

Evaluasi Kualitas Buah, Komponen Hasil dan Hasil Enam Varietas Tomat Calon Tetua Persilangan

Farida Damayanti^{1*}, Ayu Astri², Anas¹, Santika Sari¹, dan Citra Bakti¹

¹Laboratorium Pemuliaan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Bandung-Sumedang KM 21 Jatinangor 45363

*Alamat korespondensi: farida.damayanti@unpad.ac.id

INFO ARTIKEL	ABSTRACT/ABSTRAK
Diterima: 07-09-2023	Evaluation of fruit quality, yield components, and yield of six tomato varieties as the candidate of crossing parental lines
Direvisi: 12-12-2024	
Dipublikasi: 31-12-2024	
Keywords: Characterization, Fruit quality, Selection, Simple additive weighting method, Tomato, Yield	Tomato (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) is an important horticultural commodity due to its diverse uses and its high antioxidants content, as well as vitamins A and C. Developing tomatoes with high fruit quality, high yield, and tolerance to high-temperature stress can be achieved through the development of Near Isogenic Lines (NILs) populations. Selecting recurrent parental lines is a crucial step in establishing NILs populations. This study aimed to characterize and select tomato varieties based on fruit quality traits, yield components, and yield in six Indonesian tomato varieties. The experiment was carried out at the Bale Tatanen Padjadjaran greenhouse using a hydroponic cultivation system from June to December 2022. The experiment was arranged in a Randomized Complete Block Design (RCBD) with four replications. The six tomato varieties tested were Intan, Opal, Mirah, Berlian, Mutiara, and Ratna. Fruit quality characterization was performed using destructive methods with High-Performance Liquid Chromatography (HPLC), UV-Vis Spectrophotometry, and a Texture Analyzer. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and the Duncan Multiple Range Test (DMRT) at a 5% significance level. Selecting recurrent parent candidates was conducted using the Simple Additive Weighting (SAW) method. The results showed differences in fruit quality, yield components, and yield among the six Indonesian tomato varieties tested. The Mirah and Intan varieties were selected based on high fruit quality, yield components, and yield, with weighting values of 0.887 and 0.867, respectively. These two varieties have potential as recurrent parents in developing NILs populations for tomatoes tolerant to heat stress.
Kata Kunci: Hasil, Karakterisasi, Kualitas buah, Metode <i>simple additive weighting</i> , Seleksi, Tomat	Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura penting karena pemanfaatannya yang beragam dan merupakan sumber antioksidan, vitamin A, dan C yang tinggi. Upaya perakitan tomat yang memiliki kualitas buah baik, hasil tinggi dan toleran cekaman suhu tinggi dapat dilakukan melalui pembentukan populasi <i>Near Isogenic Lines</i> (NILs). Seleksi tetua <i>recurrent</i> menjadi salah satu tahapan penting dalam pembentukan populasi NILs. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan karakterisasi dan seleksi berdasarkan karakter kualitas buah, komponen hasil dan hasil pada enam varietas tomat Indonesia. Percobaan dilakukan di <i>greenhouse</i> Bale Tatanen Padjadjaran menggunakan sistem budidaya hidroponik, pada bulan Juni sampai Desember 2022. Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang diulang sebanyak empat kali. Perlakuan yang diuji

adalah enam varietas tomat yaitu Intan, Opal, Mirah, Berlian, Mutiara, dan Ratna. Karakterisasi kualitas buah dilakukan dengan menggunakan metode destruksi dengan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC), Spektrofotometer Uv-Vis dan *Texture Analyzer*. Data dianalisis menggunakan analisis ragam dan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) taraf nyata 5%. Seleksi calon tetua *recurrent* dilakukan menggunakan metode *Simple Additive Weighting* (SAW). Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan kualitas buah pada karakter kualitas buah, komponen hasil dan hasil pada keenam varietas tomat Indonesia yang diuji. Varietas Mirah dan Intan terseleksi berdasarkan karakter kualitas buah, komponen hasil dan hasil yang tinggi dengan nilai pembobotan sebesar 0,886 dan 0,871. Kedua varietas berpotensi digunakan sebagai tetua *recurrent* pada pembentukan populasi NILs tomat toleran cekaman suhu tinggi.

PENDAHULUAN

Tomat merupakan salah satu tanaman hortikultura penting yang buahnya dapat dikonsumsi sebagai buah segar maupun digunakan sebagai bahan baku industri olahan makanan (Minoia *et al.*, 2010). Selain untuk konsumsi, tomat juga telah dimanfaatkan sebagai bahan baku industri kosmetik (Barbulova *et al.*, 2015). Pengembangan tomat sebagai pangan fungsional juga mulai dilakukan karena buah tomat memiliki beberapa nutrisi penting bagi manusia. Tomat merupakan salah satu tanaman yang mampu mengakumulasi senyawa *γ-aminobutyric acid* (GABA) (Takayama *et al.*, 2015), suatu senyawa yang dilaporkan efektif untuk menurunkan tekanan darah dan meningkatkan sistem imun ketika dikonsumsi secara langsung (Inoue *et al.*, 2003; Abdou *et al.*, 2006). Tomat juga merupakan sumber antioksidan likopena, suatu senyawa yang dilaporkan dapat menekan resiko kanker prostat (Shi & Maguer, 2000; Giovannucci, 2002) dan atherosclerosis (Lippi & Targher, 2011). Salah satu sentra produksi tomat di Indonesia adalah provinsi Jawa Barat, terutama di daerah Garut, Bandung, Cianjur (BPS, 2024a).

Produksi tomat nasional umumnya diperuntukkan untuk memenuhi permintaan pasar di dalam negeri. Berdasarkan data BPS (2024b), produksi tomat di Indonesia selama periode 2018 hingga 2022 menunjukkan tren yang meningkat, dari 978.790 ton menjadi 1.168.744 ton dengan rata-rata peningkatan sebesar 4,79%, akan tetapi terjadi penurunan produksi sebesar 2,13% pada tahun 2023. Konsumsi tomat Indonesia tahun 2022 dilaporkan sebesar 0,250 kg per kapita tahun dan konsumsi tomat mencapai 1.187.000 ton, naik 0,08% dari 1.100.000 ton pada tahun 2021 (Mas'ud & Wahyuningsih, 2023). Data tersebut menunjukkan bahwa terdapat

kesenjangan antara permintaan dan ketersediaan tomat tahun 2022 yang mencapai 18.256 ton. Hal tersebut menunjukkan bahwa permintaan pasar terhadap buah tomat masih cukup besar, sehingga terbuka peluang bagi para petani untuk meningkatkan produksi dari segi kuantitas maupun kualitas buah guna memenuhi permintaan pasar.

Kualitas buah tomat menjadi salah satu tolak ukur konsumen memilih buah untuk dikonsumsi. Masyarakat umumnya menyukai buah tomat dengan kriteria sifat seperti warna kulit buah merah, rasa buah manis dan segar, kekerasan buah sedang - keras, bentuk buah agak bulat atau agak lonjong, ukuran buah sedang - besar, daya simpan buah panjang (Purwati, 2007; Fauza dkk., 2018; Irsyad dkk., 2018). Adapun untuk kriteria kualitas konsumsi segar, beberapa karakteristik seperti warna, keseragaman bentuk dan ukuran, kekerasan buah, dan tingkat kerusakan atau kelainan fisik buah dilaporkan menjadi poin penting bagi konsumen (Novita dkk., 2015). Selain itu, kualitas buah tomat dapat juga dievaluasi menggunakan beberapa parameter fisikokimia (total padatan terlarut, pH, keasaman, warna, dan kekerasan), properti fungsional/bioaktif (kandungan vitamin C, likopena, β -karoten, dan aktivitas antioksidan total), serta melalui karakteristik sensoris (warna, tingkat keasaman, kemanisan, kelembaban, dan konsistensi), dan karakter-karakter tersebut turut berperan dalam menentukan preferensi konsumen terhadap buah tomat (Ayuso-Yuste *et al.*, 2022).

