

Penampilan Agronomi Populasi F3 Tomat pada Budidaya Hidroponik di Rumah Kaca Dataran Rendah

Agronomic Performance of F3 Populations of Tomato for Hydroponic Cultivation at Lowland Greenhouse

Nur Fitri Salsabilla Febriani¹, Resti Lestari¹, Sigit Widiyanto², Ady Daryanto^{1*})

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma.

²Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Gunadarma.

*E-mail: adydaryanto@yahoo.com

ABSTRACT

Tomatoes consumption continues to increase, but it's constrained by low productivity in central production, so a plant breeding program is needed to improve the yield and adaptability of tomatoes in urban areas. This study aimed to analyze the agronomic performance of F3 tomato populations for hydroponic cultivation in a lowland greenhouse. The F3 populations derived from crosses of commercial variety Rewako x Tantyna (Rw.Ta-4-7U, w.Ta-4-10U, and Rw.Ta-1-14U) and Agatha x Ultima (Ag.U1-5-7U & Ag.U1-5-14U). The research was conducted at the Gunadarma University's experimental greenhouse in Depok City, West Java, from March to August 2020. Twenty-fifth-day-old seedlings from each population were planted in a planter bag. The experiment was carried out using a single plant design for F3 generation and a randomized complete block design (RCBD) for the commercial varieties. The result showed that a number of fruit per plant, and fruit weight per plant had wide genetic variabilities among F3 populations. All characters had a high broad-sense heritability except for flowering days and harvesting days. The high advance genetic, along with high mean values, was shown by the F3 populations of Rw.Ta-4-10U, Rw.Ta-4-7U and Ag.U1-5-14U. The high value of genetic variability, heritability, and genetic advance will help to select the program for the next generation.

Keywords: genetic variability, greenhouse, heritability, *Solanum lycopersicum*.

PENDAHULUAN

Permintaan atas komoditas hortikultura terutama sayuran seperti tomat (*Solanum lycopersicum* L.) menunjukkan tren positif seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk serta pendapatan masyarakat. Konsumsi tomat pada masyarakat urban terus mengalami peningkatan akan tetapi terkendala dengan rendahnya produktivitas di sentra produksinya. Proyeksi pertumbuhan rata-rata konsumsi tomat nasional pada periode 2017-2021 sebesar 5.32% per tahun (Pusdatin, 2019). Produktivitas tomat Indonesia berkisar pada angka 16 ton ha⁻¹ dan masih tergolong rendah bila dibandingkan dengan potensinya sebesar 40 ton ha⁻¹ (Pusdatin, 2021). Konsumsi sayuran terbesar berada di wilayah perkotaan oleh karena itu kegiatan *urban farming* dapat menjadi solusi penyediaan pangan sehat bagi masyarakat perkotaan sehingga mengurangi beban produksi di wilayah pedesaan.

Shamshiri *et al.* (2018) menyatakan bahwa budidaya di dalam rumah kaca dengan sistem hidroponik sesuai untuk wilayah dengan keterbatasan lahan dan sumber daya seperti di

wilayah urban. Martínez-blanco *et al.* (2011) melaporkan bahwa sistem hidroponik di dalam rumah kaca mampu meningkatkan hasil panen tomat hingga 50% dan mengurangi kebutuhan air serta aplikasi pestisida. Pivovarov *et al.* (2017) menyatakan bahwa *ideotipe* tomat yang dibudidayakan di sistem hidroponik adalah memiliki tinggi tanaman yang rendah dan ukuran buah yang cukup besar.

Kegiatan pertanian perkotaan diperlukan untuk mendukung ketahanan pangan, vitamin dan nutrisi bagi masyarakat di wilayah urban. Modal dasar suksesnya kegiatan pertanian termasuk *urban farming* salah satunya adalah pemilihan varietas yang sesuai. Pemilihan varietas menjadi hal yang sangat penting di dalam budidaya tanaman agar selisih antara potensi hasil produksi ditingkat penelitian atau riset dengan hasil faktual di tingkat petani tidak berbeda jauh (Khairullah, 2016). Daryanto *et al.* (2020) melaporkan varietas-varietas tomat yang tidak sesuai untuk *urban farming* dapat mengalami keguguran bunga yang tinggi, pembentukan buah yang sangat rendah serta penurunan ukuran buah hingga 40%. Oleh

karena itu, penting untuk melakukan kegiatan pemuliaan tanaman di wilayah urban sehingga dapat dihasilkan varietas yang adaptif dan sesuai dengan kegiatan *urban farming*.

Efektivitas suatu program pemuliaan tanaman dapat dicapai apabila besarnya keragaman (variabilitas) genetik dari suatu karakter dapat diperkirakan. Pengetahuan tentang besarnya variabilitas genetik berguna dalam melakukan seleksi membentuk varietas baru (Shankar *et al.*, 2013). Generasi F3 merupakan generasi awal yang masih memiliki variabilitas genetik yang tinggi. Estimasi nilai heritabilitas bermanfaat untuk menduga besarnya peran genetik terhadap keragaman fenotipe yang dapat diwariskan dari generasi ke generasi. Syukur *et al.* (2011) menyatakan bahwa kemajuan seleksi cabai tercapai pada karakter-karakter yang memiliki nilai heritabilitas yang tergolong tinggi.

