

## Interaksi Gen pada Beberapa Karakter Kualitatif Tomat (*Solanum lycopersicum* L.)

### *Epistasis in Tomato's (*Solanum lycopersicum* L.) Qualitative Characters*

Arya Widura Ritonga<sup>\*)</sup>, Siti Marwiyah, Erin Puspitarini, Muhamad Syukur

Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor  
Jl. Meranti. Kampus IPB Dramaga Bogor, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor, Provinsi  
Jawa Barat, Indonesia 16680

<sup>\*)</sup> Penulis untuk korespondensi E-mail: [aryaagh@apps.ipb.ac.id](mailto:aryaagh@apps.ipb.ac.id)

**Diajukan:** 10 Juli 2021 **/Diterima:** 08 Februari 2022 **/Dipublikasi:** 28 Februari 2022

#### ABSTRACT

*The plant breeding program would be more effective and efficient if inheritance pattern information from various characters improved were known. However, not all inheritance of the qualitative characters in tomatoes were known. This research aimed to determine the inheritance of several qualitative characters in tomatoes. This research was conducted from January to April 2020 at the Leuwikopo IPB Experimental Station, Bogor, Indonesia. A total of 10 plants of the Tora IPB variety, ten plants of GIK genotype, and ten plants of F1 population (Tora IPB x GIK) were used in this study. In addition, 185 plants of the F2 population (selfing F1 Tora IPB x GIK) were used in this study. Data analysis used the chi-square test on the F2 population to determine the most appropriate segregation ratio. The results showed that the attitude of the petiole, the fruit shape at the blossom end, the petals size, and the fruit placenta size characters in tomatoes were controlled by two genes with two alleles per locus. The type of epistasis in the inheritance of the petiole and the fruit shape at the blossom end characters in tomato were epistasis dominant. In contrast, the type of epistasis in the inheritance of the petals size and the fruit placenta size characters in tomato respectively were double dominant epistasis and semi-epistasis. The fruit's green shoulder character in tomato was controlled by one gene with two alleles per locus. The gene controlling the fruit's green shoulder was dominant to the without fruit's green shoulder (plain) in tomato.*

**Keywords:** dominant, gene interaction, inheritance, resesive, segregation.

#### INTISARI

Program pemuliaan tanaman dapat lebih efektif dan efisien jika terdapat informasi pewarisan sifat dari karakter yang akan dimuliakan. Namun, belum semua karakter kualitatif pada buah tomat diketahui pola pewarisan sifatnya. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi tentang pewarisan sifat beberapa karakter kualitatif pada tanaman tomat. Penelitian ini dilakukan pada Januari – April 2020 di Kebun Percobaan IPB Leuwikopo, Bogor, Indonesia. Sebanyak 10 tanaman varietas Tora IPB, 10 tanaman genotype GIK serta 10 tanaman F1 (hasil persilangan Tora IPB x GIK) digunakan pada penelitian ini. Selain itu, juga digunakan sebanyak 185 tanaman populasi F2 (hasil

*selfing* F1 Tora IPB x GIK) pada penelitian ini. Analisis data dilakukan menggunakan uji khi kuadrat dilakukan pada populasi F2 untuk menentukan rasio segregasi karakter kualitatif yang paling tepat. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa karakter posisi anak daun terhadap tangkai daun, bentuk ujung buah tomat, tinggi kelopak terhadap mahkota, dan karakter luas plasenta buah tomat dikendalikan oleh 2 gen dengan 2 alel per lokus. Tipe intraksi gen pada pewarisan karakter posisi anak daun terhadap tangkai daun dan bentuk ujung buah tomat yaitu epistasis dominan, sedangkan tipe interaksi gen pada pewarisan karakter tinggi kelopak terhadap mahkota dan karakter luas plasenta buah tomat berturut-turut adalah epistasis dominan ganda dan semi epistasis. Karakter *green shoulder* pada buah tomat dikendalikan oleh 1 gen dengan 2 alel per lokus. Gen pengendali karakter *green shoulder* bersifat dominan terhadap karakter tanpa *green shoulder* (polos) pada buah tomat.

**Kata kunci:** dominan, interaksi gen, pewarisan sifat, resesif, segregasi.

## PENDAHULUAN

Tanaman tomat merupakan salah satu tanaman yang banyak ditanam dan di konsumsi baik di Indonesia maupun di dunia. Tanaman tomat termasuk salah satu dari 6 komoditi sayuran yang memiliki luas panen terbesar di Indonesia pada tahun 2019 (Kementerian Pertanian RI 2021). Tanaman tomat merupakan tanaman sayuran dengan luasan terbesar kedua di dunia setelah tanaman kentang pada tahun 2019 (FAO 2021). Hal ini menjadikan kegiatan peningkatan produktivitas dan kualitas hasil tanaman tomat penting untuk dilakukan.

