

Suatu Ulasan Mengenai Antioksidan, Sifat Fizikokimia, Manfaat Kesihatan dan Pengendalian Selepas Tuai Tomato Ceri

(A Review on Antioxidant, Physicochemical Properties, Health Benefits, and Postharvest Handling of Cherry Tomatoes)

MAIMUNAH MOHD ALI^{1,2,*}, CHU CHIA YU¹, NURFATIMAH MOHD THANI^{1,2} & M.N.A. UDA³

¹*Department of Food Sciences, Faculty of Science and Technology, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor, Malaysia*

²*Innovation Center for Confectionary Technology (MANIS), Faculty of Science and Technology, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor, Malaysia*

³*Faculty of Mechanical Engineering & Technology, 02600 Arau, Perlis, Malaysia*

Diserahkan: 18 Ogos 2023/Diterima: 14 Mac 2024

ABSTRAK

Tomato ceri (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) merupakan salah satu jenis buah-buahan yang semakin digemari di kalangan pengguna kerana kualiti dan kepelbagaian manfaat kesihatan yang tinggi. Ulasan ini bertujuan untuk menyediakan maklumat mendalam tentang beberapa aspek penting berkaitan tomato ceri termasuk fisiologi, potensi antioksidan, sifat fizikokimia, kandungan nutrien, manfaat kesihatan dan pengendalian selepas tuai yang berkesan. Tomato ceri mengandungi pelbagai jenis antioksidan seperti likopena, beta-karotena dan vitamin C. Antioksidan ini berperanan penting dalam menangani radikal bebas dan mengurangkan risiko penyakit degeneratif dan penyakit kardiovaskular. Di samping itu, ulasan ini juga meneliti sifat fizikokimia tomato ceri yang mempengaruhi kualiti dan nilai pemakanan buah ini. Pemahaman terhadap sifat fizikokimia adalah penting dalam menentukan kematangan dan kualiti tomato ceri terhadap rasa dan daya tarikan kepada pengguna. Tumpuan utama dalam kajian ini juga menjurus kepada potensi kesihatan tomato ceri dan manfaat dalam pemakanan manusia. Pengendalian selepas tuai yang berkesan turut dibincangkan untuk memastikan kualiti dan kebergunaan tomato ceri termasuk kaedah penyimpanan, pengangkutan dan pemprosesan yang tepat untuk memastikan buah kekal segar dan nutrisinya terpelihara. Maklumat yang dikumpulkan memberikan panduan penting kepada pihak industri dan pengguna dalam memahami potensi dan kegunaan tomato ceri sebagai sumber makanan yang bernilai tinggi dalam pemakanan seimbang. Diharapkan kajian ini akan mendorong peningkatan pengetahuan dan minat dalam penanaman dan penggunaan tomato ceri bagi kebaikan kesihatan dan kehidupan manusia.

Kata kunci: Antioksidan; pengendalian selepas tuai; pematangan; sifat fizikokimia; tomato ceri

ABSTRACT

Cherry tomatoes (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) are one of the types of fruits that are increasingly popular among consumers because of their high quality and variety of health benefits. This review aims to provide in-depth information on several important aspects related to cherry tomatoes including physiological, antioxidant potential, physicochemical properties, nutrient contents, health benefits, and effective post-harvest handling. Cherry tomatoes contain various types of antioxidants such as lycopene, beta-carotene, and vitamin C. These antioxidants play an important role in dealing with free radicals and reducing the risk of degenerative diseases and cardiovascular diseases. In addition, this review also examines the physicochemical properties of cherry tomatoes that affect the quality and nutritional value of this fruit. The grasp of the physicochemical properties of cherry tomatoes is important in determining the ripeness and quality of the fruit in terms of taste and appeal to consumers. The main focus of this review is also aimed at the health potential of cherry tomatoes and its relevance in human nutrition. Effective post-harvest handling is also discussed to ensure the quality and usefulness of cherry tomatoes including proper storage, transportation, and processing methods to ensure the fruit remains fresh and nutrition is preserved. The information gathered provides important guidance to the industry and consumers in understanding the potential and uses of cherry tomatoes as a high-value food source in a balanced diet. It is hoped that this study will enhance the knowledge and interest in the cultivation and use of cherry tomatoes for the benefit of human health and life.

Keywords: Antioxidant activity; cherry tomato; physicochemical properties; postharvest handling; ripening

PENGENALAN

Tomato (*Lycopersicon esculentum*) ialah salah satu sayuran yang paling popular di dunia dan digunakan segar atau diproses. Jumlah pengeluaran tomato seluruh dunia pada tahun 2021 telah melebihi daripada 189.1 juta tan metrik, meningkat 2% daripada 184.8 juta tan metrik yang ditanam pada 2020 dan 4% daripada purata (182.7 juta tan metrik) bagi tiga tahun sebelumnya iaitu tahun 2018 sehingga 2020 (FAOSTAT 2023). Botani tomato adalah buah-buahan iaitu beri, tetapi ia biasanya dirujuk sebagai sayuran (Gharezi, Joshi & Sadeghian 2012). Tomato ceri (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) ialah buah-buahan bersaiz kecil yang tergolong dalam keluarga tomato, Solanaceae. Tomato ceri berasal dari Amerika Selatan dan Amerika Tengah dan mempunyai sejarah yang panjang sejak beribu-ribu tahun dahulu (Tilahun et al. 2017). Tomato ceri pertama kali ditanam oleh masyarakat Aztek dan Inka purba yang mengiktiraf rasa unik dan kualiti estetik buah tersebut (Sierra-Orozco et al. 2021). Tomato ceri telah tersebar ke seluruh dunia di dalam bentuk bulat atau bujur, warna cerah dan rasa manis. Walaupun proses penanaman yang panjang, ahli botani telah membangunkan pelbagai jenis varieti dengan merah menjadi dominan tetapi juga terdapat dalam warna hitam, ungu, kuning dan oren. Permintaan yang meningkat untuk hasil segar dan berkualiti tinggi telah meningkatkan populariti tomato ceri, terutamanya dalam pasaran eksport dan global, mencerminkan keutamaan yang semakin meningkat untuk pilihan makanan yang sihat dan selamat (Taofik et al. 2018).

Tomato ceri bukan sahaja dihargai kerana rasa dan teksturnya tetapi juga untuk komposisi pemakanannya. Ia mengandungi kalori dan lemak yang rendah di samping membekalkan vitamin, mineral dan serat makanan yang penting. Tomato ceri adalah sumber vitamin A dan C yang baik dan menyumbang kepada sistem imun yang sihat dan menggalakkan kesihatan mata. Selain itu, tomato ceri juga merupakan sumber fitonutrien yang berkaitan dengan kesihatan manusia yang sangat baik kerana ia mengandungi campuran seimbang antioksidan hidrofilik dan lipofilik seperti jumlah fenol, vitamin C dan E serta karotenoid (Pérez-Marín et al. 2021). Kandungan klorofil berkurangan dengan cepat semasa buah masak pada pokok tomato ceri tumbuh menjalar, manakala kandungan β -karotena dan likopena adalah rendah dalam tomato yang tidak matang (Gebregziabher et al. 2021). Pengambilan tomato ceri dapat mengurangkan risiko beberapa jenis kanser, penyakit kardiovaskular, Degenerasi Makula Berkaitan Umur (AMD) dan penyakit lain (Vallverdú-queralt et al. 2013).

Tomato ceri ialah buah yang sangat popular dan dinikmati di seluruh dunia kerana kepelbagaian masakan, faedah pemakanan dan daya tarikan visualnya (Bhat 2016). Kualiti dan nilai pemakanan tomato ceri adalah faktor penting yang menentukan keinginan dan nilai pasarannya.