Penapisan beberapa varietas tomat untuk dataran rendah telah dilakukan (Daryanto *et al.*, 2020). Persilangan terhadap tetua tomat terpilih serta seleksi pada populasi bersegregasi generasi F2 dilakukan pada musim sebelumnya dengan karakter seleksi adaptif pada kondisi lingkungan di dalam rumah kaca dataran rendah. Kami memperoleh beberapa genotipe yang dianggap memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi varietas tomat adaptif pada lingkungan budidaya hidroponik di dalam rumah kaca dataran rendah. Adapun tujuan penelitian ialah untuk mempelajari penampilan dan parameter genetik tomat generasi F3 pada budidaya hidroponik di dalam rumah kaca dataran rendah.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan Agustus 2020 di rumah kaca Universitas Gunadarma Kampus F6, Kota Depok, Jawa Barat. Konstruksi rumah kaca yang digunakan ialah dinding berbahan *screen-net* (*mesh* 60%) serta atap plastik UV (ketebalan 200 micron / 0.20 mm). Lokasi berada pada ketinggian 54 meter di atas permukaan laut dengan suhu harian dan kelembaban rata-rata ialah 29-33 °C dan 60-81%.

Material genetik yang digunakan terdiri atas dua varietas tomat komersial dan lima genotipe tomat generasi ketiga (F3) hasil penggalan program studi Agroteknologi, Universitas Gunadarma. Varietas komersial meliputi Tora IPB dan Servo F1. Populasi F3 terbentuk dari seleksi *pedigree* hasil persilangan varietas Rewako x Tantina (Rw.Ta-4-7U, Rw.Ta-4-10U, dan Rw.Ta-1-14U) serta varietas Agatha x Ultima (Ag.Ul-5-7U dan Ag.Ul-5-14U). Kedua varietas komersial diulang sebanyak tiga kali

menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak (RKL) dengan 6 tanaman per ulangan sedangkan masing-masing genotipe F3 sebanyak 15 tanaman sehingga total seluruh tanaman adalah 111 tanaman. Semua tanaman dalam percobaan ini diamati sebagai unit percobaan.

Pelaksanaan penelitian diawali dengan melakukan persemaian benih pada media campuran *cocopeat* dan arang sekam 1:1 (v/v). Penanaman tomat dilakukan setelah bibit berdaun 6-8 helai atau berusia 25 hss (hari setelah semai) pada sistem hidroponik beririgasi tetes. Pemupukan menggunakan larutan AB mix khusus untuk tanaman tomat dengan komposisi larutan *stock* A terdiri dari 15.8% N-NO₃, 1.1% N-NH₄, 36.3% K, 18.6% Ca, 5.2% P, 5.2% Mg, dan 17.3% S sedangkan larutan *stock* B terdiri dari 3.95 ppm FeEDTA, 1.05 ppm FeEDDHA, 0.8 ppm MnEDTA, 0.1 ppm ZnEDTA, 0.07 ppm CuEDTA, 0.3 ppm B, 0.04 ppm Mo dan 0.04 ppm Na. Konsentrasi pupuk AB mix ditingkatkan secara bertahap sejalan dengan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, yaitu 500 ppm di fase persemaian, 1.000 ppm di fase vegetatif, dan 1.500 ppm di fase generatif dengan dosis 250 ml per tanaman setiap hari. Pupuk Gandasil B diberikan sebagai tambahan sebanyak 2 g L⁻¹ yang diaplikasikan lewat daun pada fase generatif.

Seluruh tanaman dari setiap satuan percobaan diamati. Karakter yang diamati terdiri atas karakter kualitatif dan kuantitatif mengikuti kunci karakterisasi IPGRI (*International Plant Genetic Resources Institute*) (1995). Karakter kualitatif yang diamati meliputi warna hipokotil, tipe pertumbuhan, letak daun, bentuk helai daun, intensitas warna hijau daun, tipe tandan buah, warna pundak buah muda, bentuk buah secara membujur, bentuk ujung buah, dan jumlah rongga buah. Pengamatan karakter kuantitatif, yaitu tinggi dikotomus, umur berbunga, umur panen, panjang buah, bobot per buah, jumlah buah, dan bobot buah per tanaman.

Data kuantitatif pada varietas pembandingan dilakukan analisis ragam untuk mendapatkan nilai ragam lingkungan. Jika varietas berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji BNJ (Tukey) pada taraf 5% dengan bantuan *software* SAS Windows 9.1. Data kuantitatif pada populasi F3 dilakukan evaluasi tingkat variabilitas genetiknya menggunakan pendekatan koefisien keragaman genetik (KKG) yang mengacu pada penelitian cabai rawit yang dilakukan oleh Sidiq *et al.* (2017) dan Alnopri (2004) pada kopi dengan rumus:

$$KKG = \frac{\sqrt{\sigma^2_g}}{\text{rata-rata populasi}} \times 100\%$$

Tiga kriteria variabilitas genetik, yaitu sempit jika nilai KKG antara < 10 %, sedang jika KKG bernilai 10-20%, dan luas jika nilai KKG > 20%. Selanjutnya, pada populasi F3 dilakukan analisis pendugaan nilai heritabilitas arti luas (h_{bs}^2) dan kemajuan genetik harapan (KGH). Heritabilitas arti luas dihitung dengan menggunakan rumus: $h_{bs}^2 =$

$\frac{\sigma^2_g}{\sigma^2_p} \times 100\%$; $\sigma^2_g = \sigma^2_p - \sigma^2_E$; $\sigma^2_p = \sigma^2_{F3}$; $\sigma^2_E =$ KT Galat. Keterangan: h^2_{bs} = heritabilitas dalam arti luas, σ^2_E = ragam lingkungan, σ^2_g = ragam genetik, dan σ^2_p = ragam fenotipe.

