

STUDI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN PADA TOMAT (*Lycopersicon esculentum*) KONVENSIONAL DAN ORGANIK SELAMA PENYIMPANAN

Eveline*, Tagor Marsillam Siregar, Sanny

Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Pelita Harapan

Jl. UPH Tower, Lippo Karawaci, Tangerang 15811

*e-mail: eveline.fti@uph.edu

Abstrak

Tomat (*Lycopersicon esculentum*) adalah buah yang banyak mengandung senyawa antioksidan (fenolik, flavonoid, vitamin C, dan likopen). Pada produk hortikultura, metode penanaman (konvensional dan organik) merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi aktivitas antioksidan selain faktor masa simpan (0, 3, 6, 9, 12, dan 15 hari). Penelitian ini dirancang untuk mempelajari aktivitas antioksidan dan pengaruh masa simpan terhadap aktivitas antioksidan tomat konvensional dan tomat organik. Awal penelitian dilakukan penentuan pelarut ekstraksi terbaik (etanol dan aseton, 80%). Aseton 80% merupakan pelarut terpilih untuk mengekstrak komponen antioksidan tomat (rendemen 3,39%; IC_{50} 1405,85 mg/100 g buah; total fenolik 11,53 mg GAE/100 g buah; flavonoid 1,81 mg QE/100 g buah; dan vitamin C 8,37 mg asam askorbat/100 g buah). Kandungan fenolik (masa simpan 3 hari) dan likopen didapati lebih tinggi pada tomat organik, sedangkan vitamin C lebih tinggi pada tomat konvensional (masa simpan 9 dan 15 hari). Aktivitas antioksidan tomat menurun pada penyimpanan hari ke-3, naik pada hari ke-6, kemudian kembali turun pada hari ke-9. Total fenolik tomat organik menurun pada hari ke-6, sedangkan tomat konvensional cenderung stabil selama penyimpanan. Kandungan flavonoid tomat menurun sejak penyimpanan hari ke-12. Vitamin C cenderung stabil selama penyimpanan (terutama tomat konvensional). Likopen meningkat selama 9 hari penyimpanan, setelah itu menurun.

Kata kunci: antioksidan, konvensional, organik, penyimpanan, tomat

PENDAHULUAN

Tomat merupakan salah satu jenis buah yang memiliki senyawa polifenol, karotenoid, dan vitamin C yang dapat bertindak sebagai antioksidan. Polifenol pada tomat sebagian besar terdiri dari flavonoid, sedangkan jenis karotenoid yang dominan adalah pigmen likopen (Watson, 2003). Senyawa-senyawa antioksidan tersebut menurut Hayes dan Laudan (2008) dapat menghambat proses oksidasi yang dapat menyebabkan penyakit kronis dan degeneratif.

Beberapa tahun terakhir, banyak ditemukan buah dan sayuran yang ditanam secara organik di Indonesia, termasuk di antaranya adalah tanaman tomat. Zhao (2006) melaporkan bahwa metode penanaman, baik secara konvensional maupun organik dapat mempengaruhi aktivitas antioksidan pada buah dan sayur. Javanmardi dan Kubota (2006) menambahkan bahwa perubahan aktivitas antioksidan juga dapat berlangsung pada suhu rendah selama penyimpanan. Perubahan ini berlangsung oleh karena komponen-komponen yang berpotensi sebagai antioksidan (seperti likopen dan vitamin C) mengalami penurunan selama penyimpanan dingin, (Rice-Evans dan Packer, 2003; Papadopoulos, 2008; Combs, 2008). Berdasarkan kedua faktor pengaruh tersebut, maka perlu dilakukan penelitian untuk menyelidiki perbedaan aktivitas antioksidan pada kedua jenis tomat yang berbeda metode tanamnya dan selama penyimpanan.

Pada penelitian ini akan dilakukan kajian aktivitas antioksidan pada tomat yang ditanam dengan metode yang berbeda (konvensional dan organik) dan pengaruh masa simpan (0, 3, 6, 9, 12, dan 15 hari; suhu 4-7°C) terhadap senyawa antioksidan (fenolik, flavonoid, vitamin C, dan likopen) serta aktivitasnya pada kedua jenis tomat tersebut. Awal dari penelitian akan diselidiki tentang jenis pelarut (aseton dan etanol) terbaik yang dapat digunakan untuk tahap ekstraksi berdasarkan parameter rendemen, total fenolik, flavonoid, vitamin C, dan aktivitas antioksidan pada tomat.

Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi *data base* yang bersifat ilmiah bagi perkembangan ilmu teknologi pangan dan ilmu-ilmu lain yang terkait. Selain itu diharapkan dapat menjadi sumber informasi bagi masyarakat awam dalam pemilihan jenis tomat sebagai konsumsi pangannya dan waktu simpan agar tomat masih berada dalam kondisi antioksidan yang baik.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tomat konvensional “Sinar Barokah” dan tomat organik “Dian Alsita Agro”. Keduanya berukuran seragam dan berwarna merah (tomat matang [90-95 hari]). Selain itu digunakan juga akuades, etanol p.a, aseton p.a, heksana p.a, metanol p.a, reagen *Folin-Ciocalteu*, natrium karbonat, standar asam galat, standar *quercetine*, AlCl_3 , *metaphosphoric acid*, asam asetat glasial, asam askorbat, 2,6 dikloroindofenol, natrium bikarbonat, larutan 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), selenium, K_2SO_4 , H_2SO_4 , H_2O_2 , larutan asam borat, *mixed indicator*, NaOH, HCl, *petroleum benzene*, dan *vaseline*.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik “Ohaus Adventurer”, sendok, pisau, blender “Philips”, *stirrer* “Barnstead/Thermolyne Cimarec”, corong, spatula, *bulp pump*, pipet volumetrik, erlenmeyer, gelas ukur, gelas *beaker*, tabung reaksi, labu *rotary evaporator*, buret, corong pemisah, cawan penguapan, labu kjeldahl, *syphon soxhlet*, kondensor, batu didih, labu lemak, cawan pengabuan, *heater*, *vorteks* “Thermolyne Maxi Mix II Type 37600 Mixer”, *rotary evaporator* “R-210 Buchi”, spektrofotometer *visible* “Thermo spectronic Genesys 20”, lemari es, oven, desikator, alat destilasi kjeldahl, *bunsen burner*, kain, tisu, *aluminium foil*, kotak karton, kertas Whatman no. 1, kertas saring, tali pengikat, dan tanur.

Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu analisis proksimat pada kedua jenis tomat, penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Prosedur penelitian pendahuluan meliputi persiapan sampel tomat organik dan penentuan pelarut terbaik. Penggunaan tomat organik dalam penentuan pelarut dikarenakan tomat konvensional umumnya lebih baik diekstrak dengan aseton 80%, sedangkan tomat organik dapat juga diekstrak dengan pelarut etanol 80% (Toor dan Savage, 2006; George dkk., 2011; Vallverdu-Queralt dkk., 2011).

Pada persiapan sampel dilakukan penyortasian tomat berdasarkan keseragaman ukuran dan warna merah, pencucian tomat, penghancuran tomat (blender), penimbangan bubuk tomat (100 g), pencampuran dengan 250 pelarut (etanol atau aseton, 80%). Setelah itu dilakukan ekstraksi maserasi (4 jam, suhu ruang [$\sim 25^\circ\text{C}$]), penyaringan ekstrak dengan kertas saring Whatman no.1, pemekatan (*rotary evaporator*; 556 mbar, 40°C untuk ekstraksi dengan aseton; 175 mbar, 40°C untuk ekstraksi dengan etanol) dan analisis (rendemen ekstrak, aktivitas antioksidan, total fenolik, flavonoid, vitamin C). Penelitian utama dilakukan dengan prosedur persiapan bahan dan ekstraksi dengan prosedur yang sama seperti prosedur pada penelitian pendahuluan, namun dilakukan pada kedua jenis tomat yang disimpan selama 15 hari dalam kotak karton di suhu *refrigerator* ($4-7^\circ\text{C}$). Setelah ekstraksi, dilakukan analisis aktivitas antioksidan, total fenolik, flavonoid, vitamin C, dan likopen.

Analisis

Analisis proksimat meliputi analisis kadar air (AOAC, 2005), kadar protein (AOAC, 2005), kadar lemak (AOAC, 2005), kadar abu (AOAC, 2005), dan kadar karbohidrat *by difference*. Analisis yang dilakukan pada penelitian pendahuluan dan penelitian utama adalah perhitungan rendemen ekstrak, analisis aktivitas antioksidan dengan metode DPPH (Sanchez-Moreno dkk., 1998), analisis total fenolik dengan metode *Folin-Ciocalteu* (Singleton dkk., 1974), analisis kandungan flavonoid dengan metode kolorimetri (Ramamoorthy dan Bono, 2007), analisis vitamin C dengan metode 2,6 dikloroindofenol (AOAC, 2005), dan analisis likopen (George dkk., 2011).