Pemuliaan tanaman merupakan salah satu cara yang efektif dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil tanaman tomat. Pemuliaan tanaman tomat akan lebih efektif dan efisien jika terdapat informasi pewarisan dari berbagai karakter yang akan dimuliakan karena dapat digunakan sebagai dasar kegiatan seleksi, penentuan metode seleksi dan penentuan kriteria seleksi dalam pemuliaan tanaman (Hapshoh dkk., 2016; Mustafa dkk., 2016;

Ritonga dkk., 2017). Pewarisan sifat suatu tanaman dapat dibedakan menjadi pewarisan sifat karakter kuantitatif dan pewarisan sifat untuk karakter kualitatif.

Berbagai informasi tentang pewarisan sifat karakter kuantitatif seperti karakter pertumbuhan dan daya hasil pada tanaman tomat telah banyak dipublikasi. Karakter daya hasil seperti ukuran buah, jumlah buah dan bobot buah per tanaman tomat lebih banyak dipengaruhi oleh ragam aditif dibandingkan ragam dominan sehingga seleksi pada karakter-karakter tersebut dapat dilakukan pada generasi awal (Mohamed dkk., 2012; Saputra dkk., 2014; Ritonga dkk., 2019). Karakter tinggi tanaman dan diameter batang lebih dipengaruhi oleh ragam genetik dibandingkan ragam lingkungan (Rani & Anitha, 2011; Saleem dkk., 2013; Meitei dkk., 2014). Namun, masih banyak informasi pewarisan sifat karakter kualitatif tomat yang belum dilaporkan. Beberapa informasi pewarisan karakter kualitatif tomat yang telah dilaporkan adalah pewarisan warna buah, bentuk buah

dankandungan beta karoten tinggi. Lin dkk. (2013) melaporkan bahwa gen pengendali warna hitam bersifat dominan terhadap gen pengendali warna merah, merah muda, oranye dan kuning pada buah tomat cherry. Li dkk.. (2018) melaporkan bahwa gen pengendali likopen dan karoten tinggi bersifat dominan terhadap gen pengendali likopen dan karoten rendah pada buah tomat. Sementara itu, Mahmud dan Murti (2020) melaporkan bahwa terdapat epistasis dominan pada pewarisan karakter bentuk buah tidak beraturan dan bentuk buah bulat pada tanaman tomat.

Karakter kualitatif tomat dapat menentukan kualitas atau preferensi konsumen terhadap buah tomat. Hapsari dkk. (2017), sebagian besar masyarakat Indonesia menyukai tomat dengan warna kulit yang merah terang. Sementara itu, menurut Lazaro (2018) intensitas warna buah, ada tidaknya green shoulder, bentuk buah dan bentuk ujung buah tomat merupakan beberapa karakter yang sangat mempengaruhi preferensi konsumen terhadap buah tomat. Karakter kualitatif yang umumnya dikendalikan oleh satu atau sedikit gen serta tidak dipengaruhi lingkungan juga dapat memiliki korelasi dengan karakter hasil. Menurut Arcos dkk. (2019) karakter kualitatif posisi anak daun tomat terhadap batang sangat menentukan intensitas cahaya yang masuk dan proses fotosintesis tanaman tomat. Selain itu, beberapa karakter kualitatif uji hibriditas dalam kegiatan produksi benih tomat hibrida (Mustafa dkk.,

2016). Hal ini menjadikan informasi pewarisan karakter kualitatif menjadi penting untuk diketahui. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi tentang pewarisan sifat karakter kualitatif posisi anak daun terhadap tangkai daun, bentuk ujung buah, tinggi kelopak terhadap mahkota, luas plasenta, dan warna bahu buah (*green shoulder*) pada tanaman tomat .

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada Januari – April 2020 di Kebun Percobaan IPB Leuwikopo. Sebanyak 10 tanaman populasi tomat vareitas Tora IPB sebagai tetua P1, 10 tanaman genotype GIK sebagai tetua P2 serta 10 tanaman F1 hasil persilangan tetua P1 dan P2 (Tora IPB x GIK) digunakan pada percobaan ini. Selain itu, juga digunakan sebanyak 185 tanaman populasi F2 hasil *selfing* F1 Tora IPB x GIK pada percobaan ini.