Kriteria nilai heritabilitas dalam arti luas dikategorikan sebagai berikut: rendah: $h^2_{bs} < 20\%$; sedang: $20\% < h^2_{bs} < 50\%$, dan tinggi: $h^2_{bs} > 50\%$. Kemajuan seleksi (G) dengan intensitas seleksi 10% (1.76) dan kemajuan genetik harapan (KGH) menurut Syukur *et al.* (2011) dihitung menggunakan rumus: $G = i \times \sigma_p \times h^2_{bs}$, $KGH = \frac{G}{\bar{X}} \times 100\%$. Keterangan: i = intensitas seleksi dan σ_p : simpangan baku fenotipe.

Analisis lain yang dilakukan adalah pegujian perbandingan nilai tengah dari kelima genotipe populasi F3 tomat dengan dua varietas komersial menggunakan uji *t-student* pada taraf 5% dan analisis korelasi untuk menduga keeratan hubungan antara karakter kuantitatif terhadap karakter daya hasil dengan metode Pearson menggunakan perangkat lunak Minitab 18.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakter Kualitatif

Populasi F3 Rw.Ta-4-7U, Rw.Ta-4-10U, dan Rw.Ta-1-14U memiliki kesamaan penampilan pada karakter tipe tumbuh yaitu *determinate* sedangkan populasi F3 genotipe Ag.Ul-5-7-U dan Ag.Ul-5-14U memiliki tipe tumbuh *indeterminate* (Tabel 1). Waktu berbunga dan panen yang genjah dapat menyebabkan siklus penanaman yang singkat sehingga dapat meningkatkan jumlah penanaman per tahun. Saleem *et al.* (2013) menyatakan bahwa karakter tipe tumbuh dikendalikan oleh gen sederhana dimana tipe *indeterminate* dominan

terhadap *determinate*.

Segregasi terjadi pada karakter bentuk buah, bentuk ujung buah, warna pundak buah muda, dan jumlah rongga pada kelima genotipe F3 (Tabel 1). Warna hijau di pundak buah muncul dominan pada populasi Rw.Ta-4-7U, Ag.Ul-5-7U, dan Ag.Ul-5-14U. Karakter bentuk ujung buah tomat mendatar bersifat dominan terhadap ujung buah tomat meruncing (Ahmad *et al.* 2019). Karakter warna hijau di pundak buah dilaporkan dikendalikan oleh gen sederhana dan bersifat dominan (Reddy *et al.*, 2017) sehingga karakter pundak buah dapat digunakan untuk menguji tingkat hibriditas pada varietas tomat hibrida (Daryanto *et al.*, 2020).

Populasi Rw.Ta-4-7U dan Ag.Ul-5-7U memiliki segregasi penampilan pada karakter bentuk buah yaitu, bulat, silinder, dan telur sungsang sedangkan Rw.Ta-1-14U dan Ag.Ul-5-14U memiliki bentuk buah bulat. Menurut Ahmad *et al.* (2019) bentuk buah silinder dapat bersegregasi menjadi bentuk buah *obovoid* dan bentuk *pear*. Segregasi jumlah rongga buah atau lokul terdapat pada populasi Rw.Ta-4-7U, Rw.Ta-4-10U, dan Rw.Ta-1-14U yaitu mulai 2 hingga lebih dari 4 lokul. Jumlah lokul mempengaruhi bentuk dan ukuran dari buah tomat. Muñoz *et al.* (2011) melaporkan bahwa jumlah lokul dari buah tomat dikendalikan oleh dua QTL (*quantitative trait locus*) yang berinteraksi secara epistasis. Chattopadhyay *et al.* (2013) menyatakan bahwa jumlah lokul sedikit merupakan karakter ideal pada tomat tipe *processing*.

Tabel 1. Persentase Nilai Karakter Kualitatif Lima Populasi Tomat Populasi F3

No	Karakter	Servo (%)	Tora (%)	Rw.Ta-4-7U (%)	Rw.Ta-4-10U (%)	Rw.Ta-1-14U (%)	Ag.Ul-5-7U (%)	Ag.Ul-5-14U (%)
1	Warna Antosianin di Hipokotil							
	a. Ungu	100	100	100	100	100	100	100
	b. Hijau	-	-	-	-	-	-	-
2	Tipe tumbuh							
	a. Determinate	100	100	100	100	100	-	-
	b. Indeterminate	-	-	-	-	-	100	100
3	Letak Daun							
	a. Semi tegak	-	-	-	-	-	-	-
	b. Horizontal	100		100	100	100	-	-
	c. Menggantung	-	100	-	-	-	100	100
4	Bentuk Helai Daun							
	a. Menyirip	100	-	100	100	100	100	100
	b. Menyirip ganda	-	100	-	-	-	-	-
5	Intensitas warna hijau daun							
	a. Terang	100	-	-	100	-	-	-