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian pendahuluan dan penelitian utama adalah rancangan acak lengkap faktorial. Penelitian pendahuluan menggunakan satu faktor (jenis pelarut) dengan dua level (aseton 80% [A_1] dan etanol 80% [A_2]), pengulangan sebanyak tiga kali. Penelitian utama menggunakan dua faktor dengan enam level (2×6) dan dilakukan dua kali pengulangan. Faktor pertama adalah jenis tomat berdasarkan metode penanaman yaitu tomat konvensional (A_1) dan tomat organik (A_2). Faktor kedua adalah lama penyimpanan yaitu hari ke-0 (B_1), hari ke-3 (B_2), hari ke-6 (B_3), hari ke-9 (B_4), hari ke-12 (B_5), dan hari ke-15 (B_6).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Proksimat

Analisis proksimat dilakukan untuk mengetahui kadar air, protein, lemak, karbohidrat, dan kadar abu pada tomat organik dan konvensional. Hasil analisis proksimat dilihat pada Tabel 1. Tomat organik memiliki kadar air, kadar lemak, dan kadar karbohidrat lebih tinggi dibandingkan tomat konvensional, sedangkan tomat konvensional memiliki kadar protein dan kadar abu lebih tinggi dibandingkan tomat organik. Pemberian pupuk pada metode tanam konvensional menyebabkan hal ini terjadi. Hatfield dan Follett (2008) mengatakan bahwa semakin tinggi tambahan nitrogen dari pupuk maka semakin tinggi pula kandungan protein, namun menurunkan kandungan lemak dan gula. Selain itu, adanya penggunaan pupuk buatan pada metode tanam konvensional juga dapat menyediakan mineral-mineral tambahan (seperti nitrogen, fosfor, kalium, magnesium, dan mangan) yang akan meningkatkan total abu (Wiryanta, 2008).

Tabel 1. Hasil analisis proksimat tomat konvensional dan tomat organik

Metode penanaman	Air (%)	Protein (%)	Lemak (%)	Abu (%)	Karbohidrat (%)
Organik	95,44	0,30	0,29	0,38	3,59
Konvensional	95,36	0,56	0,22	0,44	3,42

Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan bertujuan untuk menentukan jenis pelarut terbaik antara aseton 80% atau etanol 80%. Hasil analisis terhadap rendemen ekstrak, aktivitas antioksidan, total fenolik, flavonoid, dan vitamin C dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil uji statistik dengan *t-test* ($\alpha = 5\%$) menunjukkan setiap analisis uji tidak berbeda nyata antara tomat yang diekstrak dengan aseton dan etanol. Hal ini dapat disebabkan indeks polaritas kedua jenis pelarut ini yang tidak berbeda jauh. UNC Eshelman School of Pharmacy (2011) melaporkan bahwa aseton mempunyai konstanta dielektrik sebesar 21, sedangkan etanol sebesar 25. Selain itu, paparan data juga menunjukkan bahwa ekstrak tomat mengandung banyak senyawa polar dan sedikit senyawa semi-polar. Hal ini didasarkan pada ungkapan Troy (2005) bahwa aseton merupakan pelarut semi-polar yang dapat menarik senyawa polar dan semi-polar, sedangkan etanol merupakan pelarut polar yang selektif dan hanya dapat menarik senyawa polar.

Vallverdu-Queralt dkk. (2011) dan Toor dan Savage (2005) melaporkan bahwa komponen antioksidan pada tomat sebagian besar merupakan asam-asam fenolik, flavonoid, dan vitamin C. Menurut Landaniya (2008) dan Giardi dkk. (2011), komponen fenolik dan flavonoid pada tomat ada yang bersifat polar dan ada juga yang bersifat semi-polar tergantung dari banyaknya grup hidroksil yang dimiliki komponen tersebut. Sebagian besar senyawa fenolik tomat bersifat polar sehingga dapat terekstrak oleh aseton. Demikian halnya pada analisis vitamin C, Zumdahl (2007) melaporkan bahwa vitamin C memiliki banyak ikatan polar O-H dan C-O sehingga membuat vitamin C bersifat polar dan dapat terekstrak oleh pelarut aseton maupun etanol (Troy, 2005). Berdasarkan hasil perbandingan analisis rendemen, aktivitas antioksidan, total fenolik, flavonoid, dan vitamin C antara pelarut aseton dan pelarut etanol, maka pelarut yang ditetapkan sebagai pelarut terpilih untuk digunakan pada tahap penelitian selanjutnya adalah pelarut aseton 80%. Selain dikarenakan sifat fungsional aseton yang dapat menarik senyawa polar dan semi-polar, aseton memiliki titik didih yang lebih rendah dibandingkan etanol yaitu masing-masing 56 dan 79°C (Anonim, tanpa tahun) sehingga lebih cepat dan lebih mudah diuapkan dengan *rotary evaporator*.