Tomato ceri sering dianggap mengandungi lebih banyak nutrien, terutamanya antioksidan dan vitamin C berbanding varieti tomato lain (Petrović et al. 2019). Kepentingan akan nutrisi tambahan ini semakin penting dalam gaya hidup sihat dan pemakanan yang seimbang. Tomato ceri semakin mendapat perhatian daripada konsumen seiring dengan perubahan dalam selera dan keperluan pemakanan. Permintaan terhadap tomato ceri telah meningkat secara signifikan kerana beberapa atribut yang dikehendaki oleh konsumen. Tomato ceri sering kali dianggap lebih manis dan mempunyai rasa yang lebih pekat berbanding tomato biasa (Tilahun et al. 2017). Kualiti ini dianggap sebagai kelebihan penting yang menarik pengguna yang mencari buah yang lebih manis dan lazat. Di samping itu, saiz tomato ceri yang kecil adalah lebih mudah untuk dimakan secara langsung atau digunakan dalam pelbagai hidangan. Ia bukan sahaja dimakan segar tetapi juga digunakan dalam pelbagai penyediaan masakan dan produk yang diproses dengan menjadikannya bahan popular dalam salad, salsas dan pelbagai hidangan masakan. Memahami permintaan dan kemahuan konsumen terhadap sifat antioksidan dan fizikokimia tomato ceri adalah penting untuk mengoptimalkan nilai pemakanan, rasa dan kualiti keseluruhannya.

Pematangan pasca tuaian adalah peringkat penting dalam kitaran hidup buah-buahan, termasuk tomato ceri. Ia merujuk kepada perubahan biokimia dan fisiologi yang berlaku selepas buah-buahan yang dituai dengan mempengaruhi ciri buah tersebut termasuk warna, tekstur, kandungan gula dan asid, aroma serta rasa (Gebregziabher et al. 2021). Dalam tempoh ini, buah-buahan menjalani satu siri proses metabolik kompleks yang mempengaruhi sifat sensori, kandungan nutrisi serta jangka hayatnya dengan ketara (Correia et al. 2015). Proses ini termasuk perubahan dalam pigmen, gula, asid organik, antioksidan dan sebatian bioaktif yang lain (Ha, Tai & Thuy 2021). Pematangan tomato telah dikaji secara meluas dengan objektif utama untuk memanjangkan jangka hayat buah. Beberapa faktor boleh mempengaruhi proses pematangan tomato ceri termasuklah suhu, kelembapan, keadaan penyimpanan serta pengendalian selepas tuaian. Antara faktor ini, suhu telah dikenal pasti sebagai penentu utama pematangan buah. Suhu yang rendah boleh melambatkan proses pematangan dengan ketara dengan menanggukkan pertukaran warna, perubahan dalam tekstur serta perubahan dalam komposisi biokimia. Oleh itu, memahami kesan khusus suhu rendah pada proses pematangan tomato ceri adalah penting untuk mengoptimalkan keadaan pengendalian dan penyimpanan selepas tuaian.

Kandungan antioksidan tomato ceri kebanyakannya bergantung kepada genetik, faktor persekitaran, pemilihan varieti, amalan budaya serta peringkat kematangan buah-buahan. Kapasiti antioksidan juga boleh dipengaruhi oleh

pengendalian selepas tuaian dan keadaan penyimpanan (Mohammed, Azzazy & Badawe 2021). Antioksidan memainkan peranan penting dalam kesihatan manusia kerana ia membantu meneutralkan radikal bebas berbahaya dan melindungi sel daripada kerosakan oksidatif (Ilahy et al. 2011). Tomato ceri mengandungi pelbagai kelas bahan dengan sifat antioksidan seperti karotenoid, vitamin C, fenol dan tokoferol. Likopena ialah karotenoid utama yang menyumbang lebih 80% daripada jumlah karotenoid dan bertanggungjawab untuk warna merah tomato ceri. Likopena menunjukkan antioksidan yang kuat untuk aktiviti *'in vitro'* dan *'in vivo'*. Ia mempunyai aktiviti antioksidan yang tertinggi antara semua antioksidan diet yang sesuai untuk penyimpanan dan memasak (Tilahun et al. 2017). Di samping itu, haba pemrosesan seperti memasak yang diperlukan untuk penyediaan sos adalah digalakkan kerana ia dapat meningkatkan bioketersediaan likopena dalam badan manusia (Sierra-Orozco et al. 2021). Kandungan antioksidan buah-buahan boleh berbeza-beza semasa masak kerana sebatian yang berlainan mungkin disintesis atau terdegradasi pada peringkat yang berbeza (Anton et al. 2014). Oleh itu, mengkaji perubahan dalam tahap antioksidan sepanjang proses pematangan selepas tuaian tomato ceri adalah penting untuk memahami potensi manfaat kesihatan mereka dan mengenal pasti peringkat optimum untuk penuaian.

Selain antioksidan, sifat fizikokimia tomato ceri memainkan peranan penting dalam penerimaan pengguna dan kualiti keseluruhan dalam pasaran. Warna, tekstur dan rasa adalah sifat sensori utama yang mempengaruhi keutamaan dan persepsi pengguna terhadap kualiti tomato ceri. Pertukaran warna tomato ceri terutamanya dikaitkan dengan kandungan pigmen seperti karotenoid dan antosianin (Ha, Tai & Thuy 2021). Pigmen ini mengalami pengubahsuaian semasa proses pematangan serta membawa kepada perubahan dalam keamatan warna dan hue (Al-Dairi, Pathare & Al-Yahyai 2021). Di sebaliknya, tekstur dipengaruhi oleh faktor seperti komponen dinding sel termasuk pektin dan selulosa serta kandungan lembapan yang mempengaruhi kekerasan buah (Zhao et al. 2023). Profil rasa tomato ceri dipengaruhi oleh keseimbangan gula, asid organik dan sebatian meruap yang berubah semasa proses pematangan. Jadual 1 menunjukkan sebatian meruap utama dalam tomato ceri.

Kajian tentang kesan pematangan selepas tuaian terhadap sifat antioksidan dan fizikokimia tomato ceri sangat penting bagi pelbagai pihak berkaitan dalam industri pertanian dan makanan. Petani dan penanam boleh menggunakan pengetahuan ini untuk mengoptimalkan amalan penuaian dan keadaan penyimpanan, memastikan tomato ceri mencapai pengguna dengan kandungan dan kualiti pemakanan maksimum. Teknik pemrosesan dan strategi penyimpanan yang berkesan boleh dicipta untuk

mengekalkan potensi antioksidan dan sifat sensori tomato ceri semasa pengendalian lepas tuaian. Selain itu, pengguna boleh membuat pilihan berdasarkan faedah pemakanan dan ciri sensori tomato ceri pada peringkat kematangan yang berbeza. Dengan mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang kesan pematangan selepas tuaian terhadap sifat antioksidan dan fizikokimia tomato ceri, ulasan ini bertujuan untuk memberikan pandangan yang berharga untuk industri pertanian dan makanan. Rajah 1 menunjukkan rajah skematik yang merangkumkan keseluruhan kertas ini. Penemuan ini akan menyumbang kepada pembangunan dalam pengendalian selepas tuaian yang dapat meningkatkan nilai pemakanan, rasa dan kualiti tomato ceri, sekali gus memenuhi permintaan pengguna dalam pilihan makanan yang sihat dan menarik.