Upaya peningkatan kualitas buah tomat dapat dilakukan melalui kegiatan pemuliaan tanaman secara berkelanjutan untuk menghasilkan tomat dengan karakter kualitas buah yang baik dan memiliki hasil yang tinggi. Selain itu, kemampuan tanaman tomat menghadapi cekaman abiotik juga

menjadi salah satu karakter target dalam pemuliaan tanaman untuk meningkatkan kapasitas adaptasi tanaman terhadap perubahan iklim global. Perakitan varietas tomat toleran cekaman suhu tinggi ($>32^{\circ}\text{C}$) yang memiliki kualitas buah yang baik dan hasil yang tinggi menjadi salah satu program pemuliaan tanaman di Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran dan akan dilakukan menggunakan metode persilangan antara tomat Indonesia dengan mutan *iaa9-3*. Mutan tersebut telah dilaporkan memiliki karakter toleran cekaman suhu tinggi (Rahmat *et al.*, 2023). Persilangan akan dilakukan untuk membentuk populasi *Near Isogenic Lines* (NILs) yang selanjutnya akan diseleksi untuk mendapat progeni yang memiliki karakter kualitas buah baik, hasil tinggi dan toleran cekaman suhu tinggi.

NILs adalah galur-galur hasil silang balik (*backcrossing*) yang susunan genetiknya identik kecuali satu atau sedikit gen pada lokus tertentu (Young *et al.*, 1988), dan pembentukan NILs dapat digunakan dalam perakitan varietas baru (Khanna *et al.*, 2015). Perakitan varietas baru melalui pengembangan NILs dilakukan dengan tujuan untuk mengintroduksi karakter atau gen tertentu dari tetua *donor* ke varietas yang telah memiliki karakter unggul dan hasil tinggi (tetua *recurrent*). Oleh karena itu, seleksi tetua *recurrent* menjadi tahap awal yang sangat penting dalam menentukan keberhasilan perakitan varietas melalui pembentukan populasi NILs.

Beberapa varietas tomat telah dikembangkan di Indonesia, termasuk varietas Intan, Opal, Mirah, Berlian, Mutiara, dan Ratna. Keenam varietas tersebut adalah varietas unggul yang telah dilepas oleh Balai Penelitian Tanaman Sayuran dan merupakan bagian dari koleksi Laboratorium Pemuliaan Tanaman Universitas Padjadjaran. Keenam varietas tomat tersebut dilaporkan memiliki daya hasil yang baik, untuk Intan, Berlian, dan Ratna rata-rata hasil sebanyak 10-23 ton/ha, sedangkan Opal, Mirah, dan Mutiara rata-rata hasil sebesar 30-50 ton/ha. Namun, sampai saat ini belum banyak informasi terkait karakter buah tomat keenam varietas tersebut terutama untuk karakter kualitas buah dan kandungan nutrisinya. Oleh karena itu, perlu dilakukan karakterisasi kualitas buah, komponen hasil, dan hasil keenam varietas tomat tersebut. Informasi yang diperoleh dari penelitian ini selanjutnya akan digunakan sebagai pertimbangan untuk pemilihan tetua dalam kegiatan perakitan varietas unggul baru yang memiliki karakter kualitas

buah baik, hasil tinggi, dan toleran cekaman suhu tinggi di Laboratorium Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Percobaan dilaksanakan di *greenhouse* fasilitas Bale Tatanen Padjadjaran, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran dengan sistem hidroponik *drip irrigation* pada bulan Juni sampai Desember 2022. Penelitian menggunakan metode eksperimen yang disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang diulang empat kali. Perlakuan dalam percobaan adalah varietas (P), terdiri dari enam taraf yaitu Intan (p_1), Opal (p_2), Mirah (p_3), Berlian (p_4), Mutiara (p_5), dan Ratna (p_6), sehingga terdapat 24 unit percobaan dengan masing-masing unit percobaan terdiri dari 10 tanaman. Tanaman sampel per unit percobaan sebanyak lima tanaman, sehingga total jumlah sampel yang diamati adalah 120 tanaman.

Penanaman Tanaman Tomat

Penyemaian dilakukan dalam kotak semai menggunakan media semai sekam dan *cocopeat* dengan perbandingan 3:1. Pindah tanam ke dalam *polybag* berukuran 40 x 40 cm dilakukan pada 25 hari setelah semai (HSS) dengan media tanam yang sama dengan persemaian. Pemupukan diberikan menggunakan sistem *drip irrigation* bersamaan dengan penyiraman. Pemupukan dilakukan menggunakan pupuk AB Mix dengan konsentrasi 1.000 mL/1.000 L air. *Tagging* buah dilakukan pada saat buah memasuki fase *breaker* (Br) yang ditandai dengan mulai munculnya perubahan warna buah. Pemanenan dilakukan pada fase *breaker* + 6 hari (Br+6).

Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan terdiri dari parameter kualitas fisik buah, kualitas kandungan nutrisi buah, komponen hasil dan hasil. Parameter kualitas fisik buah yang diamati meliputi diameter buah, jumlah rongga buah, tebal perikarp, dan tekstur/kekerasan buah, sedangkan untuk kualitas kandungan nutrisi terdiri dari kadar vitamin C, kadar flavonoid, kadar fenolik, kadar padatan terlarut, dan kadar glukosa, fruktosa dan sukrosa. Parameter komponen hasil yang diamati meliputi umur berbunga, umur panen, jumlah bunga per tandan, jumlah buah per tandan, *fruit set*, dan bobot per buah, sedangkan parameter hasil yaitu karakter bobot buah per tanaman.

Pengamatan parameter kualitas fisik buah dilakukan pada buah yang dipanen dari tandan kedua sampai tandan ketiga dengan jumlah sampel sebanyak tiga buah per tanaman uji, kecuali pada pengamatan tekstur/kekerasan buah yang hanya menggunakan jumlah sampel sebanyak dua buah per tanaman uji. Adapun prosedur pengamatan untuk masing-masing variabel adalah berikut ini. Pengamatan diameter buah (mm) dilakukan dengan mengukur diameter (longitudinal) menggunakan jangka sorong. Jumlah rongga buah diamati dengan cara menghitung rongga buah dari buah yang telah dibelah secara transversal. Tebal perikarp (mm) diamati dari buah tomat yang telah dibelah secara transversal, kemudian perikarp buah diukur menggunakan jangka sorong pada tiga bagian perikarp yang dipilih secara acak, kemudian dibuat rata-ratanya. Pengamatan tekstur/kekerasan buah (N) dilakukan menggunakan alat Texture Analyzer (LLOYD *Intruments*), probe berdiameter 6 mm dan luas 0,282 m² dengan pengaturan kecepatan 5 detik dan kedalaman 10 mm. Pengukuran dilakukan pada tiga bagian buah, yaitu bagian atas, tengah dan bagian bawah.