No	Karakter	Servo (%)	Tora (%)	Rw.Ta-4-7U (%)	Rw.Ta-4-10U (%)	Rw.Ta-1-14U (%)	Ag.Ul-5-7U (%)	Ag.Ul-5-14U (%)
	b. Sedang	-	100	100	-	100	100	-
	c. Gelap	-	-	-	-	-	-	100
6	Tipe Tandan Bunga							
	a. Uniporous	100	100	100	100	100	9,09	42.86
	b. Uniparous-Multiparous	-	-	-	-	-	90,91	57.14
	c. Multiparous	-	-	-	-	-	-	-
7	Bentuk buah							
	a. Bulat	-	-	33,33	21.43	100	27.27	100
	b. Persegi	100	-	-	-	-	-	-
	c. Silinder	-	-	33,33	78.57	-	18.18	-
	d. Bentuk hati	-	-	-	-	-	-	-
	e. Bentuk telur sungsang	-	100	33,33	-	-	54.55	-
8	Bentuk ujung buah							
	a. Melekuk	-	-	-	-	-	-	-
	b. Melekuk agak datar	-	-	20	50	100	-	-
	c. Datar	100	-	20	-	-	36.36	-
	d. Datar meruncing	-	100	60	50	-	63.64	100
	e. Meruncing	-	-	-	-	-	-	-
9	Warna pundak buah muda							
	a. Hijau	-	-	73	47	20	75	63
	b. Tidak ada	100	100	27	53	80	25	38
10	Jumlah rongga buah							
	a. Dua	100	42.86	-	33.33	14.29	100	50
	b. Duan dan tiga	-	57.14	33.33	33.33	14.29	-	50
	c. Tiga dan empat	-	-	53.33	20	50	-	-
	d. Lebih dari empat	-	-	13.33	13.33	21.43	-	-

Keragaman Genetik dan Korelasi Karakter Hasil pada Populasi F3 Tomat

Nilai koefisien keragaman genetik (KKG) yang luas (KKG > 20) dimiliki oleh karakter tinggi dikotomus, bobot per buah, jumlah buah per tanaman, serta bobot buah per tanaman. Karakter dengan KKG yang luas juga dapat terlihat dari nilai rentangnya yang luas. Sebagai contoh, populasi Rw.Ta-4-10 memiliki nilai KKG 46.25 dan rentang yang luas, dari 1 hingga 27, pada karakter jumlah buah per tanaman (Tabel 2). Penelitian sejenis, Rosyidah *et al.* (2016) melaporkan nilai KKG yang luas pada karakter bobot buah per tanaman dan jumlah buah. Nilai variabilitas genetik yang luas akan membantu program seleksi. Syukur *et al.* (2011) menyatakan bahwa variabilitas genetik yang luas merupakan syarat berjalan efektif suatu proses seleksi program pemuliaan tanaman.

Besarnya nilai variabilitas genetik suatu

populasi bergantung pada tingkat generasi serta latar belakang material genetik dari tetua persilangan yang digunakan. Penelitian ini menggunakan generasi ke-3 (F3) hasil dari persilangan ganda (*double cross*) dua hibrida. Farooq *et al.* (2012) melaporkan persilangan *double cross* dapat meningkatkan kombinasi genetik dan berpotensi menghasilkan variabilitas genetik yang luas. Populasi F3 merupakan generasi yang bersegregasi seperti halnya generasi F2 dengan konstruksi genetik heterogen-heterosigot sehingga efektif bila dilakukan kegiatan seleksi.

Karakter umur berbunga dan umur panen memiliki nilai duga KKG yang sempit pada ke lima populasi tomat F3, ditunjukkan oleh nilai KKG < 10% dan nilai rentang yang sempit. Nilai KKG yang sempit mengindikasikan bahwa individu di dalam populasi tersebut sudah relatif seragam. Nilai KKG sempit

dilaporkan pada karakter umur panen tomat F3 (Rosyidah *et al.*, 2016) dan karakter umur berbunga pada cabai rawit populasi F3 (Sidiq *et al.*, 2017). Keragaman genetik yang sempit menunjukkan bahwa seleksi terhadap karakter tersebut sudah tidak efektif lagi dilakukan.

Tabel 2. Rekapitulasi Rentang Nilai, Ragam, dan Koefisien Keragaman Genetik Populasi F3

Karakter	Rw.Ta	Rw.Ta	Rw.Ta	Ag-UI	Ag-UI	
	-4-7U	-4-10U	-1-14U	-5-7U	-5-14U	
Tinggi dikotomus	Rentang (cm)	27-56	18-69	8-75	46-77	68-107
	Ragam	67.10	154.53	418.57	95.89	202.33
	KKG (%)	17.44	25.28	41.66	14.49	15.91
Umur berbunga	Rentang (HST)	21-32	23-49	21-48	31-49	27-45
	Ragam	12.07	70.72	75.43	26.56	54.62
	KKG (%)	0	0	0	0	0
Umur panen	Rentang (HST)	63-68	75-100	86-110	90-121	86-109
	Ragam	3.15	71.61	103.17	117.37	66.40
	KKG (%)	0	8.69	10.06	7.74	7.93
Bobot per buah	Rentang (g)	31-63	17-77	40-89	61-90	37-66
	Ragam	123.12	282.90	265.29	105.42	126.13
	KKG (%)	33.23	53.92	48.94	46.4	13.33
Panjang buah	Rentang (mm)	38-58	36-65	41-55	24-59	26-50
	Ragam	33.04	108.23	16.21	160.48	111.27
	KKG (%)	11.33	19.00	7.71	46.40	4.68
Jumlah buah per tanaman	Rentang (buah)	12-45	1-27	1-18	1-21	12-31
	Ragam	111.27	49.02	23.57	61.36	54.70
	KKG (%)	35.01	46.25	60.37	75.86	32.12
Bobot per tanaman	Rentang (g)	577-1366	11-1038	56-1097	14-825	507-1412
	Ragam	74,380.31	89,899.30	80,289.92	85,799.11	120,857.30
	KKG%	23.61	45.91	86.05	117.15	135.25