FISIOLOGI TOMATO CERI

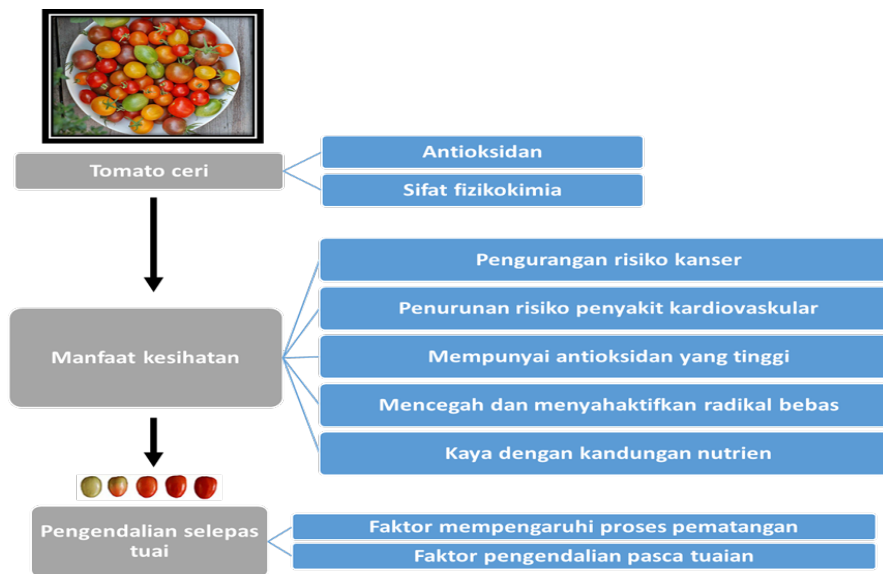
Fisiologi tomato ceri merangkumi kajian proses dan mekanisme dalaman yang mengawal pertumbuhan, perkembangan serta tindak balasnya terhadap pelbagai isyarat persekitaran. Memahami aspek fisiologi tomato ceri adalah penting untuk mengoptimalkan amalan penanaman, meningkatkan kualiti buah serta meningkatkan produktiviti keseluruhan. Tomato ceri menjalani beberapa proses fisiologi termasuk pertumbuhan dan perkembangan, fotosintesis, pengambilan air dan nutrien, pengawalan hormon tumbuhan serta tindak balas tekanan (Sierra-Orozco et al. 2021). Tomato ceri menjalani beberapa siri peringkat pertumbuhan dan perkembangan dari percambahan biji sehingga kematangan buah. Proses pertumbuhan melibatkan pembahagian sel, pemanjangan sel serta pembezaan sel yang membawa kepada pembentukan pelbagai organ tumbuhan, termasuk daun, batang, bunga dan buah (Domínguez et al. 2016). Peralihan perkembangan seperti peralihan daripada pertumbuhan vegetatif kepada pembiakan diikuti dengan permulaan dan kematangan buah-buahan dikawal oleh rangkaian isyarat molekul dan hormon yang kompleks. Tumbuhan berbunga yang boleh berbuah mempunyai kelebihan dalam memudahkan pematangan dan penyebaran benih. Aktiviti mitosis berlaku selepas pendebungaan dan set buah. Ini diikuti dengan pengurangan dalam kadar pembahagian sel, kadar maksimum pembesaran sel serta peningkatan kecekapan bagi memulakan proses pematangan (Rajah 2). Kepelbagaian biologi tumbuhan berbunga dicerminkan dalam pelbagai corak pertumbuhan buah dan fisiologi merentas spesies yang berbeza.

Fotosintesis ialah proses fisiologi asas apabila tumbuhan menukar tenaga cahaya kepada tenaga kimia. Dalam fisiologi tomato ceri, fotosintesis iaitu proses tumbuhan menggunakan cahaya matahari, karbon dioksida dan air untuk menghasilkan glukosa dan oksigen

JADUAL 1. Sebatian meruap utama dalam tomato ceri

Kompaun	Indeks pengekalan	Penjelasan
<i>Alkohol</i>		
1-Hexanol	914	Hijau, herba, berkayu, manis
1-Octen-3-ol	1182	Berkrim, tanah, herba, sayuran
Phenylethyl alcohol	1195	Madu, mawar
<i>Aldehid</i>		
2-Methyl-2-butenal	792	Hijau, buah
2-Pentanal	805	Buah, vanila, berkayu
Hexanal	836	Rumput segar yang dipotong
(E)-2-Hexenal	907	Badam, epal, hijau, manis, sayur-sayuran, berdaun
Heptanal	941	Berminyak, berbuah, berkayu, berlemak, ber kacang
(E)-2-Heptenal	1014	Epal, lemon, hijau, pedas, sayuran
Benzaldehyde	1025	Badam, anise, balsam, ceri, bunga, herba
Octanal	1047	Madu, buah, sitrus, berlemak
Phenyl acetaldehyde	1113	Hijau, bunga
(E)-2-Octenal	1119	Pedas, herba, hijau
Nonanal	1153	Epal, kelapa, anggur, lemon, berminyak, sayur-sayuran, mawar
(Z)-4-Decenal	1249	Jingga
Decanal	1258	Berlilin, berbunga, sitrus, manis
(Z,Z)-2,4-Decadienal	1374	Berlemak, sitrus
<i>Eter</i>		
Allyl ethyl ether	754	Hijau
<i>Keton</i>		
1-Penten-3-one	748	Sayur, hijau manis
1-Octen-3-one	1022	Timun, cendawan, tanah, sayuran
6-Methyl-5-hepten-2-one	1032	Berminyak, herba, hijau, berbunga
5-Methyl-2(5H)-furanone	1040	Tanah, hijau, tembakau, buah
Neryl acetone	1519	Berlemak
β -Ionone	1571	Bunga

Sumber Pérez-Marín et al. (2021)



RAJAH 1. Rajah skematik artikel ulasan

(Gebregziabher et al. 2021). Tomato ceri menggunakan fotosintesis untuk menghasilkan karbohidrat yang berfungsi sebagai sumber untuk pertumbuhan dan perkembangan. Daun tomato ceri mengandungi kloroplas iaitu pigmen fotosintesis seperti klorofil yang berfungsi untuk menangkap tenaga cahaya. Selain itu, karbon dioksida daripada atmosfera digabungkan melalui bukaan stomata dan tenaga yang ditangkap semasa fotosintesis digunakan untuk menghasilkan glukosa dan oksigen (Dhital et al. 2018). Beberapa kajian telah menunjukkan bahawa kadar fotosintesis dalam tomato ceri dipengaruhi oleh beberapa faktor termasuk keamatan cahaya, suhu dan kepekatan karbon dioksida. Peningkatan keamatan cahaya dan kepekatan karbon dioksida dapat meningkatkan kadar fotosintesis tumbuhan tomato ceri serta menyebabkan hasil dan kualiti buah yang lebih tinggi (Lu et al. 2022).

Tomato ceri memerlukan bekalan air yang mencukupi dan nutrien penting untuk pertumbuhan dan perkembangan optimum. Air diambil oleh akar melalui proses yang dipanggil osmosis dan diangkut ke atas melalui sistem vaskular tumbuhan (Jagannath & Satish 2020). Makronutrien seperti nitrogen, fosforus dan kalium serta mikronutrien seperti besi, zink dan magnesium diserap oleh akar melalui mekanisme pengambilan khusus. Amalan pengairan yang betul dan pengurusan nutrien adalah penting untuk memastikan ketersediaan air dan nutrien untuk pokok tomato ceri. Seterusnya, respirasi merupakan proses tumbuhan memecahkan glukosa dan membebaskan

tenaga untuk pertumbuhan serta proses metabolik lain (Albornoz et al. 2020). Kadar respirasi yang rendah dikaitkan dengan kandungan antioksidan yang tinggi dan jangka hayat tomato ceri yang lebih lama (Dominguez et al. 2016). Transpirasi adalah proses fisiologi penting dalam tomato ceri iaitu proses tumbuhan kehilangan wap air melalui bukaan kecil yang dipanggil stomata (Abd-Hamid et al. 2023). Kadar transpirasi dikurangkan dengan menggunakan sungkupan dan mengurangkan kekerapan pengairan meningkatkan hasil dan kecekapan penggunaan air tanaman tomato ceri (Al-Dairi, Pathare & Al-Yahyai 2021).

Hormon tumbuhan memainkan peranan penting dalam mengawal pelbagai proses fisiologi dalam tomato ceri termasuk percambahan biji, pertumbuhan, berbunga dan perkembangan buah. Hormon yang terlibat dalam fisiologi tomato ceri termasuk auksin, sitokinin, giberelin, asid absisik, etilena dan brassinosteroid (Bayoumi et al. 2023). Hormon ini berinteraksi antara satu sama lain dan bertindak balas terhadap rangsangan persekitaran untuk mengawal selia pembahagian sel, pemanjangan sel dan kematangan buah. Tomato ceri menghadapi pelbagai tekanan abiotik dan biotik yang boleh menjejaskan pertumbuhan dan produktiviti. Tekanan abiotik daripada suhu tinggi atau rendah, musim kemarau, kemasinan sumber air dan kekurangan nutrien, manakala tekanan biotik merangkumi serangan daripada perosak, penyakit dan patogen (Wang et al. 2019). Sebagai tindak balas kepada tekanan ini,

tomato ceri mengaktifkan pelbagai mekanisme fisiologi termasuk pengeluaran protein berkaitan tekanan, pengumpulan osmolit untuk mengekalkan keseimbangan osmotik sel dan pengaktifan sistem pertahanan antioksidan.