Pengamatan parameter kualitas kandungan nutrisi buah dilakukan pada buah yang dipanen dari tandan kedua sampai tandan ketiga dengan jumlah sampel sebanyak dua buah per tanaman uji menggunakan prosedur berikut ini. Kadar vitamin C (mg/100 g) diukur menggunakan alat High Performance Liquid Chromatography (HPLC). Analisis dilakukan berdasarkan prosedur Jayanti dkk. (2022) dengan mengekstraksi terlebih dahulu buah tomat dengan cara diblender, kemudian 2,5 ml sampel yang telah diekstraksi selanjutnya dipipet menggunakan pipet volume kedalam tabung centrifuge lalu tambahkan Trichloroacetic Acid (TCA) 5% dengan perbandingan 1:1 sampai volumenya tepat 5 ml, selanjutnya vortex sampel selama 5 menit dan sentrifugasi selama 10 menit. Kemudian saring sampel dengan syringe filter 0,45 µm. Larutan kemudian dimasukkan kedalam vial HPLC dan diinjeksikan pada sistem HPLC. Kadar flavonoid (mg/100g) diukur menggunakan alat spektrofotometri (Uv-Vis Shimadzu UV Mini-1240). Analisis dilakukan dengan tahapan sebagai berikut: sampel dicampur dengan 430 µL NaNO₂ 5% dalam tabung Eppendorf 2 mL, kemudian inkubasi selama 5 menit. Setelah inkubasi, 30 µL AlCl₃ (10%) dan 440 µL NaOH (1 mol/L) ditambahkan ke dalam campuran reaksi, kemudian absorbansinya diukur pada panjang gelombang 496 nm dengan menggunakan quercetin sebagai standar (Silva-Beltrán *et al.*, 2015). Kadar

fenolik (mg/100g) diukur menggunakan spektrofotometer. Kadar fenolik diukur menggunakan metode Folin-Ciocalteu (Silva-Beltrán *et al.*, 2015). Ekstraksi buah tomat yang telah diblender dilarutkan dalam metanol absolut, kemudian 15 µL ekstrak dicampur dengan 750 µL pereaksi Folin Ciocalteu (1 : 10). Setelah diinkubasi selama 5 menit pada suhu ruangan, 60 µL Na₂CO₃ (7,5%) ditambahkan ke dalam ekstrak. Setelah inkubasi selama 30 menit pada suhu ruangan, kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 765 nm menggunakan spektrofotometer. Pengukuran kadar glukosa, fruktosa dan sukrosa (mg/100g) dilakukan menggunakan HPLC. Analisis dilakukan berdasarkan prosedur Ratnayani dkk. (2008) dengan mengekstraksi terlebih dahulu buah tomat dengan cara diblender, sampel buah tomat yang telah diblender selanjutnya dipipet sebanyak 2,5 ml kedalam centrifuge dan diencerkan menggunakan asetonitril *for liquid chromatography* dengan perbandingan 1:1 sampai volumenya tepat 5 ml, kemudian dilakukan vortex sampel selama 5 menit dan dilanjutkan dengan sentrifugasi selama 10 menit. Selanjutnya sampel tersebut disaring menggunakan *syringe filter* 0,45 µm, kemudian sebanyak 20 µL sampel diinjeksikan ke alat kromatografi HPLC. Adapun pengamatan kadar total padatan terlarut (°Brix) dilakukan menggunakan alat hand refractometer (HSR-500, Japan). Pengukuran dilakukan dengan cara meneteskan cairan buah tomat pada lensa refraktometer, kemudian mencatat angka yang ditunjukkan pada monitor refraktometer.

Pengamatan parameter komponen hasil dan hasil dilakukan menggunakan prosedur berikut ini. Pengamatan umur berbunga (hari setelah tanam/HST) dilakukan dengan cara menghitung atau menjumlahkan hari sejak pindah tanam hingga 50% dari jumlah tanaman dalam setiap unit percobaan menghasilkan bunga pertama yang antesis. Pengamatan umur panen (HST) dilakukan dengan cara menghitung atau menjumlahkan hari sejak pindah tanam hingga 50% dari jumlah tanaman dalam setiap unit percobaan menghasilkan buah pertama yang siap panen. Jumlah bunga per tandan diperoleh dengan cara menghitung jumlah bunga yang mekar pada tandan bunga kesatu sampai tandan bunga ketiga, kemudian membuat rata-ratanya. Jumlah buah per tandan dilakukan dengan menghitung buah yang terbentuk pada tandan kesatu sampai tandan ketiga, kemudian membuat rata-ratanya. Persentase *fruit set* (%) diperoleh dengan menghitung total buah yang terbentuk dan total

bunga yang terbentuk dari tandan kesatu sampai tandan ketiga. Data yang diperoleh kemudian digunakan untuk menghitung persentase *fruit set* menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ Fruit set} = \frac{\text{Jumlah buah terbentuk}}{\text{Jumlah total bunga mekar}} \times 100$$

Bobot per buah (g) diperoleh dengan cara menimbang buah pada tandan kesatu sampai tandan ketiga menggunakan timbangan digital. Jumlah sampel sebanyak dua buah per tanaman uji. Adapun data karakter bobot buah per tanaman (g) diperoleh dari penjumlahan keseluruhan bobot buah hasil panen dari tandan kesatu sampai tandan ketiga pada fase Br+6 dan ditimbang menggunakan timbangan analitik.

Data variabel kuantitatif dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) taraf nyata

5%. Pengujian sebaran data dilakukan sebelum analisis ragam menggunakan uji normalitas Kolmogorov-Smirnov. Apabila hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan yang diuji berbeda nyata, maka dilakukan uji lanjut untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan menggunakan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) taraf nyata 5%. Analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 24 dan Microsoft Excel 2019.

Guna mendapatkan hasil varietas terbaik, analisis penjumlahan terbobot dilakukan menggunakan metode *Simple Additive Weighting* (SAW). Metode SAW digunakan untuk mencari penjumlahan bobot yang diinginkan dari setiap karakter pengamatan dalam setiap perlakuan. Tahap awal melibatkan normalisasi menggunakan rumus berikut ini (Subagio *et al.*, 2017):

$$R_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} & \text{Jika } j \text{ adalah atribut keuntungan (benefit)} \\ \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} & \text{Jika } j \text{ adalah atribut biaya (cost)} \end{cases}$$

Keterangan:

R_{ij} = rating ternormalisasi

X_{ij} = nilai tengah terbesar dari setiap karakter pengamatan

$\max X_{ij}$ = nilai tengah terbesar dari setiap karakter pengamatan

$\min X_{ij}$ = nilai tengah terkecil dari setiap karakter pengamatan

Benefit = kriteria yang makin besar hasilnya maka makin diinginkan

Cost = kriteria yang makin kecil hasilnya maka makin diinginkan

Penghitungan nilai preferensi untuk tiap perlakuan yang dirumuskan sebagai berikut:

$$V_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij}$$

Keterangan:

V_i = ranking untuk tiap perlakuan

W_j = nilai bobot dari tiap pengamatan

R_{ij} = nilai rating

Penentuan kriteria pembobotan yang akan diambil dan dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan pada penelitian ini tersaji pada Tabel 1.

Kriteria dan persentase pembobotan ditentukan berdasarkan karakter utama yang dipilih untuk seleksi pada variabel pengamatan yang menunjukkan perbedaan nyata pada analisis ragam.

Tabel 1. Acuan kriteria dan pembobotan

Kode	Karakter pengamatan (kriteria)	Tipe kriteria	Bobot
K1	<i>Fruit set</i>	<i>Benefit</i>	10%
K2	Bobot buah per tanaman	<i>Benefit</i>	15%
K3	Umur panen	<i>Cost</i>	5%
K4	Vitamin C	<i>Benefit</i>	20%
K5	Flavonoid	<i>Benefit</i>	20%
K6	Fenolik	<i>Benefit</i>	20%
K7	Glukosa	<i>Benefit</i>	10%

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakter Kualitas Fisik Buah pada Enam Varietas Tomat Calon Tetua Persilangan

Karakter kualitas fisik buah yang diamati adalah diameter buah, jumlah rongga buah, tebal perikarp, dan kekerasan tekstur buah. Berdasarkan hasil analisis ragam yang tersaji pada Tabel 2, terdapat perbedaan yang nyata (taraf 5%) pada varietas tomat yang diuji untuk karakter bobot kering buah dan

perbedaan yang sangat nyata (taraf 1%) untuk diameter buah dan jumlah rongga buah. Selanjutnya uji lanjut dilakukan pada karakter-karakter fisik buah yang berbeda nyata menggunakan uji lanjut DMRT untuk mengetahui perbedaan antar varietas yang diuji.

