

**PENGARUH LAMA PENYINARAN UV-C TERHADAP MUTU DAN UMUR
SIMPAN TOMAT (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**

**The Effect of Duration of UV-C Irradiation on Shelf Life and Quality of
Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**

Ulia Setyaning¹, Endang Sulistyarningsih², Sri Trisnowati²

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penyinaran UV-C terhadap umur simpan dan mutu buah tomat. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada pada bulan Februari sampai Mei 2011. Penelitian ini disusun menggunakan rancangan acak kelompok lengkap dengan 3 blok sebagai ulangan. Buah tomat yang sudah masak fisiologis (var. Permata) diberi penyinaran UV-C selama 0 menit (kontrol), 5 menit, 10 menit, 20 menit dan disimpan dalam suhu ruang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan penyinaran UV-C selama 10 menit dapat menunda pematangan, meningkatkan kandungan asam tertitrasi serta mempunyai kekerasan buah yang lebih besar dibanding kontrol. Penyinaran UV-C 20 menit memperbesar susut berat buah dan menurunkan nilai kualitas visual. Penyinaran UV-C menimbulkan bercak coklat pada permukaan kulit buah. Waktu penyinaran UV-C optimum adalah 8,6 menit dengan daya simpan tomat 58 hari.

Kata kunci : tomat, umur simpan, UV-C, mutu

ABSTRACT

The aim of this research was to study the effect of duration of UV-C irradiation on quality and shelf life of tomato fruits. The research was conducted at the Laboratory of Horticulture, Agriculture Faculty of Gadjah Mada University from February to May 2011 and arranged in a Randomized Completely Block Design with 3 blocks as replications. Mature-green tomato fruits (Permata varieties) were irradiated with UV-C corresponding to 0 minutes (control), 5 minutes, 10 minutes, 20 minutes and were stored at room temperatur. The results showed that irradiation of UV-C for 10 minutes prolonged fruit shelf life, increased titrable acidity, produced better fruit physical quality and firmness compared those of control. Irradiation for 20 minutes increased weight loss and declined physical quality of fruits. Irradiation with UV-C caused browning of the fruit's surface. Duration optimum of UV-C irradiation was 8,6 minutes resulted in shelf life 58 days.

Keywords: *tomato, shelf life, ultraviolet C, quality*

PENDAHULUAN

Tomat merupakan salah satu produk hortikultura yang banyak diperlukan untuk kebutuhan sehari-hari. Tomat mudah mengalami kerusakan setelah pemanenan, baik kerusakan fisik, mekanis maupun mikrobiologis, padahal sebagian besar dari produk tersebut dibutuhkan dalam keadaan segar

¹Alumni Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

²Fakultas Pertanian Gadjah Mada, Yogyakarta

(Pantastico, 1989). Oleh karena itu, penanganan pasca panen yang memadai sangat diperlukan untuk mempertahankan kesegaran, mencegah susut dan kerusakan tomat.

Penyimpanan yang baik dapat meningkatkan keuntungan produsen, memperpanjang daya guna buah dan dalam keadaan tertentu dapat mempertahankan mutunya (Pantastico, 1989). Hanya sebagian kecil buah tomat yang dipajang di supermarket, sebagian besar tomat berada di gudang penyimpanan sehingga diperlukan penyimpanan yang baik agar kualitas tomat terjaga. Proses selama penyimpanan akan mempengaruhi kualitas akhir produk yang dijual.