KANDUNGAN ANTIOKSIDAN DALAM TOMATO CERI

Tomato ceri mempunyai aktiviti antioksidan yang kaya dengan pelbagai sebatian bioaktif termasuk karotenoid seperti likopena dan beta-karotena, sebatian fenol dan vitamin C (Mohammed, Azzazy & Badawe 2021). Likopena adalah antioksidan kuat yang dikaitkan dengan pelbagai manfaat kesihatan termasuk pengurangan risiko penyakit kronik seperti penyakit kardiovaskular, diabetes dan jenis kanser tertentu (Jorge et al. 2017). Antioksidan yang penting dalam tomato ceri termasuklah karotenoid yang menyebabkan tomato ceri berwarna merah. Tomato ceri mempunyai kepekatan likopena dan β -karotena yang lebih tinggi berbanding dengan tomato biasa (Petrović et al. 2019). Selain itu, sebatian fenol termasuk flavonoid dan asid fenol adalah satu lagi kumpulan antioksidan yang terdapat dalam tomato ceri dan menyumbang kepada kapasiti antioksidan keseluruhannya. Aktiviti antioksidan tomato ceri berkorelasi positif dengan kandungan fenol (Ha, Tai & Thuy 2021). Di samping itu, tomato ceri adalah sumber vitamin C yang bertindak sebagai antioksidan dan memainkan peranan penting dalam meneutralkan radikal bebas.

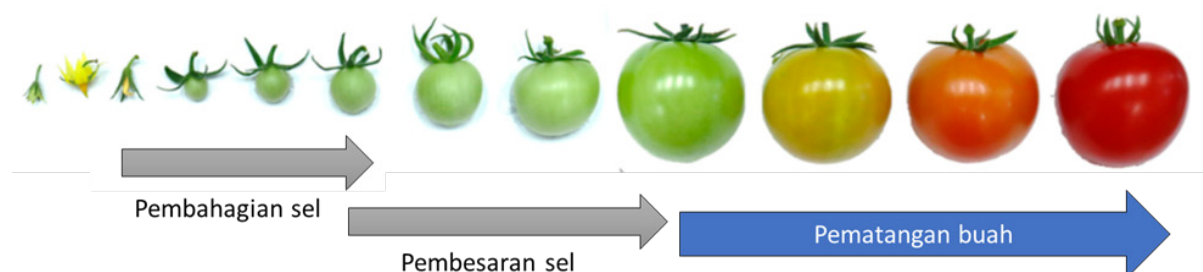
Beberapa faktor boleh mempengaruhi kandungan antioksidan tomato ceri termasuklah faktor genetik, faktor persekitaran dan pengendalian pasca tuaian. Sebagai contoh, kandungan antioksidan tomato ceri dipengaruhi oleh peringkat kematangan dengan buah yang masak sepenuhnya mempunyai kandungan antioksidan yang lebih tinggi berbanding buah yang separa masak (Tsouvaltzis, Gkoutina & Siomos 2023). Vitamin C adalah komponen aktiviti fungsi utama komponen larut air dan likopena adalah komponen aktiviti fungsi utama komponen larut lemak (Zhao et al. 2023). Dalam kajian oleh Joung & Shin

(2021), aktiviti antioksidan pelbagai jenis tomato termasuk tomato ceri telah dinilai menggunakan ujian penghapusan radikal bebas (DPPH) bagi menentukan aktiviti penghapusan radikal ekstrak buah tersebut.

Tsakiri et al. (2020) telah mengkaji perbezaan antara pertumbuhan secara menjalar atau dikenali sebagai '*on-vine*' dan kesan pematangan pasca tuaian terhadap aktiviti antioksidan tomato ceri dengan menggunakan ujian DPPH. Empat sampel tomato ceri dengan tahap kematangan yang berbeza telah digunakan dalam kajian tersebut iaitu matang kehijauan, pecah warna, '*on-vine*' masak kemerahan dan masak kemerahan pasca tuaian. Aktiviti antioksidan ekstrak hidrofilik tomato ceri ditentukan oleh DPPH pada tahap kematangan matang kehijauan paling rendah manakala buah pecah warna dan '*on-vine*' masak kemerahan menunjukkan nilai setanding iaitu masing-masing 207.5 dan 208.1 mg TE kg⁻¹ FW. Namun begitu, pematangan selepas tuaian mengurangkan jumlah kandungan fenol sampel buah masak kemerahan pasca tuaian. Ini membuktikan bahawa buah tomato ceri matang selepas tuaian mempunyai aktiviti antioksidan yang paling tinggi. Ia membolehkan penyelidik membandingkan kapasiti antioksidan relatif varieti tomato ceri yang berbeza atau menilai kesan pelbagai faktor seperti kematangan, amalan penanaman dan kaedah pemprosesan ke atas aktiviti antioksidannya.

SIFAT FIZIKOKIMIA TOMATO CERI

Tomato ceri mempunyai sifat fizikokimia yang unik termasuk saiz, bentuk, warna, tekstur, rasa dan nilai pemakanannya. Sifat fizikokimia penting tomato ceri termasuklah saiz dan bentuknya yang berbeza-beza bergantung kepada varieti dan keadaan pertumbuhan. Saiz dan bentuk tomato ceri dipengaruhi oleh latar belakang genetik yang menghasilkan buah yang bulat, memanjang, atau berbentuk bujur (Sierra-Orozco et al. 2021). Kehilangan berat tomato ceri boleh berlaku disebabkan oleh pelbagai faktor termasuk kehilangan lembapan semula



RAJAH 2. Peringkat-peringkat utama perkembangan buah tomato ceri

jadi semasa penyimpanan, penyejatan dan proses pernafasan. Walau bagaimanapun, penurunan berat tomat ceri bergantung pada keadaan tertentu seperti suhu, kelembapan, tempoh penyimpanan dan amalan pengendalian. Semasa penyimpanan selepas tuai, tomat ceri boleh mengalami kehilangan berat akibat penyejatan lembapan. Ini berlaku apabila air menguap dari permukaan tomat yang membawa kepada pengurangan berat (Domínguez et al. 2016). Suhu yang lebih tinggi dan tahap kelembapan yang lebih rendah boleh mempercepatkan kehilangan lembapan dan mengakibatkan penurunan berat yang lebih tinggi. Kehilangan berat dalam tomat ceri semasa penyimpanan adalah kejadian semula jadi dan boleh diuruskan melalui amalan pengendalian dan penyimpanan selepas tuaian yang betul. Sebagai contoh, menyimpan tomat ceri pada suhu dan tahap kelembapan yang sesuai boleh membantu meminimumkan penurunan berat yang berlebihan. Walau bagaimanapun, sukar untuk memberikan peratusan penurunan berat yang tepat untuk tomat ceri kerana ia berbeza bergantung kepada pelbagai faktor. Teknik pengurusan lepas tuai yang betul boleh membantu meminimumkan penurunan berat yang berlebihan dan mengekalkan kualiti tomat ceri semasa penyimpanan.

Warna tomat ceri dipengaruhi oleh kepekatan pigmen seperti karotenoid dan antosianin. Warna tomat ceri dipengaruhi oleh keadaan pertumbuhan iaitu tomat yang ditanam di bawah keamatan cahaya tinggi dan mempunyai warna merah yang lebih gelap berbanding dengan yang ditanam di bawah keamatan cahaya rendah (Ngcobo, Bertling & Clulow 2021). Tekstur tomat ceri dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti struktur dinding sel, kandungan air dan kematangan. Tekstur tomat ceri dipengaruhi oleh tahap kematangan buah dengan tomat masak penuh mempunyai tekstur yang lebih lembut berbanding tomat separa masak (Gebregziabher et al. 2021). Nilai pH tomat ceri pula biasanya adalah antara 4.0 hingga 4.6 yang menunjukkan bahawa tomat ceri bersifat berasid (Mohammed, Azzazy & Badawe 2021). Kebiasaannya, pH sesuatu bahan makanan menunjukkan ukuran keasidan atau kealkalian yang ditentukan oleh kepekatan ion hidrogen (Wang et al. 2019). Tomat ceri mengandungi asid organik seperti asid sitrik dan asid malik yang menyumbang kepada rasa berasidnya. Nilai pH tomat berbeza bergantung pada faktor seperti varieti, kematangan, keadaan pertumbuhan kaedah pemprosesan, teknik memasak dan penambahan bahan. Walau bagaimanapun, tomat ceri biasanya terkenal dengan profil rasa yang tajam dan sedikit berasid. Sifat asid tomat ceri boleh mempengaruhi rasa, tekstur dan persepsi sensori keseluruhan dalam penyediaan masakan (Bhat 2016). Ia juga memainkan peranan dalam keselamatan dan pemeliharaan makanan kerana keasidan membantu

menghalang pertumbuhan mikroorganisma tertentu. Jadual 2 menunjukkan ringkasan fizikokimia dan aktiviti antioksidan tomat ceri.