Tabel 2. Hasil analisis tomat organik dan konvensional dengan pelarut aseton dan etanol

Jenis Pelarut	Rendemen Ekstrak (%)	Aktivitas Antioksidan (IC ₅₀ = (mg / 100 g buah)	Total Fenolik (mg GAE / 100 g buah)	Flavonoid (mg QE / 100 g buah)	Vitamin C (mg as. askorbat / 100 g buah)
Aseton 80%	3,39 ^a	1405,85 ^f	11,53 ^m	0,38 ^s	3,59 ^z
Etanol 80%	3,34 ^a	1495,35 ^f	0,22 ^m	0,44 ^s	3,42 ^z

Keterangan : Nilai dengan notasi sama tidak berbeda nyata ($\alpha = 5\%$); antar parameter uji: tidak dibandingkan

Penelitian Utama

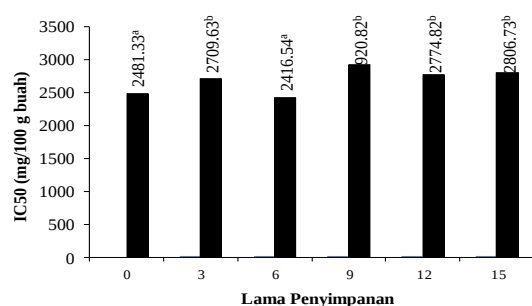
Aktivitas Antioksidan (IC₅₀)

Uji statistik terhadap aktivitas antioksidan (IC₅₀) menggunakan *two way* ANOVA ($\alpha = 5\%$) menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara metode penanaman tomat dengan lama penyimpanan, metode penanaman tomat tidak berpengaruh terhadap IC₅₀ (2636,36-2733,60 mg /100 g buah), dan terdapat pengaruh masa penyimpanan terhadap IC₅₀ (Gambar 1). Vallverdu-Queralt dkk. (2011) menyatakan bahwa kandungan polifenol tomat organik lebih tinggi dibandingkan tomat konvensional oleh sebab keterbatasan nitrogen pada penanaman yang memicu pembentukan polifenol; namun menurut Faller dan Fialho (2010), adakalanya polifenol tidak tersimpan sebagai komponen antioksidan melainkan telah terpakai untuk polimerisasi dan perbaikan jaringan. Hal ini memungkinkan alasan aktivitas antioksidan pada kedua metode penanaman tidak berbeda nyata. Selama penyimpanan, terjadi peningkatan IC₅₀ pada hari ke-3, turun pada hari ke-6, serta naik kembali pada hari ke-9 dan stabil. Calegario dkk. (2000) menyatakan bahwa selama penyimpanan, laju respirasi akan naik kemudian turun dan stabil. Pergerakan laju reaksi sejalan dengan peningkatan atau penurunan komponen fenolik yang memiliki aktivitas antioksidan (Vallverdu-Queralt dkk., 2011). Adanya autooksidasi komponen fenolik dengan oksigen serta proses pembusukan selama penyimpanan juga dapat mendegradasi total fenolik sebagai senyawa antioksidan (Ozlem, 2008).

Total Fenolik

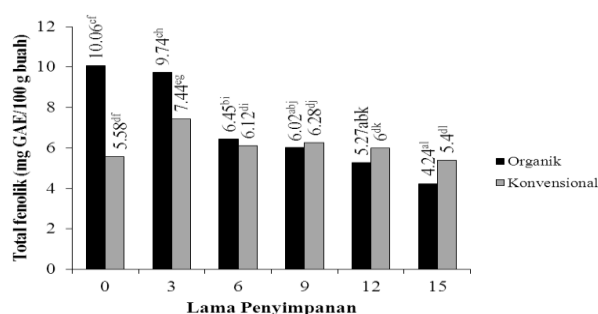
Uji statistik terhadap total fenolik dengan *two way* ANOVA ($\alpha = 5\%$) menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara metode penanaman tomat dengan lama penyimpanan, metode penanaman tomat berpengaruh terhadap total fenolik, dan masa penyimpanan berpengaruh terhadap total fenolik (Gambar 2). Total fenolik berdasarkan perbedaan metode penanaman hanya tampak berbeda saat disimpan 3 hari, tomat organik menghasilkan fenolik lebih tinggi dibandingkan tomat konvensional. Keterbatasan nitrogen pada tomat organik dapat memicu pembentukan polifenol (golongan fenolik), namun secara umum hari analisis masa simpan didapati bahwa total fenolik kedua jenis tomat cenderung sama. Menurut Faller dan Fialho (2010), polifenol adakalanya tidak tersimpan sebagai komponen antioksidan melainkan telah terpakai untuk polimerisasi dan perbaikan jaringan.