Banyak komoditas ekspor Indonesia yang ditolak oleh negara lain karena besarnya kadar bahan kimia yang diaplikasikan selama penyimpanan dan dikhawatirkan akan mengganggu kesehatan manusia. Oleh karena itu perlu dicari metode untuk memperpanjang umur simpannya tanpa meninggalkan residu pada buah tersebut. Salah satu cara tersebut dengan pendinginan dan penyinaran ultraviolet C yang relatif lebih aman bagi konsumen. Buah yang didinginkan pada suhu tertentu dapat memperpanjang umur simpannya, tetapi perlakuan pendinginan memerlukan biaya yang mahal (mesin pendingin) sedangkan penyinaran lampu UV-C relatif lebih terjangkau bagi masyarakat serta lebih efisien dalam penggunaannya. Telah dilaporkan bahwa paparan ultraviolet C selama 10 menit dengan energi sebesar 4,93 kJm⁻² dapat mencegah pembusukan dan menjaga kualitas pascapanen mangga 'Tommy Atkins' (Gonzalez, 2007). Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilihat pengaruh lama penyinaran UV-C terhadap mutu dan umur simpan tomat.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 2 Februari 2011 s/d 8 Mei 2011 di Laboratorium Hortikultura, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Bahan penelitian adalah buah tomat yang berasal dari panen tomat petani di Pakem, Sleman. Bahan lain yang digunakan antara lain larutan Iod 0,01 N, NaOH 0,1 N dan aluminium foil klin pak 37 ½ Sq.Ft. (7.6 m x 45 cm).

Alat yang digunakan antara lain rak kayu tiga susun dengan tinggi 90 cm, lebar 30 cm, panjang 40 cm, lampu UV-C F30T8/GL merk superlight dengan

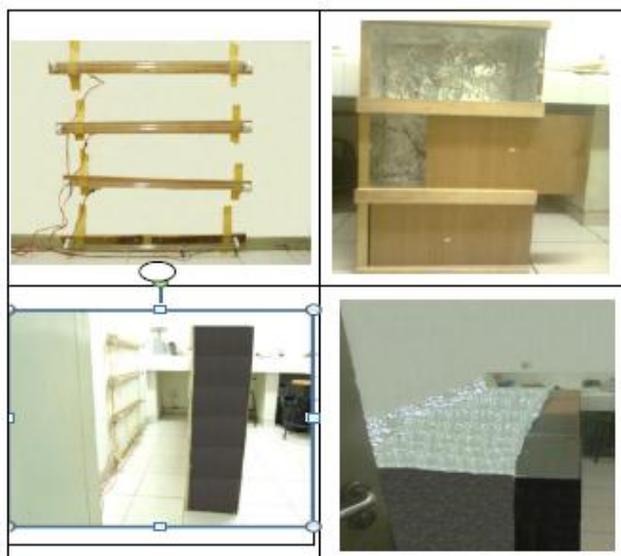
daya 30 watt, timbangan digital (AND GF-6100), pisau, parutan/mortar, labu takar, gelas ukur, biuret, pH meter (S331946 HANNA Made in Mauritius), Termohigrometer (Ref.no.901CF ELE INTERNATIONAL).

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) yang terdiri dari satu faktor dengan 3 ulangan. Rancangan Percobaan Satu faktor yang diteliti yaitu Lama penyinaran lampu UV-C (lampu UV-C berdaya 30 watt sebanyak 4 buah) Aras pada tiap faktor yang diteliti adalah :

Lama penyinaran lampu UV-C

1. Tanpa penyinaran (jumlah buah tomat = 21)
2. 5 menit (jumlah buah tomat = 21)
3. 10 menit (jumlah buah tomat = 21)
4. 20 menit (jumlah buah tomat = 21)

Alumunium foil klin pak 37 1/2Sq.Ft. (7,6m x 45 cm) ditempelkan menyeluruh pada dinding-dinding rak (kanan, kiri, atas, bawah). Empat lampu UV-C superlight 30 watt dipasang di depan rak. Buah tomat yang akan diaplikasikan lampu UV-C dimasukkan ke dalam rak sesuai dengan perlakuan. Jarak lampu UV-C dan rak penelitian adalah 60 cm dengan intensitas cahaya 75 Lux. Jumlah buah pada masing-masing perlakuan yaitu 21 buah. Setiap perlakuan diulang 3 kali sehingga buah tomat seluruhnya menjadi 252 buah. Selanjutnya buah tomat disimpan dalam suhu ruang sampai nilai kualitas visual tomat 3 sesuai..