Tabel 3. Koefisien Korelasi Karakter Kuantitatif terhadap Karakter Bobot Buah per Tanaman

Karakter	Rw.Ta	Rw.Ta	Rw.Ta	Ag.UI	Ag.UI
	-4- 7U	-4-10U	-1-14U	-5- 7U	-5- 14U
Tinggi dikotomus	0.30	-0.07	-0.68	0.50	-0.10
Umur berbunga	0.11	-0.37	-0.23	0.18	-0.27
Umur panen	0.11	-0.34	-0.52	-0.75	-0.27
Bobot per buah	-0.34	0.46	-0.06	0.30	0.70
Panjang buah	-0.26	0.42	-0.20	0.41	0.83
Jumlah buah per tanaman	0.82*	0.88*	0.90*	0.94*	0.73
Bobot buah per tanaman	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Keterangan : *berbeda nyata berdasarkan uji korelasi Pearson pada taraf 5%

Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa bobot buah per tanaman berkorelasi positif dan nyata terhadap jumlah buah per tanaman kecuali pada populasi Ag.UI-5-14U (Tabel 3). Hal serupa dilaporkan pada penelitian sejenis dimana jumlah buah per tanaman dan bobot buah memiliki korelasi positif dan kuat terhadap

bobot buah per tanaman tomat (Saleem *et al.*, 2013, Ritonga *et al.*, 2019). Umur berbunga dan panen tidak memiliki hubungan terhadap hasil dan komponen hasil sehingga terlihat bahwa karakter umur genjah tidak menyebabkan potensi hasil meningkat. Sidiq *et al.* (2017) melaporkan bahwa umur berbunga dan umur

panen tidak berkorelasi terhadap peningkatan hasil panen cabai rawit.

Nilai Tengah Populasi F3 dan Varietas Pembanding

Rata-rata tinggi dikotomus populasi Rw.Ta-4-7U, Rw.Ta-4-10U, dan Rw.Ta-1-14U nyata lebih rendah dibandingkan dua varietas komersial (Tabel 4). Umumnya budidaya tomat membutuhkan ajir atau bambu untuk menopang pertumbuhan vegetatif dan generatifnya. Tanaman tomat dengan karakter dikotomus yang rendah dapat mengurangi penggunaan ajir sehingga biaya produksi tomat dapat berkurang. Pivovarov *et al.* (2017) menyatakan tomat dengan pertumbuhan rendah sesuai untuk budidaya tanaman dengan teknologi hidroponik.

Populasi Rw.Ta-4-7U menunjukkan umur

berbunga dan panen yang lebih genjah diantara populasi F3 lainnya dan kedua varietas komersial. Rerata umur berbunga dan panen populasi Rw.Ta-4-7U adalah 25 HST dan 64 HST (Tabel 4). Populasi Ag.U1-5-7U dan Ag.U1-5-14U dengan pertumbuhan *indeterminate* memiliki umur panen yang nyata lebih dalam bila dibandingkan varietas bertipe *determinate*. Varietas Servo dan Tora memiliki umur berbunga relatif bersamaan akan tetapi umur panen keduanya berselisih hampir 30 hari, dimana Servo memiliki umur panen nyata lebih genjah dibandingkan Tora. Chishti *et al.* (2019) melaporkan bahwa pertumbuhan tomat tipe *determinate* cenderung lebih pendek dan waktu berbunga yang lebih cepat dibandingkan tipe *indeterminate*.

Tabel 4. Nilai Rataan Tinggi Dikotomus, Umur Berbunga, dan Umur Panen Populasi F3 Tomat

Genotipe	Tinggi dikotomus (cm)	Umur berbunga (HST)	Umur panen (HST)
Rw.Ta-4-7U	44.67AB	25.27AB	63.93AB
Rw.Ta-4-10U	47.07AB	32.57	84.93AB
Rw.Ta-1-14U	49.00AB	33.00	94.36A
Ag.U1-5-7U	66.91	43.18AB	106.83A
Ag.U1-5-14U	89.00AB	33.43	93.00A
Servo	66.95	31.95	69.89b
Tora	65.88	34.47	96.80a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNJ taraf 5% dan huruf A berarti berbeda nyata dengan var. Servo; huruf B berarti berbeda nyata dengan var. Tora berdasarkan Uji *t-student* taraf 5%.

Tabel 5. Nilai Rataan Komponen Hasil Populasi F3 Tomat

Genotipe	Panjang buah (mm)	Bobot per buah (g)	Bobot buah per tanaman (g)	Jumlah buah per tanaman
Rw.Ta-4-7U	46.46B	46.23B	964.40B	27.47B
Rw.Ta-4-10U	51.94B	53.99	579.71A	12.64AB
Rw.Ta-1-14U	46.51B	65.11A	290.64AB	5.79
Ag.U1-5-7U	47.30	53.68	218.70AB	10.11A
Ag.U1-5-14U	58.34A	71.30A	790.17	20.50
Servo	48.71b	50.77b	1031.63a	24.68a
Tora	56.63a	64.04a	605.75b	12.56b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNJ taraf 5% dan huruf A berarti berbeda nyata dengan var. Servo; huruf B berarti berbeda nyata dengan var. Tora berdasarkan Uji *t-student* taraf 5%.