Tomat organik mulai mengalami penurunan total fenolik sejak hari ke-6 dan berlanjut sampai hari ke-15, sedangkan tomat konvensional lebih stabil selama 15 hari penyimpanan. Calegario dkk. (2000) dan Vallverdu-Queralt dkk. (2011) melaporkan bahwa laju respirasi tomat (sebagai pemicu pembentukan fenolik) akan menurun pada hari ke-6 penyimpanan kemudian stabil. Selain itu, adanya autooksidasi fenolik dengan oksigen (Ozlem, 2008) serta pemecahan seluler oleh *chilling injury* (Toor dan Savage, 2006) juga menurunkan fenolik tomat selama penyimpanan. Kestabilan total fenolik tomat konvensional disebabkan keberadaan mineral dari pupuk buatan yang terakumulasi lebih banyak pada tomat konvensional, mengingat peranan mineral dalam pertahanan terhadap hama atau serangga telah diperoleh dari pestisida atau fungisida. Keberadaan mineral selanjutnya dikompensasikan untuk memicu pembentukan flavonoid selama penyimpanan sebagai pertahanan diri dari stres oleh suhu rendah dan proses oksidasi (Knowles dkk., 2001). Tabel 1 mendukung data kandungan mineral tomat konvensional (0.44%) lebih tinggi daripada tomat organik (0.38%). Tomat konvensional memiliki Mn lebih tinggi dibandingkan tomat organik sehingga dapat menstimulasi pembentukan flavonoid yang merupakan komponen fenolik (Suarez dkk., 2007; Sulaiman dkk., 2011).



Ket.: nilai dengan notasi sama tidak berbeda nyata ($\alpha = 5\%$)

Gambar 1. Pengaruh masa simpan terhadap IC₅₀



Ket.: nilai dengan notasi sama tidak berbeda nyata ($\alpha = 5\%$)

Gambar 2. Pengaruh metode penanaman dan masa simpan terhadap fenolik

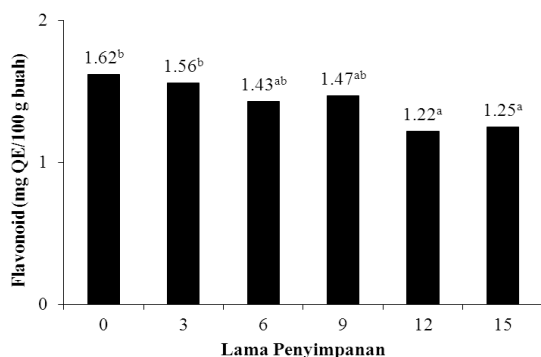
Flavonoid

Uji statistik terhadap total fenolik dengan *two way* ANOVA ($\alpha = 5\%$) menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara metode penanaman tomat dengan lama penyimpanan, metode penanaman tomat tidak berpengaruh terhadap kandungan flavonoid (1,42-1,43 mg QE / 100 g buah), dan masa penyimpanan berpengaruh terhadap kandungan flavonoid (Gambar 3). Sebagian besar senyawa flavonoid pada tomat ada yang bersifat polar dan non-polar tergantung banyaknya grup hidroksil yang dimiliki (Ladaniya, 2008 dan Giardi dkk., 2011), di mana pelarut aseton dan etanol dapat melarutkan senyawa polar tersebut (Troy, 2005). Selama penyimpanan, kandungan flavonoid mengalami penurunan signifikan pada hari ke-12, namun telah dimulai sejak hari ke-6. Goldberg dan British Nutrition Foundation (2003) melaporkan bahwa flavonoid mengalami penurunan pada hari ke-7 dalam suhu *refrigerator*. Komponen flavonoid pada tomat yang mudah rusak selama penyimpanan adalah kaempferol (Rosa dkk., 2010 dan Vallverdu-Queralt dkk., 2011). Proses oksidasi flavonoid oleh oksigen juga menurunkan jumlah flavonoid selama penyimpanan.