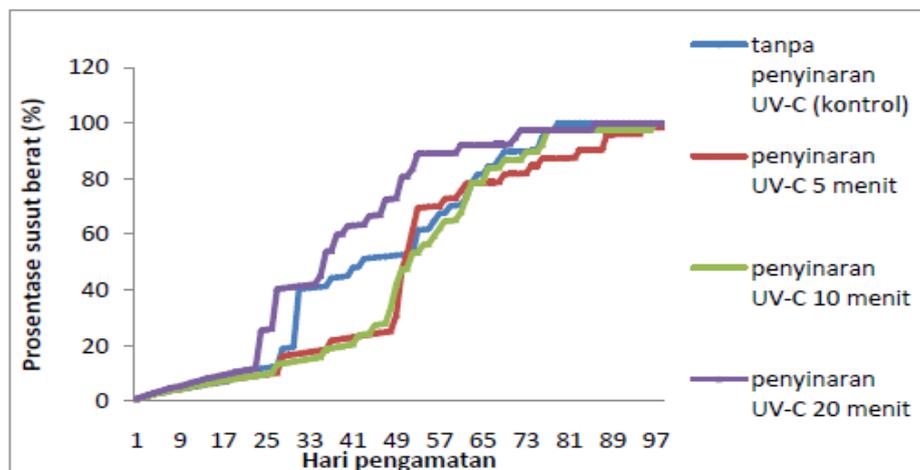


Gambar 1. Penyusunan lampu UV-C dan rak penelitian

Uji organoleptik dilakukan terhadap 3 buah tomat, untuk titrasi digunakan 5 tomat dan pada pengamatan harian digunakan 10 tomat sampel. Pengamatan terhadap suhu, kelembaban, susut berat, warna, nilai kualitas visual, jumlah buah berpenyakit dan buah yang mempunyai bercak coklat dilakukan setiap hari. Pengamatan terhadap padatan terlarut total (PTT), total asam tertitiasi (TAT), derajat keasaman (pH) dan vitamin C dilakukan pada saat buah tomat mencapai matang optimum (nilai indeks warna 5). Data yang diperoleh diuji dengan analisis varian dan bila terdapat beda nyata antar perlakuan maka dilanjutkan dengan uji DMRT taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Variabel yang menunjukkan kualitas fisikokimiawi buah tomat meliputi persentase susut berat, koefisien kematangan buah, nilai kualitas visual, derajat keasaman (pH), padatan terlarut total (PTT), total asam tertitiasi (TAT), kandungan vitamin C, kekerasan buah, jumlah buah yang berpenyakit, jumlah bercak coklat dan umur simpan buah tomat.



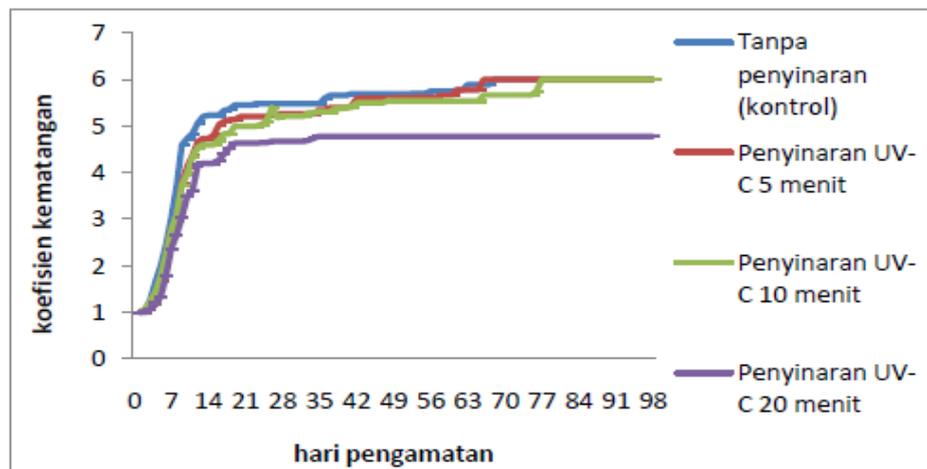
Gambar 2. persentase susut berat (%)

Tabel 1. Berat awal buah (gram) dan rerata persentase susut berat hari ke 14

Perlakuan	Rerata berat awal buah (g)	Rerata persentase susut berat hari ke 14 (%)
tanpa penyinaran UV-C (kontrol)	73,53 a	6,06 b
penyinaran UV-C 5 menit	69,53 a	6,53 b
penyinaran UV-C 10 menit	69,40 a	6,55 b
penyinaran UV-C 20 menit	66,74 a	8,31 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji DMRT dengan taraf kepercayaan 95%.