Kandungan lembapan tomat ceri juga berbeza bergantung kepada faktor seperti varieti, peringkat kematangan, keadaan pertumbuhan dan pengendalian selepas tuaian. Secara purata, tomat ceri mempunyai kandungan lembapan antara 90% hingga 94% (Gharezi, Joshi & Sadeghian 2012). Ini bermakna majoriti berat tomat ceri terdiri daripada air. Kandungan lembapan yang tinggi dalam tomat ceri menyumbang kepada teksturnya yang berair. Kandungan lembapan tomat ceri memainkan peranan penting dalam kualiti keseluruhan dan mudah rosak. Mengekalkan kandungan lembapan yang betul adalah penting untuk penyimpanan selepas tuaian dan pengendalian tomat ceri. Kehilangan lembapan yang berlebihan boleh menyebabkan pengecutan, kehilangan tekstur, kualiti yang berkurangan, serta menggalakkan pertumbuhan dan kerosakan akibat mikroorganisma (Al-Dairi, Pathare & Al-Yahyai 2021). Untuk mengekalkan kandungan lembapan dan kualiti tomat ceri adalah penting untuk mengendalikan dan menyimpannya dalam keadaan yang sesuai. Penyimpanan dalam persekitaran yang sejuk dan lembap untuk meminimumkan kehilangan lembapan dan mengelakkan kerosakan. Pengurusan kandungan lembapan yang betul adalah penting untuk mengekalkan kualitinya dan memanjangkan jangka hayatnya.

KANDUNGAN NUTRIEN DAN MANFAAT KESIHATAN DALAM PEMAKANAN

Tomat ceri padat dengan nutrien penting dan mengandungi rangkaian vitamin, mineral dan serat makanan. Tomat ceri mengandungi sumber vitamin C yang memainkan peranan penting dalam fungsi imun, sintesis kolagen dan perlindungan antioksidan (Gonçalves et al. 2020). Selain itu, tomat ceri mengandungi vitamin A, vitamin K, kalium dan folat (Jorge et al. 2017). Pengambilan tomat ceri boleh menyumbang kepada diet yang lengkap dan berkhasiat. Tomat ceri dapat digunakan dalam kepelbagaian masakan, menambah warna, rasa dan tekstur pada pelbagai hidangan. Saiznya yang kecil dan warnanya yang cerah menjadikannya menarik secara visual sebagai hiasan, dalam salad, atau sebagai 'topping' untuk pelbagai pembuka selera. Tomat ceri boleh dinikmati mentah, memberikan rasa manis dan keasidan atau dimasak untuk meningkatkan rasa semula jadi. Tomat ceri biasanya digunakan dalam hidangan pasta, sos, salsa dan campuran sayuran panggang. Fleksibiliti tomat ceri dalam masakan menjadikan ia pilihan popular untuk semua lapisan masyarakat.

Pengambilan tomat ceri telah dikaitkan dengan pelbagai potensi yang bermanfaat untuk kesihatan manusia. Pengambilan tomat ceri secara konsisten boleh

JADUAL 2. Ringkasan analisis fizikokimia dan aktiviti antioksidan tomato ceri

Parameter	Tilahun et al. (2017)	Joung & Shin (2021)
Kandungan pepejal larut ($^{\circ}$ Brix)	5.40 \pm 0.10	7.11 \pm 0.09
Ketegasan (N)	5.80 \pm 0.89	1.90 \pm 0.17
pH	4.52 \pm 0.52	4.00 \pm 0.01
Jumlah keasidan (%)	0.85 \pm 0.05	0.89 \pm 0.08
Kandungan likopena (μ g/g)	10.66 \pm 0.03	9.15 \pm 0.06
Jumlah fenol (mg GAE/100 g FW)	24.51 \pm 3.12	56.33 \pm 3.02
Perencatan DPPH (mg VCE/100 g FW)	91.44 \pm 0.72	41.79 \pm 2.57
Warna		
L^*	46.75 \pm 1.18	48.61 \pm 0.80
a^*	7.97 \pm 0.72	7.09 \pm 2.18
b^*	14.08 \pm 0.59	13.33 \pm 1.11

menyumbang kepada pengurangan risiko kanser tertentu seperti kanser prostat, paru-paru dan perut (Prasanna et al. 2020). Hal ini demikian kerana terdapat kandungan likopena yang tinggi dan sebatian bioaktif dalam tomato ceri. Selain itu, antioksidan yang terdapat dalam tomato ceri boleh membantu melindungi daripada tekanan oksidatif, keradangan dan penyakit berkaitan usia. Tomato ceri telah dikaji untuk potensi kesan positifnya terhadap kesihatan kardiovaskular. Sebatian bioaktif dalam tomato ceri terutamanya likopena telah dikaitkan dengan penurunan risiko penyakit kardiovaskular termasuk penyakit jantung dan strok. Sebatian ini boleh membantu mengurangkan tekanan oksidatif, keradangan dan memperbaiki profil lipid, sekali gus menyumbang kepada kesihatan kardiovaskular (Joung & Shin 2021). Tomato ceri boleh menjadi tambahan yang berharga kepada pengurusan berat badan atau diet kawalan gula darah. Dengan kandungan kalori yang rendah dan serat yang tinggi, tomato ceri boleh membantu menggalakkan rasa kenyang dan menyokong usaha penurunan berat badan. Selain itu, indeks glisemik rendah tomato ceri menunjukkan bahawa ia mempunyai kesan minimum terhadap paras gula dalam darah menjadikannya sesuai untuk individu yang menghidap diabetes atau mereka yang bertujuan mengawal paras gula dalam darah (Wang et al. 2023).

Populariti tomato ceri telah meningkat dengan ketara dalam beberapa tahun kebelakangan ini terutamanya peningkatan dalam permintaan pengguna dan pengeluaran komersial. Saiznya yang kecil dan sifat bersaiz gigitan menjadikannya mudah dimakan untuk pencuci mulut, hidangan sampingan dan sebagai sumber sayuran untuk

menambah pengambilan fiber. Tekanan oksidatif menyebabkan penyakit pada manusia, walaupun dengan penggunaan antioksidan yang terdapat secara semula jadi dalam tomato ceri seperti vitamin C boleh melawan radikal dan menghalang sel daripada rosak (Iqbal et al. 2022). Buah tomato ceri mempunyai banyak antioksidan yang dikaitkan dengan manfaat kesihatan. Asid askorbik tomato ceri membantu dalam rintangan kepada tekanan biotik dan abiotik serta melindungi sel daripada kerosakan dengan meningkatkan jangka hayat buah (Wang et al. 2019).

Tomato ceri juga dikenali untuk mencegah dan menyahaktifkan radikal bebas atau spesies oksigen reaktif dan boleh bertindak sebagai penghapus berkesan superoksida, hidrogen peroksida, oksigen singlet dan radikal bebas lain (Bayoumi et al. 2023). Oleh itu, disyorkan untuk mengambil kira-kira 100 g buah tomato ceri setiap hari untuk meningkatkan sistem imun, menurunkan kolesterol dan mengurangkan tekanan darah (Kuscu et al. 2014). Tomato ceri mempunyai potensi yang besar dan menawarkan banyak manfaat kesihatan. Dengan nilai pemakanan, sifat antioksidan dan potensi kesan positif terhadap kesihatan kardiovaskular, pengurusan berat badan dan kawalan gula darah, tomato ceri boleh menjadi tambahan yang berharga kepada diet yang sihat dan seimbang. Potensi dan faedah tomato ceri terletak pada nilai pemakanannya, kepelbagaian masakan, rintangan penyakit dan daya maju komersial. Memandangkan pengguna semakin mencari pilihan makanan yang berkhasiat dan rasa yang disukai, tomato ceri menawarkan pilihan yang mudah dan menarik.

PENGENDALIAN SELEPAS TUAI

Pematangan pasca tuaian tomato ceri adalah proses kompleks yang akan menjejaskan kualiti dan jangka hayat buah. Ini boleh menjejaskan perubahan fisiologi dan biokimia buah terhadap proses pematangan dan pengendalian pasca tuaian tomato ceri.