Vitamin C

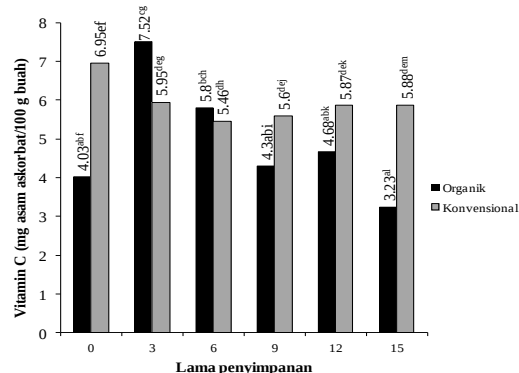
Uji statistik terhadap vitamin C dengan *two way* ANOVA ($\alpha = 5\%$) menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara metode penanaman tomat dengan lama penyimpanan, metode penanaman tomat berpengaruh terhadap vitamin C, dan masa penyimpanan berpengaruh terhadap kandungan vitamin C (Gambar 4). Kandungan vitamin C tomat konvensional lebih tinggi daripada tomat organik pada penyimpanan hari ke-9 dan hari ke-15. Menurut Mengel dkk. (2001), kandungan mineral K dari pupuk buatan yang diserap tanaman tomat konvensional dapat menjadi nutrisi untuk meningkatkan pembentukan vitamin C. Paparan cahaya dan udara yang diterima tomat konvensional dimungkinkan lebih rendah sehingga kerusakan vitamin C lebih minim terjadi (Tocci, 2002).

Selama penyimpanan, tomat organik mengalami peningkatan vitamin C pada hari ke-3, namun kembali turun dan stabil sampai pada hari ke-15, sedangkan tomat konvensional sudah mengalami penurunan vitamin C sejak penyimpanan hari ke-3; namun di hari ke-15, tomat konvensional memiliki kandungan vitamin C lebih tinggi dibandingkan tomat organik. Kandungan vitamin C tomat konvensional lebih stabil dibandingkan tomat organik. Keberadaan mineral K yang diserap dari pupuk buatan serta jumlah paparan cahaya dan udara yang lebih minim merupakan faktor penyebab tomat konvensional memiliki kandungan vitamin C yang lebih tinggi dibandingkan tomat organik (Mengel dkk., 2001 dan Tocci, 2002). Secara umum, vitamin C hanya sedikit mengalami penurunan selama penyimpanan. Sinclair (1972) juga melaporkan hal serupa bahwa baik tomat konvensional maupun organik, tidak mengalami penurunan signifikan selama penyimpanan dingin. Kondisi penyimpanan minim cahaya (kota karton) juga mendukung hal ini.



Ket.: nilai dengan notasi sama tidak berbeda nyata ($\alpha = 5\%$)

Gambar 3. Pengaruh masa simpan terhadap flavonoid



Ket.: nilai dengan notasi sama tidak berbeda nyata ($\alpha = 5\%$)

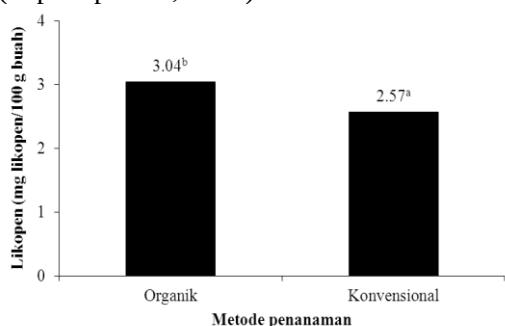
Gambar 4. Pengaruh metode penanaman dan masa simpan terhadap vitamin C

Likopen

Uji statistik terhadap vitamin C dengan *two way* ANOVA ($\alpha = 5\%$) menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara metode penanaman tomat dengan lama penyimpanan, metode penanaman tomat berpengaruh terhadap likopen, dan masa penyimpanan berpengaruh terhadap kandungan likopen (Gambar 5 dan Gambar 6). Kandungan likopen pada tomat organik (3,04 mg likopen / 100

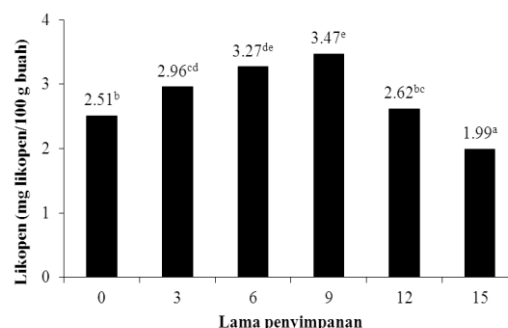
g buah) lebih tinggi dibandingkan tomat konvensional (2,57 mg likopen / 100 g buah). Elmadfa (2005) melaporkan bahwa likopen pada tanaman organik lebih tinggi dibandingkan pada tanaman konvensional karena tanaman organik tidak menggunakan bahan kimia untuk memperthankan diri sehingga tanaman memproduksi antioksidan sebagai senyawa pertahanan diri.