Varietas Tora mengalami kerontokan bunga pada penanaman di dalam rumah kaca. Rata-rata suhu dan RH di rumah kaca selama penelitian, yaitu pada kisaran 29.6 - 32.7°C serta

kelembaban pada kisaran 60 - 81 %. Suhu udara di dalam rumah kaca tersebut lebih tinggi 3 - 5 °C dibandingkan suhu udara di luar rumah kaca. Suhu optimum untuk tomat untuk berbuah

adalah 21 - 29°C pada siang hari dan 18 - 21°C pada malam hari (Shamshiri *et al.*, 2018). Chishti *et al.* (2019) menyatakan bahwa kemampuan *fruit set* tomat akan menurun secara signifikan dengan meningkatnya suhu harian. Suhu tinggi dilaporkan menyebabkan turunnya fertilitas polen tanaman tomat (Boulard *et al.*, 2011) dan padi (Jaisyurahman *et al.*, 2019). Kusumayati *et al.* (2015) menyatakan bahwa rontoknya bunga tomat pada penanaman di dalam rumah kaca disebabkan oleh suhu tinggi serta kelembaban relatif yang rendah. Daryanto *et al.* (2020) melaporkan bahwa varietas tomat Rewako mengalami kerontokan bunga yang sangat tinggi akibat suhu tinggi di rumah kaca dataran rendah. Umur berbunga genjah serta fase vegetatif yang singkat dilaporkan menjadi mekanisme *escape* terhadap cekaman kekeringan dan mampu meningkatkan produksi pada tanaman gandum (Shavrukov *et al.*, 2017). Umur tanaman yang genjah menjadi karakter penting serta diminati oleh petani pada penanaman tomat di dataran rendah (Saleem *et al.*, 2013).

Rata-rata karakter panjang buah, bobot per buah, dan bobot buah per tanaman genotipe Rw.Ta-4-7U tidak berbeda nyata dengan varietas Servo sebagai varietas hibrida akan tetapi masih lebih kecil dari sisi ukuran panjang dan bobot per buah dibandingkan dengan varietas Tora, varietas tomat inbrida (Tabel 5). Genotipe Ag.UI-5-14U memiliki ukuran panjang buah dan bobot per buah lebih besar dibandingkan Servo dan tidak berbeda nyata dengan Tora. Tora memiliki ukuran buah yang besar akan tetapi mengalami kerontokan bunga sehingga jumlah buah dan bobot per tanaman yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan Servo. Menurut Syukur *et al.* (2015) klasifikasi tomat sayur berdasarkan bobot buah, yaitu ukuran kecil dengan rata-rata bobot per buah < 50 g, ukuran sedang dengan kisaran bobot per buah 50 - 70 g dan ukuran besar dengan bobot per buah > 70 g. Genotipe Rw.Ta-4-7U masuk dalam kategori ukuran kecil. Genotipe Rw.Ta-4-10U, Rw.Ta-1-14U, dan Ag.UI-5-7U masuk kategori ukuran sedang dan genotipe Ag.UI-5-14U masuk ke dalam kategori buah besar. Pivovarov *et al.* (2017) menyatakan tomat dengan bobot buah medium (30-50 g) sesuai untuk budidaya dengan teknologi hidroponik di

rumah kaca.

Heritabilitas dan Kemajuan Seleksi Harapan

Nilai heritabilitas arti luas (h^2_{bs}) dan persentase kemajuan seleksi harapan yang tinggi pada kelima populasi tomat F3 dihasilkan oleh karakter tinggi dikotomus, bobot per buah, panjang buah, bobot buah per tanaman, dan jumlah buah, sedangkan karakter umur berbunga memiliki nilai heritabilitas yang rendah (Tabel 6). Umur panen menunjukkan nilai heritabilitas dan kemajuan genetik harapan yang tinggi kecuali populasi Rw.Ta-4-7U. Nilai kemajuan genetik yang tinggi pada umur panen tidak dikehendaki karena akan berakibat tanaman berumur dalam atau lambat masa pemanenannya. Beberapa penelitian sebelumnya melaporkan nilai heritabilitas arti luas yang tinggi diperoleh pada karakter panjang buah, diameter buah, bobot buah per tanaman, dan jumlah buah per tanaman (Saputra *et al.*, 2019) dan kemajuan genetik yang tinggi terdapat pada karakter bobot buah (Ahmad *et al.*, 2017). Pivovarov *et al.* (2017) melaporkan bahwa karakter bobot buah ($h^2 = 0.99$) dan jumlah buah ($h^2 = 0.96$) diwariskan dari jalur maternal sedangkan pertumbuhan pendek ($h^2 = 0.83$) dan umur genjah (0.73) diwariskan dari jalur paternal.