Faktor Mempengaruhi Proses Pematangan Tomato Ceri

Amalan pengendalian lepas tuai termasuk penuaian, pengasingan, pengangkutan dan penyimpanan memberi kesan ketara kepada proses pematangan tomato ceri. Amalan pengendalian yang tidak betul boleh menyebabkan kerosakan mekanikal, lebam dan peningkatan kerentanan kepada pereputan mikrob yang boleh mempercepatkan pematangan dan mengurangkan jangka hayat (Wang et al. 2019). Susunan genetik varieti tomato ceri memainkan peranan penting dalam menentukan ciri masak. Faktor genetik juga menyumbang kepada variasi dalam saiz, bentuk, warna dan rasa buah yang memberi kesan kepada dinamik pematangan keseluruhan (Behboodian et al. 2012). Warna yang menarik secara visual dan bentuk unik varieti tomato ceri yang berbeza juga telah menyumbang kepada daya tarikan pasaran. Selain itu, jangka hayatnya yang lebih panjang berbanding dengan varieti tomato yang lebih besar menjadikannya sesuai untuk pengangkutan dan penyimpanan serta meningkatkan daya maju komersialnya (Azali, Hashim & Teh 2022).

Tomato ceri sangat sesuai untuk ditanam di rumah dan pertanian bandar kerana saiznya yang padat dan produktiviti yang tinggi. Tomato ceri boleh ditanam dalam bekas atau ruang taman kecil, menjadikannya boleh ditanam oleh individu yang mempunyai ruang tanaman yang terhad (Bayoumi et al. 2023). Tempoh masa pertumbuhan tomato ceri yang agak singkat membolehkan penuaian berulang beberapa kali sepanjang tahun. Kelembapan adalah faktor penting yang mempengaruhi pematangan selepas tuaian tomato ceri. Kelembapan yang tinggi boleh mengurangkan kehilangan air dan memanjangkan jangka hayat buah, manakala kelembapan yang rendah boleh meningkatkan kehilangan air dan mempercepatkan masak. Penyimpanan tomato ceri pada kelembapan relatif melebihi 95% mengurangkan kehilangan air dan memanjangkan jangka hayat buah, manakala penyimpanan pada kelembapan relatif kurang daripada 75% mempercepatkan pematangan dan mengurangkan jangka hayat buah (Mohammed, Azzazy & Badawe 2021).

Pematangan adalah proses penting yang menjejaskan kualiti dan nilai pemakanan tomato ceri. Proses pematangan tomato ceri adalah siri kompleks perubahan fisiologi dan biokimia yang mengakibatkan perubahan warna, tekstur, rasa dan kandungan nutrien. Memahami proses pematangan tomato ceri adalah penting untuk pembangunan strategi

dalam mengoptimumkan kualiti dan nilai pemakanan buah. Aspek penting dalam proses pematangan tomato ceri yang seterusnya adalah peranan antioksidan. Antioksidan adalah sebatian yang terdapat dalam buah-buahan dan sayur-sayuran dan diketahui mempunyai ciri-ciri yang menggalakkan kesihatan. Perubahan kandungan antioksidan semasa proses pematangan tomato ceri amat penting yang menunjukkan tahap antioksidan, seperti likopena dan asid askorbik meningkat semasa masak. Kajian yang dijalankan oleh Ilahy et al. (2011) mendapati bahawa paras likopena dan asid askorbik meningkat semasa proses pematangan tomato ceri, manakala paras jumlah sebatian fenol kekal malar. Memahami faktor ini adalah penting untuk mengoptimumkan proses masak, mengawal kualiti buah dan memanjangkan hayat simpanan tomato ceri. Dengan mempertimbangkan ciri genetik tomato ceri, menyediakan keadaan persekitaran yang optimum dan melaksanakan amalan pengendalian pasca tuaian yang betul supaya pengeluar boleh mengeluarkan tomato ceri yang berkualiti tinggi kepada pengguna.

Faktor Pengendalian Pasca Tuaian Tomato Ceri

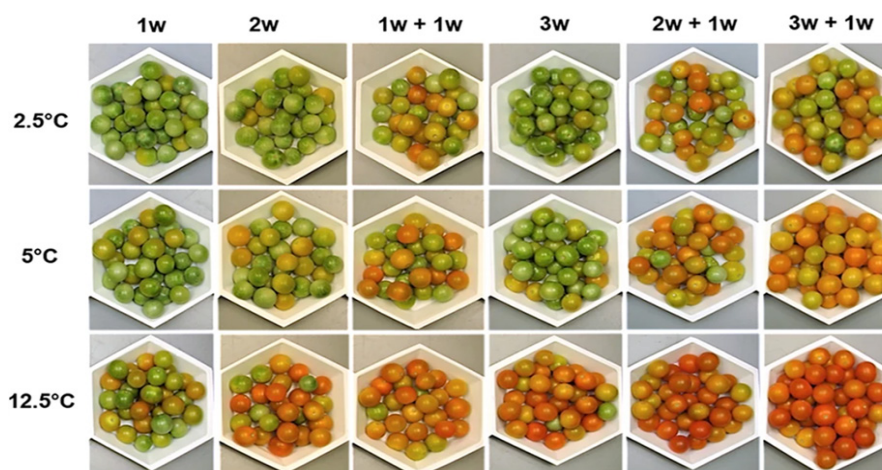
Penggunaan teknik penuaian yang betul, pengendalian yang teliti untuk meminimumkan kerosakan fizikal dan keadaan penyimpanan yang optimum boleh membantu mengekalkan kualiti buah dan mengawal proses kematangan tomato ceri. Kesan suhu pada pematangan selepas tuai tomato ceri dengan suhu rendah boleh melambatkan proses masak dan memanjangkan jangka hayat buah. Kajian oleh Al-Dairi, Pathare dan Al-Yahyai (2021) mendapati bahawa penyimpanan tomato ceri pada suhu 10 °C melambatkan permulaan proses masak dan mengurangkan kadar perubahan warna, manakala penyimpanan pada suhu 25 °C mempercepatkan pematangan dan mengakibatkan perubahan warna yang cepat untuk tempoh 12 hari. Namun begitu, penyimpanan pada suhu 10 °C menunjukkan pengurangan yang lebih perlahan dan peningkatan parameter yang dikaji kerana dipengaruhi oleh jarak pengangkutan, masa penyimpanan dan keadaan penyimpanan sehingga tempoh 20 hari.

Keadaan persekitaran, terutamanya suhu dan cahaya, mempunyai kesan yang mendalam terhadap proses pematangan tomato ceri. Julat suhu optimum biasanya antara 20-25 °C bagi menggalakkan pematangan yang betul, manakala suhu yang lebih rendah boleh melambatkan proses pematangan (Gharezi, Joshi & Sadeghian 2012). Namun begitu, penyejukan selalunya membawa kepada perkembangan warna buah yang pudar dan pereputan selepas memanaskan semula dan ia seiring dengan keterukan tekanan sejuk. Alborno et al. (2019) mengkaji komponen proses molekul, biokimia dan fisiologi yang terjejas oleh kecederaan dingin tomato ceri dalam simpanan

sejuk jangka pendek (0 sehingga 12 °C) dan panjang. Rajah 3 menunjukkan kesan suhu dan masa penyimpanan dalam ceri tomato disimpan yang pada 2.5, 5 dan 12.5 °C selama 3 minggu. Selepas 1 ('1w + 1w'), 2 ('2w + 1w') dan 3 ('3w + 1w') minggu, buah dipindahkan ke 20 °C selama 1 minggu. Pendedahan cahaya, khususnya keamatan dan kualiti cahaya boleh menjejaskan pengumpulan pigmen seperti karotenoid dan seterusnya mempengaruhi perkembangan warna buah dan masak. Proses pematangan tomato ceri dikawal oleh hormon tumbuhan dengan etilena memainkan peranan utama.

Etilena ialah hormon utama yang terlibat dalam pematangan buah, memulakan dan menyelaraskan pelbagai perubahan fisiologi dan biokimia (Elias et al. 2020). Pengeluaran dan kepekaan etilena dipengaruhi oleh faktor seperti sifat genetik, keadaan persekitaran dan interaksi hormone (Domínguez et al. 2016). Hormon tumbuhan lain termasuk auksin, asid absisik dan giberelin juga berinteraksi dengan etilena untuk memodulasi proses pematangan (Suka et al. 2018). Etilena disintesis dalam buah semasa peringkat akhir masak dan bertanggungjawab untuk perubahan warna ciri dan kelembutan buah. Kesan etilena terhadap proses pematangan tomato ceri mendapati bahawa pendedahan kepada etilena eksogen boleh mempercepatkan pematangan dan meningkatkan keseragaman pematangan (Vallverdú-queralt et al. 2013). Sebagai contoh, kajian oleh Bayoumi et al. (2023) mendapati pendedahan tomato ceri kepada 1 ppm etilena selama 24 jam mempercepatkan proses masak dan meningkatkan warna dan kualiti buah. Tambahan pula, ketersediaan varieti tomato ceri yang pelbagai menyumbang ke arah penerokaan pelbagai rasa, warna dan ciri tumbuhan.