Selama penyimpanan, likopen mengalami peningkatan sampai hari ke-9 dan setelah itu turun kembali. Jenks dan Bebeli (2011) melaporkan bahwa sampai pada hari ke-9 buah masih dalam proses pematangan sehingga likopen masih diproduksi, sedangkan menurut MacDougall (2002), pada hari ke-12 sampai ke-15 terjadi degradasi likopen oleh karena buah telah masuk dalam proses pembusukan. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka semakin cepat degradasi likopen (Papadopoulos, 2008).



Ket.: nilai dengan notasi sama tidak berbeda nyata ($\alpha = 5\%$)

Gambar 5. Pengaruh metode penanaman terhadap likopen



Ket.: nilai dengan notasi sama tidak berbeda nyata ($\alpha = 5\%$)

Gambar 6. Pengaruh masa simpan terhadap likopen

KESIMPULAN

Aseton 80% merupakan pelarut terpilih untuk mengekstrak komponen antioksidan tomat (rendemen 3,39%; IC₅₀ 1405,85 mg/100 g buah; total fenolik 11,53 mg GAE/100 g buah; flavonoid 1,81 mg QE/100 g buah; dan vitamin C 8,37 mg asam askorbat/100 g buah). Kandungan fenolik (masa simpan 3 hari) dan likopen didapati lebih tinggi pada tomat organik, sedangkan vitamin C lebih tinggi pada tomat konvensional (masa simpan 9 dan 15 hari). Aktivitas antioksidan tomat menurun pada penyimpanan hari ke-3, naik pada hari ke-6, kemudian kembali turun pada hari ke-9. Total fenolik tomat organik menurun pada hari ke-6, sedangkan tomat konvensional cenderung stabil selama penyimpanan. Kandungan flavonoid tomat menurun sejak penyimpanan hari ke-12. Vitamin C cenderung stabil selama penyimpanan (terutama tomat konvensional). Likopen meningkat selama 9 hari penyimpanan, setelah itu menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. "Sifat-sifat Pelarut Secara Umum", *Google Online*. Homepage online. Available from http://repository.upi.edu/operator/upload/s_kim_056692_chapter2.pdf; Internet; accessed 18 February 2012.
- Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. New York: Chemist Inc, 2005.
- Calegario, F. F., R. G. Cosso, F. V. Almeida, A. E. Vercesi, dan W. F. Jardim. "Determination of The Respiration Rate of Tomato Fruit Using Flow Analysis." *Journal of Postharvest Biology and Technology* (2000): 1-8.
- Combs, G. F. *The Vitamins: Fundamental Aspects in Nutrition and Health*, 3rd ed. Barlington: Academic Press, 2008.
- Faller, A. L. K dan E. Fialho. "Polyphenol Content and Antioxidant Capacity in Organic and Conventional Plant Foods." *Journal of Food Composition and Analysis* 23 (2010): 561-568.
- George, S., F. Tourniaire, H. Gautier, P. Goupy, dan E. Rock. "Changes in the Contents of Carotenoids, Phenolic Compounds and Vitamin C During Technical Processing and Lyophilisation of Red and Yellow Tomatoes." *Journal of Food Chemistry* 124 (2011): 1603-1611.
- Giardi, M. T., G. Rea, dan B. Berra. *Bio-Farms for Nutraceuticals: Functional Food and Safety Control by Biosensors*. New York: Springer, 2011.
- Goldberg, G dan British Nutrition Foundation. *Plants: Diet and Health : The Report of A British Nutrition Foundation Task Force*. Oxford: John Wiley & Sons, 2003.