Pada tabel 1 menyajikan rerata persentase susut berat hari ke 14 karena pada hari tersebut tomat kontrol sudah matang. Berdasarkan grafik persentase susut berat diketahui bahwa pada hari ke 31 sampai hari ke 51, susut berat buah tomat yang diberi penyinaran UV-C sampai dengan 10 menit lebih rendah dibanding kontrol. Penurunan susut berat tomat akibat penyinaran UV-C dipengaruhi oleh permeabilitas jaringan buah. Ruang antar sel kulit buah tomat yang diberi penyinaran UV-C sampai 10 menit lebih rapat sehingga kehilangan air yang terjadi lebih sedikit dibanding kontrol. Pada hari ke 14, persentase susut berat yang paling besar terdapat pada buah yang diberi penyinaran lampu UV-C selama 20 menit. Hal ini diduga karena buah yang diberi penyinaran UV-C selama 20 menit mengakibatkan kerusakan membran.



Gambar 3. koefisien kematangan tomat

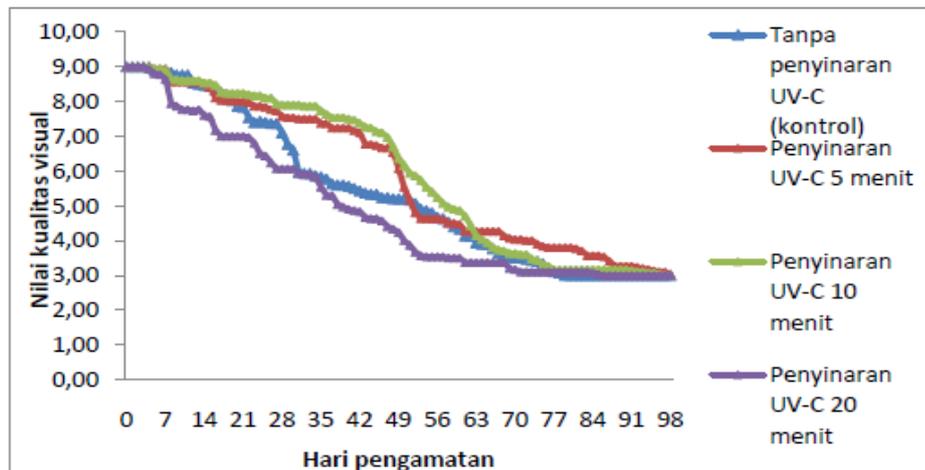
Tabel 2. Koefisien kematangan buah hari ke 14

Perlakuan	Rerata Koefisien kematangan buah hari ke 14
Tanpa penyinaran UV-C (kontrol)	5,23 a
Penyinaran UV-C 5 menit	4,73 b
Penyinaran UV-C 10 menit	4,80 b
Penyinaran UV-C 20 menit	4,30 c

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji DMRT dengan taraf kepercayaan 95%.

Tabel 2 menyajikan rerata koefisien kematangan buah tomat hari ke 14 karena pada hari tersebut buah tomat kontrol (tanpa penyinaran UV-C) sudah matang. Pada penelitian ini penyinaran UV-C selama 20 menit memiliki koefisien kematangan buah yang paling rendah yaitu 4,30. Menurut Maharaj *et al* (2010), pemberian penyinaran UV-C diduga dapat menghambat perombakan pigmen

klorofil sehingga dapat menunda munculnya warna merah pada tomat. Semakin lama penyinaran UV-C maka pematangan buah semakin dihambat. Meskipun demikian, buah tomat dengan penyinaran UV-C sampai dengan 10 menit masih dapat matang secara normal tetapi sebagian besar tomat dengan penyinaran UV-C selama 20 menit belum matang sampai akhir pengamatan (hari ke 98).