Sehubungan dengan itu, tomato ceri harus dipetik pada tahap kematangan yang optimum untuk memastikan kualiti yang terbaik daripada segi rasa, tekstur dan nutrisi. Pemilihan masa pemetikan yang tepat penting untuk memastikan kualiti yang terbaik. Penggunaan pembungkusan yang sesuai membantu melindungi tomato ceri daripada kerosakan fizikal dan kehilangan air. Penyesuaian pembungkusan seperti beg daripada bahan yang sesuai dan teknologi pembungkusan suasana yang diubah suai dapat memanjangkan jangka hayat simpanan dan mengekalkan kualiti buah tomato ceri (Gharezi, Joshi & Sadeghian 2012). Pengedar juga perlu mempertimbangkan keseimbangan antara penyimpanan pada suhu sejuk untuk mengekalkan kualiti dan keselesaan, sambil memastikan produk tidak terdedah kepada suhu terlalu rendah yang boleh merosakkan rasa dan tekstur tomato ceri. Penyalut yang boleh dimakan adalah pilihan yang baik bagi pengeluar untuk memastikan tomato ceri tidak tercemar dengan bahan kimia yang tidak diingini. Rawatan antikulat seperti penggunaan larutan air kapur atau teknologi penyimpanan yang mengawal kelembapan dan peredaran udara dapat membantu mengurangkan pertumbuhan kulat dan memperpanjang jangka hayat simpanan tomato ceri tanpa merosakkan kualiti (Iqbal et al. 2022). Dengan memberi perhatian yang teliti kepada faktor pengendalian lepas tuai ini, pengeluar, pembungkus dan pengedar boleh memastikan tomato ceri mengekalkan kualiti, rasa dan nilai pemakanannya yang membawa kepada jangka hayat simpanan dan peningkatan kepuasan pengguna.



RAJAH 3. Kesan suhu dan masa penyimpanan dalam ceri tomato disimpan yang pada 2.5, 5 dan 12.5 °C selama 3 minggu di mana selepas 1 ('1w + 1w'), 2 ('2w + 1w') dan 3 ('3w + 1w') minggu, buah dipindahkan ke 20 °C selama 1 minggu (Albornoz et al. 2019)

KESIMPULAN

Tomato ialah komoditi yang ditanam secara meluas dan mendapat permintaan di seluruh dunia kerana rasa yang enak dan kaya dengan kandungan nutrien. Dalam ulasan ini, telah terungkap betapa pentingnya tomato ceri sebagai sumber antioksidan yang bernilai tinggi dan memiliki pelbagai manfaat kesihatan. Kandungan antioksidan yang tinggi seperti likopena, beta-karotena dan vitamin C menjadikan tomato ceri sebagai potensi dalam melawan kerosakan oksidatif dalam tubuh badan manusia. Selain itu, kajian yang lebih mendalam tentang mekanisme antioksidan dalam tomato ceri dan potensinya untuk melindungi tubuh daripada penyakit perlu dilakukan. Tomato ceri boleh menjadi komponen penting dalam mewujudkan masyarakat yang lebih sihat. Dengan terus meneroka faedahnya dalam makanan dan mengekalkan kualiti selepas tuai, tomato ceri berpotensi untuk menyumbang dengan ketara kepada peningkatan kualiti hidup dan kesejahteraan manusia pada masa hadapan. Penyelidikan lanjut mungkin mendedahkan lebih lanjut tentang hubungan antara penggunaan tomato ceri dan pengurangan risiko penyakit tertentu bagi membuka peluang baharu dalam pencegahan dan pengurusan kesihatan.

Selain itu, sifat fizikokimia tomato ceri seperti warna, tekstur dan kandungan nutrien turut mempengaruhi kualiti dan nilai pemakanan buah ini. Dengan berfokus pada pengendalian selepas tuai, pengembangan teknik dan strategi yang inovatif perlu dibangunkan untuk menjaga kualiti dan nilai pemakanan tomato ceri terutamanya semasa penyimpanan. Kawalan lepas tuai yang baik memainkan peranan penting dalam mengekalkan kualiti dan nilai pemakanan tomato ceri. Penelitian lebih lanjut dapat diarahkan pada pengembangan teknologi penyimpanan yang canggih seperti pengubahsuaian atmosfera atau penggunaan pembungkusan pintar untuk mempertahankan kesegaran dan nutrisi. Dengan penggunaan teknik penyimpanan yang betul, rawatan etilena yang berkesan dan inovasi dalam pembungkusan, tomato ceri boleh disimpan segar dan mengekalkan manfaatnya lebih lama. Secara keseluruhan, hasil tinjauan ini menunjukkan bahawa tomato ceri bukan sahaja buah yang lazat, tetapi juga sumber yang berpotensi untuk meningkatkan kesihatan dan kualiti hidup. Dengan penekanan untuk memahami manfaat kesihatan dan kawalan selepas tuai yang teliti, tomato ceri mempunyai peranan yang berkebolehan dalam memajukan pemakanan dan kesejahteraan manusia.

PENGHARGAAN

Penyelidikan ini ditaja oleh Geran Galakan Penyelidik Muda (GGPM) di bawah kod projek: GGPM-2023-065, Universiti Kebangsaan Malaysia. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada Jabatan Sains Makanan, Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia kerana menyediakan kemudahan dan sokongan teknikal bagi menjalankan penyelidikan ini.

RUJUKAN

- Abd-Hamid, N.A., Naeem-Ul-Hassan, M., Zainal, Z. & Ismanizan, I. 2023. *Persicaria minor* F-Box gene *PmF-Box1* indirectly affects *Arabidopsis thaliana* LOX-HPL pathway for green leaf volatile production. *Sains Malaysiana* 52(6): 1649-1670.
- Al-Dairi, M., Pathare, P.B. & Al-Yahyai, R. 2021. Effect of postharvest transport and storage on color and firmness quality of tomato. *Horticulturae* 7(7): 1-15.
- Albornoz, K., Chen, B., McCarthy, M., Zhang, L., Cantwell, M. & Beckles, D.M. 2020. Investigating postharvest chilling injury in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit using magnetic resonance imaging and 5-azacytidine, a hypomethylation agent. *Acta Horticulturae* 1278: 243-252.
- Albornoz, K., Cantwell, M.I., Zhang, L. & Beckles, D.M. 2019. Integrative analysis of postharvest chilling injury in cherry tomato fruit reveals contrapuntal spatio-temporal responses to ripening and cold stress. *Scientific Reports* 9: 2795.
- Anton, D., Matt, D., Pedastsaar, P., Bender, I., Kazimierczak, R., Roasto, M., Kaart, T., Luik, A. & Püssa, T. 2014. Three-year comparative study of polyphenol contents and antioxidant capacities in fruits of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars grown under organic and conventional conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 62(22): 5173-5180.
- Azali, N.Z., Hashim, H. & Teh, A.H. 2022. Effects of temperature and polyethylene plastic packaging on physicochemical changes and antioxidant properties of tomato during storage. *Malaysian Applied Biology* 51(5): 211-219.
- Bayoumi, Y., Osman, S., Etman, A., El-Semellawy, E.S., Solberg, S. & El-Ramady, H. 2023. Regulating enzymatic antioxidants, biochemical and physiological properties of tomato under cold stress: A crucial role of ethylene. *Agriculture (Switzerland)* 13(2): 266.
- Bhat, R. 2016. Impact of ultraviolet radiation treatments on the quality of freshly prepared tomato (*Solanum lycopersicum*) juice. *Food Chemistry* 213: 635-640.