- Hatfield, J. L dan R. F. Follett. *Nitrogen in The Environment: Sources, Problems, and Management*, 2nd ed. California: Elsevier, 2008.
- Hayes, D dan R. Laudan. *Food and Nutrition / Editorial Advisers, Dayle Hayes, Rachel Laudan*. New York: Marshall Cavendish, 2008.
- Javanmardi, J dan C. Kubota. "Variation of Lycopene, Antioxidant Activity, Total Soluble Solids and Weight Loss of Tomato During Postharvest Storage." *Journal Postharvest Biology and Technology* 41 (2006): 151-155.
- Jenks, M. A dan P. Bebeli. *Breeding for Fruit Quality*. West Sussex: John Wiley & Sons, 2011.
- Knowles, L., M. R. Trimble, dan N. R. Knowles. "Phosphorus Status Affects Postharvest Respiration, Membrane Permeability, and Lipid Chemistry of European Seedless Cucumber Fruit (*Cucumis sativus* L.)." *Journal of Postharvest Biology and Technology* 21 (2001): 179-188.
- Ladaniya, M. S. *Citrus Fruit: Biology, Technology, and Evaluation*. California: Academic Press, 2008.
- MacDougall, D. B. *Colour in Food: improving Quality*. Boca Raton: Woodhead Publishing, 2002.
- Mengel, K., E. A. Kirkby, H. Kosegarten, dan T. Appel. *Principles of Plant Nutrition*, 5th ed. Netherland: Springer, 2001.
- Ozlem, T. *Fruit and Cereal Bioactives: Sources, Chemistry, and Applications*. Boca Raton: CRC Press, 2008.
- Papadopoulos, K. N. *Food Chemistry Research Developments*. New York: Nova Publishers, 2008.
- Ramamoorthy, P dan A. Bono. "Antioxidant Activity, Total Phenolic, and Flavonoid Content of *Morinda Citrifolia* Fruit Extracts from Various Extraction Processes". *Journal of Engineering Science and Technology* Vol. 2, No.1 (2007): 70-80.
- Rice-Evans, C dan L. Packer. *Flavonoids in Health and Disease*, 2nd ed. New York: CRC Press, 2003.
- Rosa, L. A., E. Alvarez-Parrilla, dan G. A. González-Aguilar. *Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry, Nutritional Value, and Stability*. Iowa: John Wiley and Sons, 2010.
- Sanchez-Moreno, C., J. A. Larrauri, dan F. Saura-Calixto. "A Procedure to Measure The Antiradical Efficiency of Phenols." *Journal of Food Science* 76 (1998): 270-276.
- Sinclair, W. B. *The Grapefruit: Its Composition, Physiology, and Products*. California: ANR Publications, 1972.
- Singleton, V. L., R. Orthofer, dan R. M. Lamuela-Raventos. "Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu Reagent." *Methods of Enzymology* 299 (1974): 152-178.
- Suarez, M. H., E. M. R. Rodriguez, dan C. D. Romero. "Mineral and Trace Element Concentrations in Cultivars of Tomatoes." *Journal of Food Chemistry* 104 (2007): 489-499.
- Sulaiman, S. F., N. A. Yusoff, I. M. Eldeen, E. M. Seow, A. A. B. Sajak, Supriatno, dan K. L. Ooi. "Correlation between Total Phenolic and Mineral Contents with Antioxidant Activity of Eight Malaysian Bananas (*Musa* sp.)." *Journal of Food Composition and Analysis* 24 (2011): 1-10.
- Tocci, S. *Science Fair Success Using Household Products*. New Jersey: Enslow Publishers, Inc., 2002.
- Toor, R. K dan G. P. Savage. "Changes in Major Antioxidant Components of Tomatoes During Post-harvest Storage." *Journal of Food Chemistry* 99 (2006): 724-727.
- Toor, R. K dan G. P. Savage. "Antioxidant Activity in Different Fraction of Tomatoes." *Journal of Food Research International* 38 (2005): 487-494.
- Troy, D. B. *Remington: The Science and Practice of Pharmacy*, 21th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2005.
- UNC Eshelman School of Pharmacy. 2011. "Solute and Solvent Structure/Polarity", *Google Online*. Homepage online. Available from <http://pharmlabs.unc.edu/labs/solubility/structure.htm>; Internet; accessed 18 February 2012.
- Vallverdu-Queralt, A., A. Medina-Rejon, I. Casals-Ribes, dan R. M. Lamuela-Raventos. "Is There Any Difference Between The Phenolic of Organic and Conventional Tomato Juices?" *Journal of Food Chemistry* 130 (2011): 222-227.
- Watson, R. R. *Functional Foods and Nutraceuticals in Cancer Prevention*. Iowa: Wiley-Blackwell, 2003.
- Wiryanta, B. T. W. *Bertanam Tomat*, 8th ed. Jakarta: AgroMedia, 2008.
- Zhao, X. *Exploring The Effects of High Tunnels and Organic Production Systems on Production and Quality Attributes of Leafy Vegetables in Kansas*. Michigan: ProQuest, 2006.
- Zumdahl, S. S. *Chemical Principles*, 6th ed. Boston: Cengage Learning, 2007.