Berdasarkan hasil uji lanjut DMRT pada Tabel 3 terlihat bahwa varietas Mirah (p_3) memiliki diameter buah dengan nilai lebih besar dibandingkan kelima varietas lainnya. Diameter buah memengaruhi bobot buah, sehingga diameter buah yang besar akan berkontribusi pada bobot buah yang dihasilkan akan semakin besar. Akan tetapi ukuran buah varietas Mirah yang besar ini kurang memenuhi kriteria preferensi konsumen. Kriteria diameter buah yang lebih disukai konsumen untuk konsumsi buah segar dan sayur berkisar antara 25-47 mm (Schwarz *et al.*, 2014). Hasil riset ini menunjukkan bahwa varietas Opal, Berlian, Mutiara, dan Ratna berdasarkan ukuran buah lebih memenuhi selera konsumen. Adapun untuk jumlah rongga buah, varietas Opal (p_2) memiliki jumlah rongga buah yang paling sedikit dibandingkan lima varietas lain yang diuji. Roohanitaziani (2019) menyatakan bahwa buah tomat yang memiliki rongga buah yang lebih banyak, akan menghasilkan buah yang lebih besar dan lebar, sebaliknya jika jumlah rongga buah sedikit maka buah yang dihasilkan lebih kecil. Sejalan dengan pernyataan tersebut, hasil penelitian ini yang

menunjukkan bahwa bobot per buah berpengaruh terhadap diameter buah dan jumlah rongga buah. Variasi jumlah rongga buah keenam varietas yang diuji tersaji pada Gambar 1.

Tabel 2. Hasil analisis ragam empat karakter kualitas fisik buah enam varietas tomat yang diuji

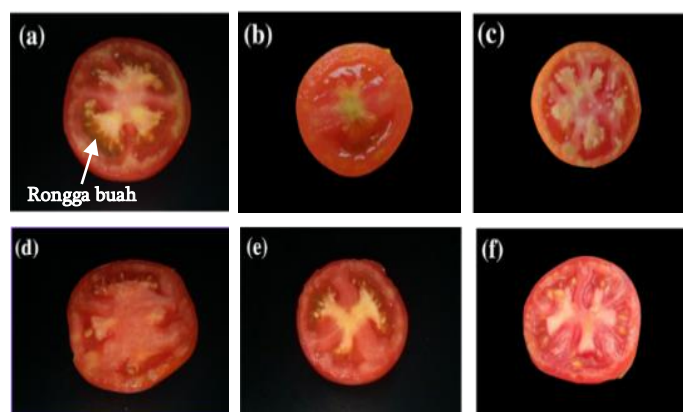
Karakter	Rata-rata	F-hitung
Diameter buah (mm)	45,85	4,80**
Jumlah rongga buah	4,02	22,61**
Tebal perikarp (mm)	4,57	2,04 ^{tn}
Kekerasan tekstur buah (N)	13,86	1,58 ^{tn}

Keterangan: ^{tn} = Tidak berbeda nyata, * = Berbeda nyata pada taraf 5%, ** = Berbeda nyata pada taraf 1%.

Tabel 3. Karakter fisik buah enam varietas tomat yang diuji

Varietas	Diameter buah (mm)	Jumlah rongga buah
Intan (p_1)	40,52 a	4,00 b
Opal (p_2)	35,57 a	2,45 a
Mirah (p_3)	51,73 c	4,55 c
Berlian (p_4)	48,69 b	4,73 c
Mutiara (p_5)	49,03 b	3,68 b
Ratna (p_6)	49,59 b	4,73 c

Keterangan: Nilai rata-rata yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT taraf nyata 5%.



Gambar 1. Variasi karakter jumlah lokul enam varietas tomat yang diuji, (a) Intan, (b) Opal, (c) Mirah, (d) Berlian, (e) Mutiara, dan (f) Ratna. Tanda panah: rongga buah dalam buah tomat

Karakter Kualitas Kandungan Nutrisi Buah pada Enam Varietas Tomat Calon Tetua Persilangan

Karakter kandungan nutrisi yang diamati adalah vitamin C, flavonoid, fenolik, fruktosa, glukosa, sukrosa, dan total padatan terlarut. Hasil analisis ragam pada Tabel 4 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata (taraf 5%) antar

varietas tomat yang diuji untuk karakter kadar glukosa dan perbedaan yang sangat nyata (taraf 1%) untuk karakter vitamin C, kadar flavonoid, dan kadar fenolik. Hasil uji lanjut DMRT disajikan pada Tabel 5.

Varietas Opal (p_2) memiliki kadar vitamin C tertinggi (19,41 mg/100 g) dibandingkan varietas-varietas lain yang diuji (Tabel 5). Konsentrasi vitamin

C pada buah tomat dapat berkisar dari 10 - 40 mg/100 g pada varietas tomat yang dibudidayakan. Devi *et al.* (2019) menyatakan bahwa kadar vitamin C yang rendah dapat mengindikasikan antioksidan digunakan untuk memperbaiki jaringan yang rusak akibat tingginya radikal bebas dalam sel tanaman. Selanjutnya Valšíková-Frey *et al.* (2017) melaporkan bahwa tinggi atau rendahnya kadar vitamin C dalam buah tomat dapat dipengaruhi oleh beberapa kondisi, seperti lingkungan tempat tumbuh, perlakuan pascapanen, suhu penyimpanan, dan level gas etilen. Namun, karena pada penelitian ini tanaman tomat ditanam pada kondisi lingkungan yang sama dan terkontrol, maka perbedaan latar belakang genetik menjadi salah satu faktor utama yang menentukan kandungan vitamin C pada buah tomat (Mellidou *et al.*, 2021).

Tabel 4. Hasil analisis ragam tujuh karakter kandungan nutrisi enam varietas tomat yang diuji

Karakter	Rata-rata	F-hitung
Vitamin C (mg/100 g)	10,92	12,78**
Flavonoid (mg QE/ge)	225,30	3,68**
Fenolik (mg GAE/ge)	333,07	5,65**
Fruktosa (mg/100 g)	1,03	0,99 ^{tn}
Glukosa (mg/100 g)	2,59	3,08*
Sukrosa (mg/100 g)	0,08	0,72 ^{tn}
Total padatan terlarut (°Brix)	5,04	1,58 ^{tn}

Keterangan: ^{tn} = Tidak berbeda nyata, * = Berbeda nyata pada taraf 5%, ** = Berbeda nyata pada taraf 1%.

Tabel 5. Karakter kandungan nutrisi buah enam varietas tomat yang diuji

Varietas	Vitamin C (mg/100 g)	Flavonoid (mg QE/ge)	Fenolik (mg GAE/ge)	Glukosa (mg/100 g)
Intan (p ₁)	12,56 b	239,94 b	381,06 b	2,68 b
Opal (p ₂)	19,41 d	211,06 a	322,06 a	3,05 b
Mirah (p ₃)	15,81 c	222,33 a	308,35 a	2,95 b
Berlian (p ₄)	5,03 a	192,97 a	306,83 a	2,52 b
Mutiara (p ₅)	5,83 a	238,77 a	319,20 a	2,13 a
Ratna (p ₆)	6,87 a	246,73 b	360,91 b	2,19 a

Keterangan: Nilai rata-rata yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT taraf nyata 5%.