Gambar 4. Nilai kualitas visual buah tomat

Tabel 3. Nilai kualitas visual pada hari ke 14

Perlakuan	Rerata nilai kualitas visual hari ke 14
Tanpa penyinaran UV-C (kontrol)	8,46 a
Penyinaran UV-C 5 menit	8,36 a
Penyinaran UV-C 10 menit	8,53 a
Penyinaran UV-C 20 menit	7,60 b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji DMRT dengan taraf kepercayaan 95%.

Pada tabel 3 menyajikan rerata nilai kualitas visual hari ke 14 karena pada hari tersebut buah tomat kontrol sudah matang. Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa penyinaran UV-C selama 20 menit akan mempercepat penurunan nilai kualitas visual tomat. Hal ini dikarenakan pada dosis penyinaran UV-C selama 20 menit, susut berat buahnya relatif tinggi dan terdapat bercak coklat di permukaan kulitnya sehingga buah lebih cepat mengalami kemunduran kualitas dibanding kontrol.

Dari hasil penelitian diketahui bahwa waktu penyinaran UV-C tidak berpengaruh nyata terhadap derajat keasaman (pH) pada buah tomat. Besarnya pH selama penyimpanan dipengaruhi oleh kadar asam yang terkandung dalam jaringan buah. Selama penyimpanan, jumlah asam tertitrasi meningkat sehingga

mengakibatkan pH tomat semakin rendah. Semakin rendah nilai pH maka tomat akan semakin asam.

Tabel 4. Derajat keasaman (pH), padatan terlarut total (PTT) sebelum penyinaran UV-C dan pada saat tomat matang optimum

Perlakuan	Rerata			
	pH awal	pH matang optimum	PPT awal (*Brix)	PPT matang optimum (*Brix)
Tanpa penyinaran UV-C(kontrol)	4,27 a	3,82 a	4,85 a	4,58 a
Penyinaran UV-C 5 menit	4,17 a	4,12 a	4,88 a	4,65 a
Penyinaran UV-C 10 menit	4,18 a	3,88 a	4,91 a	4,13 a
Penyinaran UV-C 20 menit	4,13 a	3,72 a	5,30 a	4,22 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji DMRT dengan taraf kepercayaan 95%.

Dari hasil penelitian diketahui bahwa waktu penyinaran UV-C tidak berpengaruh nyata terhadap derajat keasaman (pH) pada buah tomat. Besarnya pH selama penyimpanan dipengaruhi oleh kadar asam yang terkandung dalam jaringan buah. Selama penyimpanan, jumlah asam tertitrasi meningkat sehingga mengakibatkan pH tomat semakin rendah. Semakin rendah nilai pH maka tomat akan semakin asam.

Kadar kemanisan buah ditentukan oleh kadar PTT dalam buah (Rusdianto, 1995). Menurut Santoso (2000) pada buah tomat selama proses pendewasaan sel, kenaikan kandungan gula sangat kecil bahkan sering tidak terdeteksi. Hal tersebut dikarenakan gula yang dihasilkan terpakai dalam proses respirasi.

Tabel 5. Total asam tertitrasi (TAT), kandungan vitamin C sebelum penyinaran UV-C dan pada saat tomat matang optimum

Perlakuan	Rerata			
	TAT awal (%)	TAT matang optimum (%)	Vitamin C awal (mg/100 g)	Vitamin C matang optimum (mg/100 g)
Tanpa penyinaran UV-C(kontrol)	0,46 a	0,51 c	35,68 a	54,74 a
Penyinaran UV-C 5 menit	0,44 a	0,75 b	48,78 a	65,06 a
Penyinaran UV-C 10 menit	0,37 a	0,98 a	37,39 a	64,28 a
Penyinaran UV-C 20 menit	0,35 a	0,97 a	42,72 a	63,15 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji DMRT dengan taraf kepercayaan 95%.