Nilai heritabilitas bernilai 0 atau rendah pada umur berbunga dan umur panen pada penelitian ini diduga disebabkan oleh ragam lingkungan yang lebih besar dibandingkan ragam fenotipe sehingga menghasilkan ragam genotipe bernilai negatif pada kelima populasi tomat F3. Nilai heritabilitas yang rendah dari generasi ke generasi dapat terjadi karena peningkatan homosigositas suatu karakter tanaman. Ahmad *et al.* (2017) menyatakan bahwa suatu program seleksi dalam pemuliaan tanaman dapat menyebabkan peningkatan nilai rata-rata populasi dan menurunkan nilai variabilitas serta heritabilitas suatu karakter. Bila suatu karakter memiliki nilai KKG, heritabilitas serta kemajuan genetik yang tinggi berarti faktor genetik lebih berpengaruh pada karakter tersebut serta mudah diwariskan pada keturunan berikutnya. Selanjutnya seleksi individu di dalam famili terpilih dapat dilakukan untuk mendapatkan keseragaman karakter yang diinginkan.

Tabel 6. Heritabilitas dan Kemajuan Seleksi Harapan

Karakter	Komponen	Rw.Ta	Rw.Ta	Rw.Ta	Ag.Ul	Ag.Ul
		-4-7U	-4-10U	-1-14U	-5-7U	-5-14U
Tinggi dikotomus	h^2_{bs} (%)	96.89	98.64	99.53	97.97	99.04
	G	13.46	20.74	35.74	16.84	24.27
	KGH (%)	30.13	44.06	72.93	25.16	27.78
Umur berbunga	h^2_{bs} (%)	0	0	0	0	0
	G	0	0	0	0	0
	KGH %	0	0	0	0	0
Umur panen	h^2_{bs} (%)	0	81.98	88.27	83.74	81.96
	G	0	11.73	15.66	12.61	11.72
	KGH (%)	0	13.81	16.59	12.43	12.60
Bobot per buah	h^2_{bs} (%)	87.79	94.96	94.55	96.47	85.68
	G	17.10	27.33	27.56	33.90	25.71
	KGH (%)	36.99	50.52	41.86	77.60	36.06
Panjang buah	h^2_{bs} (%)	89.79	96.87	80.32	98.04	71.95
	G	8.75	17.04	5.64	32.40	8.21
	KGH %	18.84	32.81	12.13	68.5	13.52
Jumlah buah per tanaman	h^2_{bs} (%)	89.07	75.07	51.85	81.43	75.11
	G	15.93	8.89	4.42	4.43	8.90
	KGH (%)	58.00	70.31	76.36	47.59	43.42
Bobot buah per tanaman	h^2_{bs} (%)	80.40	84.87	83.20	83.86	89.09
	G	321.24	430.35	400.37	277.67	176.60
	KGH (%)	33.31	74.23	137.75	126.97	22.35

Keterangan: h^2_{bs} = heritabilitas arti luas, G = kemajuan seleksi, KGH= kemajuan genetik harapan

KESIMPULAN

Penampilan agronomi tomat generasi F3 yang dievaluasi pada kondisi budidaya hidroponik di rumah kaca memiliki variabilitas genetik yang luas pada karakter bobot per buah, bobot buah per tanaman, dan jumlah buah per tanaman. Semua karakter yang diamati memiliki nilai heritabilitas yang tergolong tinggi kecuali karakter umur berbunga dan umur panen. Karakter jumlah buah berkorelasi kuat terhadap produksi tomat pada populasi F3 kecuali genotipe Ag.Ul-5-14U. Nilai duga kemajuan genetik harapan yang baik serta diimbangi dengan nilai tengah populasi yang tinggi ditunjukkan oleh populasi Rw.Ta-4-10U, Rw.Ta-4-7U dan Ag.Ul-5-14U.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Masyarakat (DRTPM) Republik Indonesia, melalui Hibah Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi dengan nomor kontrak 309/E4.1/AK.04.PT/2021(09.17/LP/UG/VII/2021).

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad M, Iqbal M, Khan BA, Khan ZU. 2017. Response to Selection and Decline in Variability, Heritability and Genetic Advance from F2 to F3 Generation of Tomato (*Solanum Lycopersicum*). *Int J Plant Res.* 7(1): 1-5.
- Ahmad M, Kanwal A, Iqbal M, Khan BA, Shahid M, Rehman A, Khan F, Ullah I, Hussain I. 2019. Homozygosity and Segregation Ratio in F4 Generation of Tomato for Fruit Morphology. *MOJ Ecol Environ Sci.* 4(6): 258-261.
- Alnopri. 2004. Variabilitas Genetik dan Heritabilitas Sifat-sifat Pertumbuhan Bibit Tujuh Genotipe Kopi Robusta-arabika. *J Ilmu-Ilmu Pertan Indones.* 6(2): 91-96.
- Boulard T, Raeppl C, Brun R, Lecompte F, Hayer F, Carmassi G, Gaillard G. 2011. Environmental Impact of Greenhouse Tomato Production in France. *Agron Sustain Dev.* 31(4): 757-777.
- Chattopadhyay A, Chakraborty I, Siddique W. 2013. Characterization of Determinate Tomato Hybrids: Search for Better