Tabel 5 menunjukkan bahwa varietas Intan (p₁) dan Ratna (p₆) memiliki kadar flavonoid lebih tinggi dibandingkan empat varietas lainnya. Menurut Engka dkk. (2017), aktivitas antioksidan akan meningkat apabila kadar senyawa flavonoid tinggi, begitupun sebaliknya apabila kadar flavonoid rendah maka aktivitas antioksidan akan menurun. Senyawa glikosida merupakan jenis flavonoid yang umum terdapat pada tanaman, merupakan hasil pengikatan gula sehingga mudah larut dalam pelarut polar. Kadar flavonoid pada buah tomat dapat bervariasi tergantung pada jenis atau varietas yang digunakan. Metode pemrosesan dan penyimpanan pada buah tomat juga dapat berpengaruh terhadap kandungan flavonoid (Sánchez-Moreno *et al.*, 2009). Sementara itu, varietas Intan (p₁) dan Ratna (p₆) juga memiliki kadar fenolik yang lebih tinggi dibandingkan varietas-varietas lain yang diuji dalam penelitian ini (Tabel 5). Hasil tersebut menunjukkan bahwa buah tomat kedua varietas tersebut memiliki aktivitas yang baik sebagai senyawa yang berpotensi sebagai antioksidan. Anggrani & Anggarani (2022)

melaporkan bahwa aktivitas antioksidan berhubungan erat dengan kandungan fenolik dan flavonoid pada tanaman. Tinggi atau rendahnya kadar fenolik yang terdapat dalam buah dipengaruhi oleh genetik. Tinggi atau rendahnya nilai kadar fenolik yang terdapat dalam buah dipengaruhi oleh genetik. *SIMYB12*, faktor transkripsi tipe R2R3-MYB, diidentifikasi sebagai pengatur utama dalam biosintesis flavonoid dengan menargetkan dan mengaktifkan transkripsi gen biosintesis flavonoid secara luas (Adato *et al.*, 2009). Faktor genetik dan kondisi pertumbuhan berperan penting dalam pembentukan metabolit sekunder termasuk asam fenolik (Boonkasem *et al.*, 2015). Perbedaan latar belakang genetik keenam varietas yang diuji diduga menjadi salah satu faktor utama yang menyebabkan adanya perbedaan kandungan fenolik pada buah tomat yang diamati.

Kandungan karbohidrat terlarut total pada buah tomat terdiri dari glukosa dan fruktosa (gula pereduksi) dan sukrosa (gula non-pereduksi), namun sebagian besar berupa glukosa dan fruktosa (Harjanti

et al., 2014). Hasil uji DMRT yang tersaji pada Tabel 5 menunjukkan bahwa varietas Mutiara (p₅) dan Ratna (p₆) menghasilkan kadar glukosa yang lebih rendah dibandingkan varietas lainnya, masing-masing sebesar 2,13 mg/100 g dan 2,19 mg/100 g. Wijayani & Widodo (2005) menyatakan bahwa kandungan glukosa pada buah tomat sangat dipengaruhi sifat genetik tanaman. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kandungan glukosa pada buah tomat cenderung rendah yaitu berkisar 3,00-4,20 mg/100 g, seperti yang telah diamati pada keenam varietas tomat yang diuji yang memiliki kandungan glukosa berkisar 2,13-3,05 mg/100 g. Adapun untuk kadar fruktosa dan sukrosa tidak menunjukkan berbeda nyata, hal tersebut diduga disebabkan karena perubahan kadar pereduksi pada buah tomat yang dipengaruhi oleh aktivitas fisiologis seluruh jaringan tanaman (Dewi dkk., 2016).

Karakter Komponen Hasil dan Hasil Buah pada Enam Varietas Tomat Calon Tetua Persilangan

Karakter komponen hasil dan hasil yang diamati adalah umur berbunga, umur panen, jumlah bunga per tandan, jumlah buah per tandan, *fruit set*, bobot per buah, dan bobot buah per tanaman. Hasil analisis ragam dapat dilihat pada Tabel 6, sedangkan hasil uji DMRT tersaji pada Tabel 7.

Berdasarkan Tabel 6 terlihat bahwa karakter umur panen berbeda nyata pada taraf 5%, sedangkan karakter jumlah bunga per tandan, jumlah buah per tandan, *fruit set*, bobot per buah, dan bobot buah per tanaman menunjukkan perbedaan yang sangat nyata antar varietas yang diuji pada taraf 1%. Berdasarkan Tabel 7 terlihat bahwa varietas Opal (p₂), Berlian (p₄),

dan Mutiara (p₅) memiliki umur panen yang lebih panjang dibandingkan ketiga varietas lainnya. Menurut penelitian Rostini (2011), umur panen tanaman ditentukan oleh varietas yang digunakan serta kondisi lingkungan tempat tanaman tersebut tumbuh. Faktor-faktor lingkungan seperti iklim dan praktik budidaya memiliki peran penting dalam menentukan masa panen tanaman. Perbedaan umur panen pada keenam varietas tomat yang diuji dapat disebabkan oleh faktor genetik, dimana keenam varietas yang diuji memiliki latar belakang genetik yang beragam sehingga perbedaan umur panen sangat memungkinkan terjadi. Umur panen tanaman tomat dapat dikatakan genjah apabila berada pada kisaran 50-65 HST, kategori sedang pada rentang 65-80 HST, dan kategori dalam pada rentang 85-95 HST (Sentani dkk., 2016). Berdasarkan kriteria tersebut, seluruh varietas yang diuji dapat dikategorikan sebagai tomat berumur panen sedang.

Tabel 6. Hasil analisis ragam tujuh karakter komponen hasil dan hasil enam varietas tomat yang diuji

Karakter	Rata-rata	F-hitung
Umur berbunga (HST)	46,55	2,03 ^{tn}
Umur panen (HST)	67,29	3,74*
Jumlah bunga per tandan	11,19	14,58**
Jumlah buah per tandan	25,02	3,18**
<i>Fruit set</i> (%)	74,18	111,18**
Bobot per buah (g)	73,37	10,78**
Bobot buah per tanaman (g)	1094,34	40,86**

Keterangan: ^{tn} = Tidak berbeda nyata, * = Berbeda nyata pada taraf 5%, ** = Berbeda nyata pada taraf 1%.

Tabel 7. Karakter komponen hasil dan hasil enam varietas tomat yang diuji

Varietas	Umur panen (HST)	Jumlah bunga per tandan	Jumlah buah per tandan	<i>Fruit set</i> (%)	Bobot per buah (g)	Bobot buah per tanaman (g)
Intan (p ₁)	67,00 a	12,83 c	8,22 a	65,80 a	67,27 b	1111,94 b
Opal (p ₂)	68,65 b	11,58 b	8,83 b	69,50 b	35,24 a	656,16 a
Mirah (p ₃)	65,55 a	10,67 a	8,05 a	79,98 d	88,06 b	1206,09 b
Berlian (p ₄)	67,55 b	10,73 a	7,58 a	74,88 c	86,75 b	1118,58 b
Mutiara (p ₅)	68,40 b	11,02 a	8,93 b	81,73 e	68,73 b	1320,71 c
Ratna (p ₆)	66,60 a	10,32 a	8,07 a	78,88 d	94,14 c	1152,59 b

Keterangan: Nilai rata-rata yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT taraf nyata 5%.

Perbedaan karakter antar varietas lainnya ditunjukkan pada karakter jumlah bunga per tandan dan jumlah buah per tandan (Tabel 7). Menurut Qonit dkk. (2017), jumlah bunga per tandan dan

jumlah buah per tandan digunakan sebagai indikator penentu hasil panen. Varietas Intan (p₁) menunjukkan respons pembentukan bunga lebih banyak dibandingkan varietas lainnya, namun

menghasilkan jumlah buah per tandan yang lebih rendah dibandingkan varietas Opal (p₂) dan Mutiara (p₅) (Tabel 7). Menurut Wijayati & Murti (2021), jumlah bunga per tandan yang tinggi memiliki potensi untuk menghasilkan lebih banyak buah, sedangkan jumlah bunga yang sedikit akan menghasilkan buah yang sedikit pula.