Berdasarkan penelitian ini, semakin lama waktu penyinaran UV-C maka kandungan total asam tertitiasi buah semakin tinggi. Menurut Vicente *et al.* (2004) setelah dilakukan penyinaran UV-C diduga bahwa kecepatan respirasi buah dapat berkurang.

Barka (2001) melaporkan bahwa penyinaran UV-C dapat menurunkan aktivitas enzim askorbat oksidase. Namun demikian, dalam penelitian ini (tabel 5) diketahui bahwa waktu penyinaran UV-C tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan vitamin C buah tomat. Hal ini karena vitamin C mudah sekali terdegradasi, baik oleh temperatur, cahaya maupun udara sekitar sehingga kadar vitamin C berkurang.

Tabel 6. Kekerasan buah sebelum penyinaran UV-C dan pada saat buah tomat matang optimum

Perlakuan	Rerata kekerasan awal	Rerata kekerasan buah saat matang optimum
tanpa penyinaran UV-C (kontrol)	4 a	2,13 b
penyinaran UV-C 5 menit	4 a	2,33 ab
penyinaran UV-C 10 menit	4 a	2,47 a
penyinaran UV-C 20 menit	4 a	2,13 b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji DMRT dengan taraf kepercayaan 95%.

Dari tabel 6 dapat dilihat bahwa nilai kekerasan buah berpengaruh nyata terhadap waktu penyinaran UV-C. Selama pematangan, kekerasan buah akan mengalami penurunan. Pada penyinaran UV-C selama 10 menit kekerasan buah tomat dapat dipertahankan lebih lama. Hal ini diduga karena penyinaran UV-C dapat menurunkan aktivitas enzim penyusun dinding sel yaitu poligalakturonase dan pektin metil esterase (Barka *et al.*, 2000).

Tabel 7. Jumlah buah berpenyakit dan jumlah buah yang mempunyai bercak coklat

Perlakuan	Jumlah buah berpenyakit	Jumlah bercak coklat
Tanpa penyinaran UV-C (kontrol)	2 b	0 a
Penyinaran UV-C 5 menit	1 a	1 ab
Penyinaran UV-C 10 menit	4 c	5 b
Penyinaran UV-C 20 menit	4 c	24 c

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji DMRT dengan taraf kepercayaan 95%.

Pada tabel 7 dapat dilihat bahwa waktu penyinaran UV-C tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah buah yang berpenyakit. Meskipun secara teori disebutkan bahwa dengan penyinaran UV-C dapat menginaktifkan bakteri dan jamur, tetapi pada kenyataannya buah yang telah diberi penyinaran UV-C masih tetap terkena penyakit. Hal ini karena UV-C dengan dosis tertentu tersebut spesifik terhadap bakteri atau jamur tertentu. Oleh sebab itu, buah tomat yang sudah diberi penyinaran UV-C masih mempunyai kemungkinan untuk terserang patogen (Nana *et al.*, 2008).