Kegiatan penanaman dilakukan dengan menyemai benih tomat pada tray plastik dengan media semai arang sekam : tanah halus : pupuk kandang sebanyak 1:1:1. Penyemaian dilakukan sebanyak 1 benih tomat per lubang tray. Pemeliharaan selama penyemaian terdiri atas penyiraman (setiap hari) dan pemupukan. Pemupukan selama penyemaian dilakukan menggunakan NPK 16:16:16 dengan konsentrasi 2 g l<sup>-1</sup> yang diaplikasikan pada 2 minggu setelah semai (MSS). Setelah bibit tomat memiki 4-6 daun, bibit tomat dipindah tanam pada bedengan berukuran 5 x 1 m

dan ketinggian 25 cm. Penanaman dilakukan menggunakan jarak tanam 50 cm x 50 cm. Sebelum penanaman, bedengan telah diberikan pupuk kandang 20 ton ha<sup>-1</sup> dan dolomit 2 ton ha<sup>-1</sup>. Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan terdiri atas penyiangan, pewiwilan, pengikatan tanaman pada ajir/lanjaran, pemupukan susulan dan pengendalian OPT. Penyiangan dilakukan secara manual menggunakan cangkul dan kored setiap dua minggu sekali. Pewiwilan dilakukan pada tunas air yang berada di bawah dikotomus. Pengikatan tanaman pada ajir dilakukan menggunakan tali rapih setiap minggu. Pemupukan dilakukan setiap minggu sampai dengan dua minggu sebelum panen terakhir menggunakan pupuk majemuk NPK 16-16-16 dengan teknik kocor. Konsentrasi pupuk yang diberikan berkisar 5 – 15 g l<sup>-1</sup> sesuai fase pertumbuhan tanaman sebanyak 250 ml per tanaman per aplikasi. Penyemprotan insektisida, fungisida dan bakterisida dilakukan setiap minggu dengan dosis dan konsentrasi sesuai anjuran.

Pengamatan dilakukan terhadap semua populasi tanaman. Karakter kualitatif yang diamati pada penelitian ini terdiri atas posisi anak daun terhadap tangkai daun, tinggi kelopak terhadap mahkota, keberadaan *green shoulder* pada buah, bentuk ujung buah dan ukuran plasenta pada tanaman tomat. Pengamatan terhadap karakter tinggi kelopak terhadap mahkota dilakukan pada saat bunga yang baru mekar pada bunga dari tandan bunga kedua atau

ketiga. Pengamatan karakter kualitatif lainnya mengacu pada panduan UPOV *Solanum lycopersicum* (2011).

Analisis data dilakukan menggunakan uji khi-kuadrat dengan bantuan perangkat lunak MS Excel. Uji khi kuadrat dilakukan pada populasi F2 untuk menentukan rasio segregasi karakter kualitatif yang paling tepat sehingga diperoleh dugaan pola pewarisan sifatnya. Berikut persamaan untuk uji kuadrat:

$$x^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

Keterangan: X<sup>2</sup> = Nilai khi-kuadrat hitu, O = Jumlah populasi F2 yang diamati dan E = Jumlah populasi F2 yang diharapkan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pewarisan Karakter Posisi Anak Daun terhadap Tangkai Daun

Hasil analisis uji Khi-kuadrat menunjukkan bahwa pola segregasi karakter posisi anak daun terhadap tangkai daun sesuai dengan rasio 12:3:1. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat dua gen mayor dengan epistasis dominan pada pewarisan posisi anak daun terhadap tangkai daun pada tanaman tomat (Tabel 1). Reddy dkk. (2017) menggunakan karakter posisi anak daun terhadap tangkai daun dalam uji hibriditas tomat yang mengindikasikan bahwa karakter posisi anak daun terhadap tangkai daun dikendalikan satu atau sedikit gen mayor. Pola pewarisan posisi anak daun

terhadap tangkai daun berbeda dengan pewarisan karakter posisi daun terhadap batang. Arcos dkk. (2019) melaporkan bahwa karakter posisi daun terhadap batang tomat dikendalikan oleh satu gen mayor (*Erectoid leaf / Erl*) dengan interaksi antar

alel dominan sebagian. Arcos dkk. (2019) menyebutkan bahwa persilangan antara tomat berdaun tegak dengan tomat berdaun menjuntai akan menghasilkan F1 berdaun menyamping dan rasio F2 12:3:1 untuk posisi daun tegak : menyamping : menjuntai.