Pembentukan buah merupakan indikator keberhasilan proses fertilisasi tanaman tomat. Bhattarai *et al.* (2018) menyatakan bahwa jumlah buah per tandan dipengaruhi oleh ukuran buah tomat. Tomat dengan ukuran buah kecil dapat menghasilkan lebih banyak buah dalam tandan. Interaksi faktor genetik dan lingkungan memengaruhi respons jumlah bunga dan buah yang dihasilkan dalam satu tandan pada setiap varietas yang diuji. Respons pada suatu karakter akan terus menyesuaikan terhadap kondisi lingkungan sekitar sehingga dapat terjadi perbedaan antara satu tanaman dengan tanaman lainnya (Nazirwan dkk., 2014).

Varietas Mutiara (p₅) menghasilkan persentase *fruit set* yang paling tinggi (81,73%) dibandingkan kelima varietas lainnya yang diuji (Tabel 7). Presentase *fruit set* yang lebih tinggi dapat memengaruhi jumlah buah yang terbentuk dan secara langsung berdampak pada hasil panen. Semakin tinggi presentase *fruit set* dan semakin banyak buah yang berhasil berkembang dapat meningkatkan potensi hasil panen yang lebih besar. Sebaliknya, jika presentase *fruit set* rendah, jumlah buah yang terbentuk juga akan berkurang, yang berpotensi mengurangi hasil panen yang diharapkan. Oleh karena itu, tingkat *fruit set* menjadi faktor penting yang diperhatikan dalam produksi buah untuk mencapai hasil panen yang optimal (Din *et al.*, 2019).

Persentase pembentukan buah tomat sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, diantaranya suhu dan kelembapan. Jumlah bunga juga merupakan karakter yang ikut menentukan persentase pembentukan buah. Jika jumlah bunga yang mekar banyak tetapi jumlah bunga yang berhasil menjadi buah sedikit maka persentase pembentukan buah juga rendah, sebaliknya jika jumlah bunga mekar banyak dan jumlah bunga yang berhasil menjadi buah juga banyak maka persentase pembentukan buah akan tinggi (Kusumayati dkk., 2015). Selain itu, karakter *fruit set* juga menjadi karakter penting dalam perakitan varietas tomat toleran cekaman suhu tinggi. Persentase *fruit set* yang rendah telah dilaporkan terjadi pada tanaman tomat yang

mengalami cekaman suhu tinggi (Gonzalo *et al.*, 2020; El-Mansy *et al.*, 2021; Rajametov *et al.*, 2021).

Berdasarkan Tabel 7 terlihat bahwa varietas Opal (p₂) memiliki bobot per buah terkecil dan varietas Ratna (p₆) memiliki bobot per buah paling besar (94,14 g) dibandingkan empat varietas lain yang diuji. Menurut Charvel dkk. (2014) perbedaan bobot per buah disebabkan oleh variasi potensi hasil yang berbeda pada masing-masing varietas sesuai dengan gen yang dimilikinya. Adapun untuk bobot buah per tanaman dari tiga tandan buah pertama yang dipanen dalam penelitian ini menunjukkan bahwa varietas Opal (p₂) memiliki bobot buah per tanaman lebih kecil (656,16 g), sedangkan Mutiara (p₅) memiliki bobot buah yang lebih besar (1320,71 g) dibandingkan varietas-varietas lainnya. Banyaknya jumlah buah yang terbentuk per tanaman akan menentukan bobot buah per tanaman (Ikawati *et al.*, 2022). Kriteria kualitas tomat yang diutamakan di pasar modern menurut hasil penelitian Irsyad dkk. (2018) adalah buah tomat yang berukuran sedang dengan ukuran 50-70 g per buah dengan bentuk buah agak bulat.

Silvia (2014) menyatakan bahwa perbedaan antara bobot per buah dan bobot buah per tanaman dapat disebabkan oleh potensi hasil yang berbeda pada setiap varietas. Meskipun demikian, proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman dapat berjalan dengan optimal apabila tanaman memiliki kemampuan adaptasi dengan kondisi lingkungan tempat tumbuhnya. Keberhasilan tanaman dalam menghasilkan bobot buah yang maksimal dipengaruhi oleh faktor genetik tanaman itu sendiri. Oleh karena itu, bobot buah yang dihasilkan akan dipengaruhi oleh potensi genetik varietas dalam beradaptasi dengan lingkungan tertentu.

Berdasarkan Tabel 7 terlihat bahwa secara keseluruhan keenam varietas tomat yang diuji menggunakan penanaman secara hidroponik di dalam *greenhouse* menghasilkan bobot per buah yang lebih baik dari bobot buah yang dicantumkan dalam deskripsi masing-masing varietas. Hal tersebut menunjukkan bahwa penanaman dengan sistem hidroponik dalam *greenhouse* berbasis teknologi hidroponik dapat meningkatkan produktivitas tanaman tomat.

Seleksi Calon Tetua Persilangan Berdasarkan Karakter Kualitas Buah, Komponen Hasil, dan Hasil

Pengambilan keputusan untuk seleksi varietas dengan kualitas buah terbaik dan hasil yang tinggi dilakukan menggunakan penjumlahan terbobot

dengan metode SAW. Karakter yang digunakan sebagai acuan dalam pembobotan adalah *fruit set* (15%), bobot buah per tanaman (15%), umur panen (5%), vitamin C (20%), flavonoid (20%), fenolik (20%), dan glukosa (10%). Nilai persentase bobot ditentukan sesuai dengan prioritas yang ditetapkan berdasarkan data yang telah diperoleh dari penelitian

ini. Penghitungan nilai preferensi diperoleh dengan melakukan perkalian antara bobot kriteria masing-masing pengamatan dengan nilai ternormalisasi (Wibowo dkk., 2019). Hasil perhitungan nilai preferensi keenam varietas tomat yang diuji tersaji pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil perhitungan nilai preferensi

Varietas	Vi K1	Vi K2	Vi K3	Vi K4	Vi K5	Vi K6	Vi K7	Total	Peringkat
Intan (p ₁)	0,805	0,842	0,978	0,647	0,972	1,000	0,879	0,867	2
Opal (p ₂)	0,850	0,497	0,955	1,000	0,855	0,845	1,000	0,847	3
Mirah (p ₃)	0,979	0,913	1,000	0,815	0,901	0,809	0,967	0,887	1
Berlian (p ₄)	0,916	0,847	0,970	0,259	0,782	0,805	0,826	0,719	6
Mutiara (p ₅)	1,000	1,000	0,958	0,300	0,968	0,838	0,698	0,789	5
Ratna (p ₆)	0,965	0,873	0,984	0,354	1,000	0,947	0,718	0,809	4

Keterangan: Vi = ranking untuk setiap varietas, K = karakter, K1 = *Fruit set*, K2= Bobot buah per tanaman, K3 = Umur panen, K4 = Vitamin C, K5 = Flavonoid, K6 = Fenolik, K7 = Glukosa.

Berdasarkan hasil perhitungan nilai preferensi pada Tabel 8, keenam varietas dapat diurutkan berdasarkan karakter kualitas buah terbaik dan hasil tertinggi yang dimiliki. Varietas Mirah (p₃) menunjukkan nilai total paling besar (0,886) dan menjadi varietas dengan kualitas buah dan hasil terbaik berdasarkan karakter pengamatan *fruit set*, bobot buah per tanaman, umur panen, vitamin C, flavonoid, fenolik, dan glukosa. Varietas Intan (p₁) merupakan varietas dengan kualitas terbaik kedua dengan nilai 0,871. Kedua varietas tersebut selanjutnya berpotensi digunakan sebagai tetua *recurrent* dalam perakitan varietas tomat toleran cekaman suhu tinggi dengan kualitas buah yang baik dan hasil yang tinggi melalui pembentukan populasi NILs.