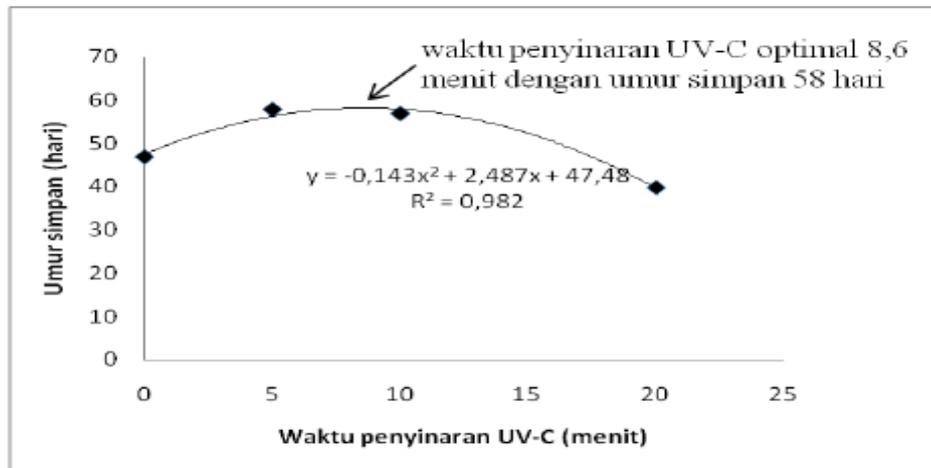
Penyinaran UV-C mengakibatkan bercak coklat pada kulit buah tomat. Buah tomat tanpa penyinaran UV-C (kontrol) pada permukaan kulit buahnya tidak terdapat bercak coklat. Jumlah buah yang mempunyai bercak coklat paling banyak terdapat pada penyinaran UV-C selama 20 menit. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, semakin tinggi dosis penyinaran UV-C maka jumlah buah yang mempunyai bercak coklat semakin banyak.

Tabel 8. Warna buah tomat berdasarkan *munshell color charts* (*value* dan *chroma*) pada saat buah tomat matang optimum (indeks warna=5)

Perlakuan	Rerata warna <i>value</i>	Rerata warna <i>chroma</i>
Tanpa penyinaran UV-C(kontrol)	7,00a	9,20a
Penyinaran UV-C 5 menit	7,00a	8,53a
Penyinaran UV-C 10 menit	6,60a	8,00a
Penyinaran UV-C 20 menit	6,40a	6,66b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji DMRT dengan taraf kepercayaan 95%.

Chroma pada *munshell color charts* menunjukkan tingkat kejernihan (*saturation*) sedangkan *value* menunjukkan tingkat kecerahan (*lightness*) warnanya. Semakin tinggi nilai *value* maka tingkat kecerahan warnanya semakin tinggi. Tabel 8 memperlihatkan *value* pada berbagai perlakuan tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian penyinaran UV-C tidak berpengaruh pada *value*. Pada *chroma* terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan. Nilai *chroma* pada penyinaran UV-C 20 menit merupakan nilai *chroma* yang paling rendah, yaitu 6,66. Warna kulit buah tomat pada penyinaran UV-C selama 20 menit lebih keruh bila dibanding dengan buah kontrol (tanpa penyinaran UV-C). Buah tomat kontrol lebih terlihat merah segar.



Gambar 5. Hubungan antara waktu penyinaran UV-C dan umur simpan

Tabel 9. Umur simpan tomat (hari)

Perlakuan	Rerata Umur Simpan (hari)
tanpa penyinaran UV-C (kontrol)	46,93 bc
penyinaran UV-C 5 menit	57,80 a
penyinaran UV-C 10 menit	56,86 ab
penyinaran UV-C 20 menit	39,86 c

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji DMRT dengan taraf kepercayaan 95%.

Waktu penyinaran UV-C berpengaruh nyata terhadap umur simpan buah tomat. Umur simpan tomat dengan penyinaran UV-C selama 5 menit lebih lama daripada kontrol. Pada penyinaran UV-C selama 20 menit, buah tomat menjadi lebih cepat rusak sehingga umur simpannya menjadi lebih pendek. Berdasarkan gambar 5 hubungan antara waktu penyinaran UV-C dan umur simpan buah tomat yang mengikuti persamaan $y = -0,143x^2 + 2,487x + 47,48$ diperoleh waktu penyinaran UV-C optimum yaitu selama 8,6 menit dengan daya simpan tomat 58 hari.

Sifat organoleptik buah tomat diuji pada 10 orang panelis. Mutu sangat dipengaruhi oleh individu konsumen. Dari tabel 10 dapat diketahui bahwa tidak terdapat beda nyata antar perlakuan pada penampilan, kegemaran, rasa maupun warna buah tomat. Hal ini dikarenakan penilai organoleptik ini bersifat subyektif sehingga penilaian masing-masing orang bisa berbeda. Namun demikian, berdasarkan uji organoleptik ini menunjukkan bahwa penyinaran UV-C tidak mempengaruhi penerimaan konsumen terhadap tomat permata.

