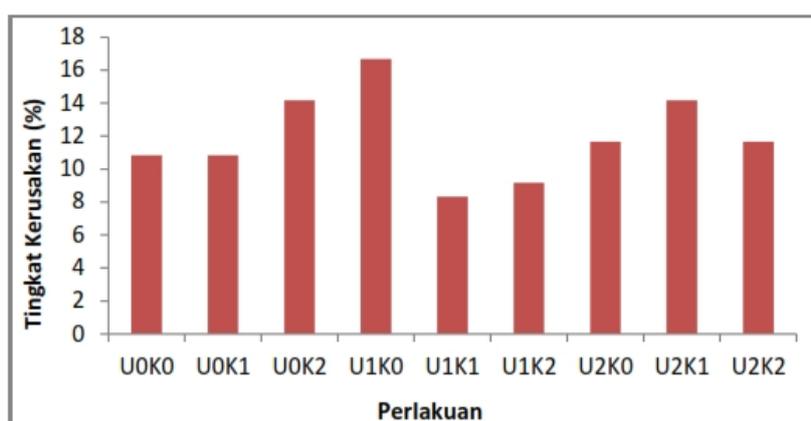
dan ke dalam buah sehingga perlakuan penyinaran UV-C dan pelapisan kitosan tidak mempengaruhi kandungan kimia dalam buah.

Tabel 5. Waktu pematangan buah sawo (hari)

Perlakuan	Waktu Matang	Umur Simpan
U0K0	5.98 d	7.25 d
U0K1	7.50 b	9.08 bc
U0K2	7.50 b	8.53 c
U1K0	7.00 c	8.75 bc
U1K1	7.00 c	8.58 c
U1K2	7.50 c	9.20 b
U2K0	7.75 b	9.03 bc
U2K1	7.78 b	9.25 b
U2K2	8.78 a	10.23 a
Interaksi	(+)	(+)
CV (%)	7.73	14.23

Keterangan: Nilai dengan diikuti huruf yang berbeda menunjukkan ada beda nyata antar perlakuan pada uji DMRT dengan tingkat kepercayaan 95%.

Dari analisis yang telah dilakukan menunjukkan adanya interaksi dan beda nyata antara lama penyinaran dengan macam kitosan. Waktu pematangan paling cepat adalah buah kontrol yaitu 5,98 hari dengan umur simpan hingga 7,25 hari (tabel 5) sedangkan waktu pematangan paling lama adalah perlakuan lama penyinaran UV-C 20 menit dan pelapisan kitosan keping yaitu 8,78 hari dengan umur simpan hingga 10,23 hari. Dari penelitian ini sawo dengan perlakuan penyinaran 20 menit dan pelapisan kitosan keping mampu memperpanjang umur simpan sawo hingga dua sampai tiga hari jika dibandingkan dengan sawo dengan penyinaran 0 menit dan tanpa pelapisan kitosan.



Gambar 6. Tingkat kerusakan (%) buah sawo

Tingkat kerusakan buah sawo dari semua perlakuan bervariasi antara 8 – 18%. Dari gambar 6 terlihat bahwa buah sawo dengan penyinaran 10 menit dan pelapisan kitosan udang memiliki tingkat kerusakan yang paling rendah yaitu hanya 8%

sedangkan buah sawo yang tidak dilapisi dengan kitosan memiliki tingkat kerusakan yang paling tinggi meskipun buah sawo tersebut telah diberi penyinaran UV-C selama 10 menit. Hal ini diduga karena pada perlakuan tanpa kitosan tersebut mengalami laju respirasi dan transpirasi yang tinggi karena buah tidak dilapisi kitosan. Laju respirasi dan transpirasi yang tinggi menyebabkan kelembaban buah menjadi tinggi sehingga memicu perkembangan jamur. Buah sawo yang rusak disebabkan oleh jamur *Phytophthora palmivora* Butl. Mula-mula buah berbercak-bercak kecil berwarna hitam atau cokelat kemudian melebar dan menyatu secara tidak beraturan. Lama kelamaan daging buah membusuk dan berair serta tercium aroma masam. Ketika jamur menginfeksi buah sawo yang masih mentah menyebabkan setengah bagian dari buah sawo menjadi busuk, lembek, dan berair dengan aroma dan rasa yang masam namun setengah bagian lagi masih agak keras dan bergetah. Pada penelitian ini buah sawo yang telah diberi penyinaran UV-C masih tetap terkena penyakit. Pada penelitian ini buah sawo dengan penyinaran UV-C selama 10 menit dan tanpa pelapisan kitosan memiliki tingkat kerusakan buah yang paling tinggi daripada perlakuan lain.

KESIMPULAN

Kombinasi penyinaran UV-C selama 20 menit dengan pelapisan kitosan kepiting mampu menunda pematangan dan memperpanjang umur simpan buah sawo selama dua hingga tiga hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Eivazi, A., H. Karimi, and H. Yousef-Zadeh. 2011. The effect of uv-c irradiation and kitosan concentration on post harvest traits of apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruit. *Technical Journal of Engineering and Applied Sciences*, 1: 111 – 117.
- Gonzalez, A., R. Z. Galtica., dan M. E. T. Hernandez. 2007. Improving postharvest quality of mango 'haden' by uv-c treatment. *www.sciencedirect.com*. Diakses 5 Maret 2015.
- Karina, A. R. 2012. *Pengaruh macam dan kadar kitosan terhadap mutu dan umur simpan buah stroberi (Fragaria x ananasa Duch)*. Skripsi.. Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada.
- Kurniawan, D., S. Trisnowati, dan S. Muhartini. 2013. Pengaruh macam dan kadar kitosan terhadap pematangan dan mutu buah sawo (*Manilkara zapota* (L.) van Royen). *Vegetalika*, 2: 21 – 30.
- Stevens, J. L., C. L. Wilson, J. Y. Lu, V. A. Khan, E. Chalutz, S. Drogby, M. K. Kabwe, Z. Haung, O. Adeyeye, D. L. Pusey, M. E. Wisniewski, and M. West. 1996. Plant hormesis induces by uv light-c for controlling postharvest diseases of tree fruits. *Crop Production*, 15: 129 – 134.

Wina Riandari Sa'adi et al. / Vegetalika. 2015. 4(4): 68-78

Trisnawati, E., D. Andesti, dan A. Saleh. 2013. Pembuatan kitosan dari limbah cangkang kepiting sebagai bahan pengawet buah duku dengan variasi lama pengawetan. *Jurnal Teknik Kimia*, 9: 17 – 26.