SIMPULAN

Karakter kualitas buah, komponen hasil dan hasil dipengaruhi oleh faktor genetik, lingkungan dan interaksi keduanya. Enam varietas tomat Indonesia yang dievaluasi menunjukkan perbedaan pada karakter fisik buah (diameter buah, jumlah rongga buah), kualitas kandungan nutrisi buah (vitamin C, flavonoid, fenolik, dan glukosa), dan karakter komponen hasil dan hasil (umur panen, jumlah bunga per tandan, jumlah buah per tandan, fruit set, bobot per buah, dan bobot buah per tanaman) pada penanaman dengan sistem hidroponik *drip irrigation*. Berdasarkan metode *Simple Additive Weighting* (SAW), varietas Mirah

(p₃) dan Intan (p₁) terseleksi untuk parameter kualitas buah baik dan hasil tinggi dengan nilai pembobotan sebesar 0,887 dan 0,867. Kedua varietas berpotensi digunakan sebagai tetua *recurrent* pada pembentukan populasi NILs.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penyelesaian penelitian ini, khususnya pada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi untuk pendanaan penelitian melalui skema Hibah Penelitian Fundamental Reguler tahun 2023.

DAFTAR PUSTAKA

Abdou, AM, S Higashiguchi, K Horie, M Kim, H Hatta, and H Yokogoshi. 2006. Relaxation and immunity enhancement effects of γ -Aminobutyric acid (GABA) administration in humans. *BioFactors*. 26(3): 201–8. DOI: 10.1002/biof.5520260305.

Adato, A, T Mandel, S Mintz-Oron, I Venger, D Levy, M Yativ, E Dominguez, Z Wang, RC H De Vos, R Jetter, L Schreiber, A Heredia, I Rogachev, and A Aharoni. 2009. Fruit-surface flavonoid accumulation in tomato is controlled by a SIMYB12-regulated transcriptional network. *PLoS Genet*. (5)12, e1000777. DOI: 10.1371/journal.pgen.1000777.

Anggriani, SD, and MA Anggarani. 2022.

- Determination of total phenolic, total flavonoid and antioxidant activity of Batak onion extract (*Allium chinense* G. Don). Indonesian Journal of Chemical Science. 11(3): 207–221.
- Ayuso-Yuste, MC, F González-Cebrino, M Lozano-Ruiz, AM Fernández-León, and MJ Bernalte-García. 2022. Influence of ripening stage on quality parameters of five traditional tomato varieties grown under organic conditions. Horticulturae. 8, 313. DOI: 10.3390/horticulturae8040313.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2024a. Luas Panen Tanaman Sayuran Menurut Kabupaten/Kota 2023. Tersedia online pada <https://jabar.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTc0IzI=/luas-panen-tanaman-sayuran-menurut-kabupaten-kota.html> (diakses 4 Juli 2023)
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2024b. Produksi Tanaman Sayuran. Tersedia online pada <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjEjMg==/produksi-tanaman-sayuran.html> (diakses 5 Juli 2024)
- Barbulova A, G Colucci, and F Apone. 2015. New trends in cosmetics: By-products of plant origin and their potential use as cosmetic active ingredients. Cosmetics. 2(2): 82–92. DOI: 10.3390/cosmetics2020082.
- Bhattarai, K, S Sharma, and DR Panthee. 2018. Diversity among modern tomato genotypes at different levels in fresh-market breeding. International Journal of Agronomy. 20(8): 1–15. DOI: 10.1155/2018/4170432.
- Boonkasem, P, P Sricharoen, S Techawongstein, and S Chanthai. 2015. Determination of ascorbic acid and total phenolics related to the antioxidant activity of some local tomato (*Solanum lycopersicum*) varieties. Der Pharma Chemica. 7(4): 66–70.
- Charvel, F, J Sjoftan, dan Ardian. 2014. Pertumbuhan dan produksi beberapa galur dan varietas tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) di dataran rendah. Jom Faperta. 1(2): 1–9.
- Devi, RY, P Mineshwar, and R Thokchom. 2019. Changes in vitamin C content during the various stages of ripening of citrus grandis: a major fruit crop of Sikkim, India. In Sustainable Horticulture Volume 1 Diversity, Production, and Crop Improvement (D Mandal, AM Sukhla, and MW Siddiqui, Eds). Apple Academic Press. New York. 502 p.
- Dewi, SK, Yuliati, dan L Sugiyarto. 2016. Pengaruh variasi dosis KMnO_4 terhadap kadar gula pereduksi dan keberadaan jamur pada pascapanen buah tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) varietas Servo. Jurnal Biologi. 5(5): 61–71. DOI: 10.21831/kingdom.v5i5.5884.
- Din, S, RA Wani, AW Wani, F Nisar, S Farwah, S Rizvi, TF Wani, and S Nisar. 2019. Fruit set and development: Pre-requisites and enhancement in temperate fruit crops. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry: 8(2): 1203–1216.
- El-Mansy, AB, DA El-Moneim, SM Alshamrani, FA Safhi, MA Abdein, and AA Ibrahim. 2021. Genetic diversity analysis of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) with morphological, cytological, and molecular markers under heat stress. Horticulturae. 7(4): 1 – 18. DOI: 10.3390/horticulturae7040065.
- Engka, T, MRJ Runtuwene, dan J Abidjulu. 2017. Penentuan kandungan total fenolik, flavonoid, dan aktivitas antioksidan dari kuso mafola (*Drynaria quercifolia* L.). Pharmacon Journal Ilmiah Farmasi Unsrat. 6(1): 47–52.
- Giovannucci, E. 2002. A prospective study of tomato products, lycopene, and prostate cancer risk. Cancer Spectr Knowl Environ. 94(5): 391–398. DOI: 10.1093/jnci/94.5.391.
- Gonzalo, MJ, YC Li, KY Chen, D Gil, T Montoro, I Nájera, C Baixauli, A Granell, and AJ Monforte. 2020. Genetic control of reproductive traits in tomatoes under high temperature. Frontiers in Plant Science. 11(1): 1–15. DOI: 10.3389/fpls.2020.00326.
- Harjanti, AD, Zulkifli, dan Ellyzarti. 2014. Pengaruh cahaya hijau (510-550 nm) terhadap kandungan karbohidrat terlarut total dan gula pereduksi pada columella, locular cavity dan pericarp wall buah tomat plum (*Solanum lycopersicum* var. Roma). Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Lampung. Politeknik Negeri Lampung. Lampung.
- Ikawati, R, F Rianto, and T Palupi. 2022. The increasing tomato plant yield in Ultisol soil with various types of organic fertilizer enriched with *Trichoderma* sp. Jurnal Agronomi Indonesia. 50(2): 186–192. DOI: 10.24831/jai.v50i2.40040.
- Inoue, K, T Shirai, H Ochiai, M Kasao, K Hayakawa, M Kimura, & H Sansawa. 2003. Blood-