Tabel 10. Nilai organoleptik tomat

Perlakuan	Rerata		
	Kegemaran	Rasa	Warna
Tanpa penyinaran UV-C (kontrol)	5,30 a	6,50 a	6,76 a
Penyinaran UV-C 5 menit	5,86 a	6,83 a	7,00 a
Penyinaran UV-C 10 menit	6,03 a	6,56 a	6,93 a
Penyinaran UV-C 20 menit	5,30 a	6,13 a	6,67 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji DMRT dengan taraf kepercayaan 95%.

KESIMPULAN

1. Penyinaran UV-C selama 10 menit dapat menunda pematangan buah, meningkatkan kandungan asam tertitiasi serta mempunyai kekerasan buah yang lebih tinggi dibanding kontrol.
2. Penyinaran UV-C 20 menit memperbesar persentase susut berat buah, menurunkan nilai kualitas visual buah dan menyebabkan buah tomat yang matang optimum berwarna merah keruh
3. Penyinaran UV-C memberikan efek negatif yaitu timbulnya bercak coklat pada permukaan buah tomat.
4. Waktu penyinaran UV-C optimum adalah 8,6 menit dengan daya simpan tomat selama 58 hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada: Dr. Ir. Endang Sulistyaningsih, M.Sc., selaku dosen pembimbing I, Ir. Sri Trisnowati, M.Sc., selaku dosen pembimbing II, Ir. Suyadi, MW M.Sc. selaku dosen penguji, keluarga tercinta bapak Harjono, seluruh staff di laboratorium Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Peretanian, UGM serta teman-teman yang telah banyak membantu dalam penelitian dan penulisan naskah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Barka, E. A. 2001. Protective enzymes against oxygen species during ripening of tomato (*Lycopersicum esculentum*) fruits in response to low amounts of UV-C. Australian Journal of Plant Physiology 28: 785–791.
- EPA. 1999. Wastewater Technology Fact Sheet : Ultraviolet disinfectant. Water office Washington DC.
- Gonzalez, A., R. Zavaleta Gatica, dan M.E. Tiznado Hernandez. 2007. Improving postharvest quality of mango 'Haden' by UV-C treatment. <www.sciencedirect.com>. Diakses 18 Juli 2010.

- Hartuti, N. 2006. Penanganan segar pada penyimpanan tomat dengan pelapisan lilin untuk memperpanjang masa simpan. Buletin Penelitian Tanaman Sayuran.
- Maharaj, R., Joseph, A., P. Nadeu. 2010. UV-C Irradiation of tomato and its effects on color and pigments. *Advances in Environmental Biology* 4: 308-315.
- Nana, S., Putra, U., Thamrin, S. Raharjo. 2008. Ultraviolet Sebagai Alat Disinfektan Penting di Pembenuhan. <<http://www.slideshare.net/putranana/ultraviolet-sebagai-alat-disinfektan-penting-di-pembenuhan>>. Departemen Kelautan Dan Perikanan Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Balai Budidaya Air Payau Takalar. Diakses tanggal 20 November 2011.
- Pantastico. 1989. Fisiologi Pasca Panen, Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayur-sayuran Tropika dan Subtropika. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Pantastico, Er. B. 1997. Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables (Fisiologi Pascapanen, penanganan dan pemanfaatan buah-buahan dan sayur-sayuran tropika dan subtropika. Alih bahasa: Kamariyani). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Santoso, B. 2000. Fisiologi dan biokimia pada komoditas hortikultura panen. <www.fb.unram.ac.id> Diakses tanggal 3 Oktober 2011.
- Vicente A.R., Repice B., Martínez G.A., Chaves A.R., Civello P.M., Sozzi G.O. 2004. Maintenance of fresh boysenberry fruit quality with UV-C light and heat treatments combined with low storage temperature. *J Hort Sci Biotechnol* 79: 246-251.