- Behboodan, B., Mohd Ali, Z., Ismail, I. & Zainal, Z. 2012. Postharvest analysis of lowland transgenic tomato fruits harboring HpRNAi- ACO1 construct. *The Scientific World Journal* 2012: 439870.
- Correia, A.F.K., Loro, A.C., Zanatta, S., Spoto, M.H.F. & Vieira, T.M.F.S. 2015. Effect of temperature, time, and material thickness on the dehydration process of tomato. *International Journal of Food Science* 2015: 970724.
- Dhital, R., Mora, N.B., Watson, D.G., Kohli, P. & Choudhary, R. 2018. Efficacy of limonene nano coatings on post-harvest shelf life of strawberries. *LWT - Food Science and Technology* 97: 124-134.
- Domínguez, I., Lafuente, M.T., Hernández-Muñoz, P. & Gavara, R. 2016. Influence of modified atmosphere and ethylene levels on quality attributes of fresh tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Food Chemistry* 209: 211-219.
- Elias, A., Shahimi, S., Hashim, H., Abd. Mutalib, S. & Wan Mustapha, W.A. 2020. Perbandingan hasil tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill. Cv MT1) menggunakan kompos tandan buah kosong (EFB) dan kompos najis lembu sebagai medium penanaman. *Sains Malaysiana* 49(11): 2745-2754.
- FAOSTAT. 2023. *Tomato Production in 2021. Crops/Regions/World List/Production Quantity*. Corporate Statistical Database: UN Food and Agriculture Organization. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>
- Gebregziabher, A.A., Supriyadi, S., Indarti, S. & Setyowati, L. 2021. Texture profile and pectinase activity in tomato fruit (*Solanum lycopersicum*, Servo F1) at different maturity stages and storage temperatures. *Planta Tropika: Jurnal Agrosains (Journal of Agro Science)* 9(1): 20-34.
- Gharezi, M., Joshi, N & Sadeghian, E. 2012. Effect of post harvest treatment on stored cherry tomatoes. *Journal of Nutrition & Food Sciences* 2: 157.
- Gonçalves, D.C., Morgado, C.M.A., Aguiar, F.C.D.O., Silva, E.P., Correa, G.D.C., Nascimento, A.D.R. & Junior, L.C.C. 2020. Postharvest behavior and lycopene content of tomatoes at different harvest times. *Acta Scientiarum* 42: e48403.
- Ha, H.T.N., Tai, N.V. & Thuy, N.M. 2021. Physicochemical characteristics and bioactive compounds of new black cherry tomato (*Solanum lycopersicum*) varieties grown in Vietnam. *Plants* 10(10): 2134.
- Ilahy, R., Hdider, C., Lenucci, M.S., Tlili, I. & Dalessandro, G. 2011. Antioxidant activity and bioactive compound changes during fruit ripening of high-lycopene tomato cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis* 24(4-5): 588-595.
- Iqbal, H.M., Ul, Q., Akbar, A., Arif, S., Yousaf, S., Khurshid, S., Hamid, N. & Sitara, U. 2022. Maturity dependent changes in post-harvest physiological, antioxidant and anti-microbial attributes of tomato. *Pakistan Journal of Agricultural Research* 35(1): 144-153.
- Jagannath, A. & Satish, K. 2020. Multi target preservation as an effective post-harvest processing technology for the chemical and microbiological stability of pineapple (*Ananus comosus*). *International Journal of Fruit Science* 2020(Sup2): S650-S667.
- Jorge, M.F., Nascimento, K.D.O.D., Junior, J.L.B., Silva, L.D.B.D. & Barbosa, M.I.M.J. 2017. Physicochemical characteristics, antioxidant capacity and phenolic compounds of tomatoes fertigated with different nitrogen rates. *Revista Caatinga* 30(1): 237-243.
- Joung, M. & Shin, Y. 2021. Physicochemical quality, antioxidant compounds, and activity of 'beta tiny' and 'ty nonari' cherry tomatoes during storage. *Korean Journal of Food Science and Technology* 53(1): 63-71.
- Kuscu, H., Turhan, A., Ozmen, N., Aydinol, P. & Demir, A.O. 2014. Optimizing levels of water and nitrogen applied through drip irrigation for yield, quality, and water productivity of processing tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Horticulture Environment and Biotechnology* 55(2): 103-114.
- Lu, T., Yu, H., Wang, T., Zhang, T., Shi, C. & Jiang, W. 2022. Influence of the electrical conductivity of the nutrient solution in different phenological stages on the growth and yield of cherry tomato. *Horticulturae* 8(5): 378.
- Mohammed, O., Azzazy, M. & Badawe, S. 2021. Effect of some edible coating materials on quality and postharvest rots of cherry tomato fruits during cold storage. *Zagazig Journal of Agricultural Research* 48(1): 37-54.
- Ngcobo, B.L., Bertling, I. & Clulow, A.D. 2021. Post-harvest alterations in quality and health-related parameters of cherry tomatoes at different maturity stages following irradiation with red and blue led lights. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 96(3): 383-391.
- Pérez-Marín, J., Issa-Issa, H., Clemente-Villalba, J., García-Garvía, J.M., Hernández, F., Carbonell-Barrachina, A.A., Calín-Sánchez, A. & Noguera-Artiaga, L. 2021. Physicochemical, volatile, and sensory characterization of promising cherry tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivars: Fresh market aptitudes of pear and round fruits. *Agronomy* 11(4): 618.

- Petrović, I., Savić, S., Jovanović, Z., Stikić, R., Brunel, B., Sérino, S. & Bertin, N. 2019. Fruit quality of cherry and large fruited tomato genotypes as influenced by water deficit. *Zemdirbyste* 106(2): 123-128.
- Prasanna, P.R., Panda, P., Banerjee, S., Dolui, S. & Bhattacharya, A. 2020. Antioxidative properties of cherry tomato. *Journal of Crop and Weed* 16(2): 8-17.
- Sierra-Orozco, E., Shekasteband, R., Illa-Berenguer, E., Snouffer, A., Knaap, E.V.D., Lee, T.G. & Hutton, S.F. 2021. Identification and characterization of GLOBE, a major gene controlling fruit shape and impacting fruit size and marketability in tomato. *Horticulture Research* 8: 138.
- Suka, I.E., Roslan, N.F., Chew, B.L., Goh, H.H., Zainal, Z. & Md Isa, N. 2018. Transformasi gen *Proteolisis 6* (PRT6) berperantarakan *Agrobacterium tumefaciens* ke dalam kotiledon tomato kultivar *Micro Tom*. *Sains Malaysiana* 47(7): 1465-1471.
- Tilahun, S., Park, D.S., Taye, A.M. & Jeong, C.S. 2017. Effects of storage duration on physicochemical and antioxidant properties of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Horticultural Science & Technology* 35(1): 88-97.
- Taofik, A., Ismail, N., Gerhana, Y.A., Komarujazaman, K. & Ramdhani, M.A. 2018. Design of smart system to detect ripeness of tomato and chili with new approach in data acquisition. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 288: 012028.
- Tsakiri, S., Sofia, T., Nifakos, K., Tsaniklidis, G., Vakros, J., Delis, C. & Spiliopoulos, I.K. 2020. Comparison on vine and post-harvest ripening on antioxidant compounds and antioxidant activities of hydroponically grown cherry tomatoes. *European Journal of Horticultural Science* 85(6): 422-429.
- Tsouvaltzis, P., Gkountina, S. & Siomos, A.S. 2023. Quality traits and nutritional components of cherry tomato in relation to the harvesting period, storage duration and fruit position in the truss. *Plants* 12(2): 315.
- Vallverdú-queralt, A., Odriozola-serrano, I., Oms-oliu, G. & Lamuela-raventós, R.M. 2013. Impact of high-intensity pulsed electric fields on carotenoids profile of tomato juice made of moderate-intensity pulsed electric field-treated tomatoes. *Food Chemistry* 141: 3131-3138.
- Wang, L., Baldwin, E., Luo, W., Zhao, W., Brecht, J. & Bai, J. 2019. Key tomato volatile compounds during postharvest ripening in response to chilling and pre-chilling heat treatments. *Postharvest Biology and Technology* 154: 11-20.
- Wang, S., Qiang, Q., Xiang, L., Fernie, A.R. & Yang, J. 2023. Targeted approaches to improve tomato fruit taste. *Horticulture Research* 10(1): uhac229.
- Zhao, Y., Li, L., Gao, S., Wang, S., Li, X. & Xiong, X. 2023. Postharvest storage properties and quality kinetic models of cherry tomatoes treated by high-voltage electrostatic fields. *LWT* 176: 114497.

*Pengarang untuk surat-menyurat; email: maimunahmma@ukm.edu.my