- pressure-lowering effect of a novel fermented milk containing γ -aminobutyric acid (GABA) in mild hypertensives. *European Journal of Clinical Nutrition*. 57(3): 490–5. DOI: 10.1038/sj.ejcn.1601555.
- Irsyad, EF, A Yusdiarti, dan H Miftah. 2018. Analisis persepsi dan preferensi konsumen terhadap atribut kualitas sayuran komersial di pasar modern. *Jurnal Agribisains*. 4(2): 1–7. DOI: 10.30997/jagi.v4i2.1561.
- Jayanti, YD, Slamet, Wirasti, dan AV Nur. 2022. Kandungan vitamin C pada brokoli (*Brassica oleracea* L.) terhadap pengaruh suhu dan penyimpanan dengan metode High Performance Liquid Chromatography (HPLC). *Jurnal Ilmiah JOPHUS: Journal of Pharmacy UMUS*. 3(02): 95–103. DOI: 10.46772/jophus.v3i02.522.
- Khanna, A, V Sharma, RK Ellur, AB Shikari, SG Krishnan, UD Singh, G Prakash, TR Sharma, R Rathour, M Variar, SK Prashanthi, M Nagarajan, KK Vinod, PK Bhowmick, NK Singh, KV Prabhu, BD Singh, and AK Singh. 2015. Development and evaluation of near-isogenic lines for major blast resistance gene(s) in Basmati rice. *Theor Appl Genet*. 128(7): 1243–1259. DOI: 10.1007/s00122-015-2502-4.
- Kusumayati, N, E Elih, dan L Setyobudi. 2015. Tingkat keberhasilan pembentukan tiga varietas tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) pada lingkungan yang berbeda. *Jurnal Produksi Tanaman*. 3(8): 683–688.
- Lippi, G, and G Targher. 2011. Tomatoes, lycopene-containing foods and cancer risk. *Br J Cancer*. 104(7): 1234–5. DOI: 10.1038/bjc.2011.59.
- Mas'ud, dan S Wahyuningsih. 2023. Statistik Konsumsi Pangan Tahun 2023. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian-Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Mellidou, I, A Koukounaras, S Kostas, E Patelou, and AK Kanellis. 2021. Regulation of vitamin C accumulation for improved tomato fruit quality and alleviation of abiotic stress. *Genes MDPI*. 12(5): 1–7. DOI: 10.3390/genes12050694.
- Minoia, S, A Petrozza, O D'Onofrio, F Piron, G Mosca, G Sozio, F Cellini, A Bendahmane, and F Carriero. 2010. A new mutant genetic resource for tomato crop improvement by TILLING technology. *BMC Research Notes*. 3: 69. DOI: 10.1186/1756-0500-3-69.
- Nazirwan, A Wahyudi, & Dulbari. 2014. Karakterisasi koleksi plasma nutfah tomat lokal dan introduksi. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 14(1): 70–75. <http://jptonline.or.id/index.php/ojs-jpt/article/view/126>.
- Novita, M, S Satriana, dan E Hasmarita. 2015. Kandungan likopen dan karotenoid buah tomat (*Lycopersicum pyriforme*) pada berbagai tingkat kematangan: pengaruh pelapisan dengan kitosan dan penyimpanan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*. 7(1): 35–39. DOI: 10.17969/jtipi.v7i1.2832.
- Purwati, E. 2007. Varietas unggul harapan tomat hibrida (F1) dari Balitsa. In *Iptek Hortikultura*. 3 (2) : 34–40.
- Qonit, HAM, Kusumiyati, dan S Mubarak. 2017. Identifikasi dan karakterisasi 11 kultivar tanaman tomat sebagai sumber genetik untuk persilangan. *Agrin*. 21(1): 26–33. DOI: 10.20884/1.agrin.2017.21.1.336.
- Rahmat, BPN, G Octavianis, R Budiarto, N Jadid, A Widiastuti, DD Matra, H Ezura, and S Mubarak. 2023. SLIAA9 mutation maintains photosynthetic capabilities under heat-stress conditions. *Plants*. 12: 378. DOI: 10.3390/plants12020378.
- Rajametov, SN, EY Yang, HB Jeong, MC Cho, SY Chae, and N Paudel. 2021. Heat treatment in two tomato cultivars: A study of the effect on physiological and growth recovery. *Horticulturae*. 7(5): 119–135. DOI: 10.3390/horticulturae7050119.
- Ratnayani, KNMA, DSNMA Adhi, dan IGAMAS Gitadewi. 2008. Penentuan kadar glukosa dan fruktosa pada madu randu dan madu kelengkeng dengan metode kromatografi cair kinerja tinggi. *Jurnal Kimia*. 2(2): 77–86.
- Roohanitaziani, R. 2019. Genetic Analysis of Fruit Quality in Tomato. [Thesis]. Wageningen University. Wageningen.
- Rostini, N. 2011. Enam Jurus Bertanam Cabai Bebas Hama dan Penyakit. PT. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Sánchez-Moreno, C, B de Ancos, L Plaza, P Elez-Martínez, and MP Cano. 2009. Nutritional approaches and health-related properties of plant foods processed by high pressure and pulsed electric fields. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 49(6): 552–576. DOI: 10.1080/10408390802145526.

- Schwarz, D, AJ Thompson, and HP Kläring. 2014. Guidelines to use tomato in experiments with a controlled environment. *Frontier in Plant Science*. 5(11): 1–16. DOI: 10.3389/fpls.2014.00625.
- Sentani, L, M Syukur, dan S Marwiyah. 2016. Uji daya hasil lanjutan tomat (*Solanum lycopersicum* L.) populasi F8. *Agrohorti*. 14 (7) : 11–40. DOI: 10.29244/agrob.v4i1.15003.
- Shi, J, and ML Maguer. 2000. Lycopene in tomatoes: Chemical and physical properties affected by food processing. *Critical Reviews in Biotechnology*. 20(4): 293–334. DOI: 10.1080/10408690091189275.
- Silva-Beltrán, NP, S Ruiz-Cruz, LA Cira-Chávez, MI Estrada-Alvarado, JDJ Ornelas-paz, MA López-mata, CL Del-toro-Sánchez, JF Ayala-Zavala, and E Márquez-ríos. 2015. Total phenolic, flavonoid, tomatine, and tomatidine contents and antioxidant and antimicrobial activities of extracts of tomato plant. *International Journal of Analytical Chemistry*. 20(5): 1–10. DOI: 10.1155/2015/284071.
- Silvia, R. 2014. Uji pertumbuhan dan produksi beberapa genotipe tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) di dataran rendah. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM)*. 1(1): 1–10.
- Subagio, RT, MT Abdullah, dan Jaenudin. 2018. Penerapan metode SAW (*Simple Additive Weighting*) dalam sistem pendukung keputusan untuk menentukan penerima beasiswa. *Prosiding Saintiks FTIK Unikom*. 2(1): 61–68.
- Takayama, M, and H Ezura. 2015. How and why does tomato accumulate a large amount of GABA in the fruit? *Front Plant Sci*. 6: 1–7. DOI: 10.3389/fpls.2015.00612.
- Valšíková-Frey, M, P Komár, and M Rehuš. 2017. The effect of varieties and degree of ripeness to vitamin C content in tomato fruits. *Acta Horticulturae et Regiotecturae*. 20(2): 44–48. DOI: 10.1515/ahr-2017-0010.
- Wibowo, HA, L Sujai, dan R Junaedi. 2019. Penerapan metode simple additive weighting pada sistem pendukung keputusan untuk pemilihan jenis padi terbaik (Studi Kasus CV. Mandiri Jaya). *Jurnal Situstika*. 3(3): 1–13.
- Wijayati, NAW, dan RH Murti. 2021. Seleksi pedigree tomat (*Solanum lycopersicum* L.) generasi F4 berdasarkan kekerasan dan bentuk buah. *Vegetalika*. 10(1): 56–68. DOI: 10.22146/veg.47339.
- Wijayani, A, dan W Widodo. 2005. Usaha meningkatkan kualitas beberapa varietas tomat dengan sistem budidaya hidroponik. *Ilmu Pertanian*. 12 (1): 77–83. DOI: 10.22146/ipas.59933.
- Young ND, D Zamir, MW Ganai, and SD Tanksley. 1988. Use of isogenic lines and simultaneous probing to identify DNA markers tightly linked to the tm-2a gene in tomato. *Genetics*. 120: 579–585. DOI: 10.1093/genetics/120.2.579.