- Processing Qualities. *J Food Process Technol.* **04**(04): 1-6.
- Chishti S Ahmad Shah, Hussain MM, Ali I, Nadeem K, Saeed A, Jalil S. 2019. Temperature Based Crop Modeling for Round the. *J Agric Res.* **57**(1): 25-32.
- Daryanto A, Istiqlal MRA, Kalsum U, Kurniasih R. 2020. Penampilan Karakter Hortikultura Beberapa Varietas Tomat Hibrida di Rumah Kaca Dataran Rendah. *J Agron Indones (Indonesian J Agron).*
- Farooq AM, Nasir IA, Tabassum B, Tariq M, Qamar Z, Khan MA, Ahmad N, Haider M, Anwar W, Javed MA, *et al.* 2012. Development and Comparative Studies of Double Cross Tomato Hybrids. *African J Agric Research.* **7**(37): 5259-5264.
- [IPGRI] International Plant Genetic Resources Institute. 1995. Descriptor for Capsicum (*Capsicum* spp.). IPGRI, Roma
- Jaisyurahman U, Wirnas D, Purnamawati H. 2019. Dampak Suhu Tinggi Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi. *J Agron Indones.* **47**(3): 248-254.
- Khairullah I. 2016. Urgensi Pemilihan Varietas Untuk Meningkatkan Produktivitas Padi di Lahan Rawa. Di dalam: *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian.* hlm. 244-250.
- Kusumayati N, Nurlaelih EE, Setyobudi L. 2015. Tingkat Keberhasilan Pembentukan Buah Tiga Varietas Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Pada Lingkungan Yang Berbeda. *J Produksi Tanam.* **3**(8): 683-688.
- Martínez-Blanco J, Muñoz P, Antón A, Rieradevall J. 2011. Assessment of Tomato Mediterranean Production in Open-field and Standard Multi-tunnel Greenhouse, With Compost or Mineral Fertilizers, From An Agricultural and Environmental Standpoint. *J Clean Prod.* **19**(9-10): 985-997.
- Muños S, Ranc N, Botton E, Bérard A, Rolland S, Duffé P, Carretero Y, Paslier MC Le, Delalande C, Bouzayen M, *et al.* 2011. Increase in Tomato Locule Number is Controlled by Two Single-nucleotide Polymorphisms located near WUSCHEL. *Plant Physiol.* **156**(4): 2244-2254.
- Pivovarov VF, Balashova IT, Sirota SM, Kozar EG, Pinchuk E V. 2017. Analysis of Hybridization Effect by The Appearance of Target Tomato Traits in F2, F3 Progenies in Breeding For Multi Circle Hydroponics. *Agric Biol.* **52**(5):1049-1054.
- [Pusdatin] Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2019. Outlook Komoditi Tanaman Pangan dan Hortikultura. <http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/epublikasi/outlook/2017/Outlook%20TPHORTI%2017/files/assets/basichtml/page114.html>. [10 Juni 2019].
- [Pusdatin] Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2021. Outlook komoditi tomat 2014. <http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/download/file/161-outlook-tomat-2014> [18 Januari 2021].
- Reddy KKC, Jain SK, Arun Kumar MB, Gopala Krishnan S, Singh AK, Hussain Z. 2017. Morphological Markers For Identification of Hybrids and Their Parental Lines in Tomato (*Solanum lycopersicum*). *Indian J Agric Sci.* **87**(5): 694-699.
- Ritonga AW, Chozin MA, Syukur M, Maharijaya A, Sobir. 2019. Heritabilitas, Korelasi, dan Sidik Lintas Berbagai Karakter Tomat Pada Kondisi Naungan dan Tanpa Naungan. *J Hortik Indones.* **10**(2): 85-93.
- Rosyidah NN, Damanhuri, Respatijarti. 2016. Seleksi Populasi F3 Pada Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *J Produksi Tanam.* **4**(3): 231-239.
- Saleem MY, Asghar M, Iqbal Q, Attiq-Ur-Rahman, Akram M. 2013. Diallel Analysis of Yield and Some Yield Components in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Pakistan J Bot.* **45**(4): 1247-1250.
- Saputra HE, Wahyuni Ganefianti D, Salamah U, Sariasih Y, Dwi Ardiansyah N. 2019. Estimasi Ragam, Jumlah Kelompok Gen Pengendali Karakter dan Heritabilitas Hasil Tomat di Dataran Rendah. *J Hortik Indones.* **10**(2): 112-118.
- Shamshiri RR, Jones JW, Thorp KR, Ahmad D, Man HC, Taheri S. 2018. Review of Optimum Temperature, Humidity, and Vapour Pressure Deficit For Microclimate Evaluation and Control in Greenhouse Cultivation of Tomato: A Review. *Int Agrophysics.* **32**(2): 287-302.
- Shankar A, Reddy R, Sujatha M, Pratap M. 2013. Genetic Variability Studies in F1 Generation of Tomato (*Solanum lycopersicon*). *IOSR J Agric Vet Sci.* **4**(5): 31-34.
- Shavrukov Y, Kurishbayev A, Jatayev S, Shvidchenko V, Zotova L, Koekemoer F, De

- Groot S, Soole K, Langridge P. 2017. Early Flowering as A Drought Escape Mechanism in Plants: How Can It Aid Wheat Production?. *Front Plant Sci.* 8.
- Sidiq ARF, Syukur M, Marwiyah S. 2017. Pendugaan Parameter Genetik dan Seleksi Karakter Kuantitatif Cabai Rawit (*Capsicum annuum* L.) Populasi F3. *Bul Agrohorti.* 5(2): 213-225.
- Syukur M, Sujiprihati S, Yuniarti R, Kusumah A. 2011. Pendugaan Ragam Genetik dan Heritabilitas Karakter Komponen Hasil Beberapa Genotipe Cabai. *J agrivigor.* 10(2): 148-156.
- Syukur M, Yuniarti R, Sujiprihati S. 2015. *Teknik Pemuliaan Tanaman.* Jakarta (ID): Penebar Swadaya.