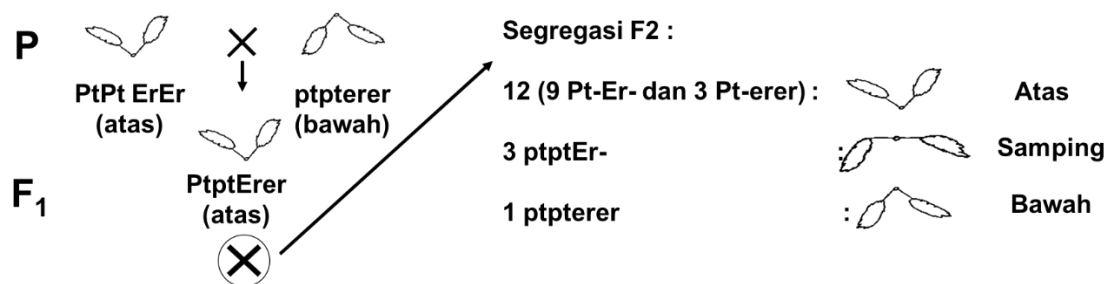
Tabel 1. Uji Khi-kuadrat untuk karakter posisi anak daun terhadap tangkai daun

| Populasi  | Total Tanaman | Posisi anak daun terhadap tangkai daun |           |           | Rasio Uji     | Tipe interaksi           | X <sup>2</sup> hitung |           |
|-----------|---------------|--|-----------|-----------|---------------|--------------------------|-----------------------|-----------|
|           |               | Atas                                   | Samping   | Bawah     |               |                          |                       |           |
| P1        | 10            | -                                      | -         | 10        | -             |                          |                       |           |
| P2        | 10            | 10                                     | -         | -         | -             |                          |                       |           |
| F1        | 10            | 10                                     | -         | -         | -             |                          |                       |           |
| F2        | 185           | 128                                    | 40        | 17        | 9:3:4         | Epistasis resesif        | 24.82                 | **        |
| F2        | 185           | 128                                    | 40        | 17        | 7:6:3         | Semi epistasis           | 48.82                 | **        |
| <b>F2</b> | <b>185</b>    | <b>128</b>                             | <b>40</b> | <b>17</b> | <b>12:3:1</b> | <b>Epistasis dominan</b> | <b>4.20</b>           | <b>tn</b> |
| F2        | 185           | 128                                    | 40        | 17        | 9:6:1         | Epistasis duplikat       | 20.50                 | **        |

Keterangan: P1 = Varietas Tora IPB, P2 = Genotipe GIK, F1 = Persilangan Tora IPB x GIK, F2 = Selfing F1. \*\* = Berbeda nyata pada tara  $\alpha$  1%, tn = tidak berbeda nyata

Kedua gen yang mengendalikan karakter anak daun terhadap tangkai daun (sebagai model adalah gen *Pe* dan gen *At*) menghasilkan ekspresi tertentu pada epistasis dominan 12:3:1. Namun demikian, ekspresi dari gen *Pt* yang menghasilkan fenotipe posisi anak daun ke atas menutupi ekspresi dari gen *At* yang menghasilkan fenotipe posisi daun ke samping. Fenotipe suatu gen menutupi fenotipe dari gen yang lainnya pada interaksi gen epistasis dominan

(Anas dan Hakim 2017). Ekspresi gen *At* (posisi anak daun ke samping) baru terlihat jika lokus *Pt* dalam keadaan homozigot resesif. Tidak adanya alel dominan pada gen *Pt* dan *At* menghasilkan fenotipe posisi anak daun ke bawah (Gambar 1). Interaksi gen epistasis dominan 12:3:1 (bulat, datar, tidak beraturan) juga terdapat pada pewarisan bentuk buah tomat (Mahmud dan Murti 2020).



Sumber gambar: <https://www.biodiversityinternational.org>

Gambar 1. Dugaan model genetik pewarisan sifat karakter posisi anak daun terhadap tangkai daun tomat

## Pewarisan Karakter Bentuk Ujung Buah Tomat

Hasil analisis uji Kh-kuadrat juga memperlihatkan adanya pola segregasi populasi F<sub>2</sub> 12:3:1 pada karakter bentuk ujung buah tomat. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat dua gen mayor dengan interaksi gen epistasis dominan yang mengendalikan bentuk ujung buah tomat. Hal ini sejalan dengan penelitian Wu dkk. (2015) dan Wang dkk. (2019) yang

melaporkan adanya dua gen utama yang mempengaruhi bentuk buah tomat yaitu gen *SUN* dan *OVATE*. Sementara pada tanaman cabai, Wulandari dkk., (2018) melaporkan bahwa bentuk ujung buah cabai dikendalikan oleh dua gen mayor dengan epistasis dominan ganda (15 runcing : 1 tumpul). Namun demikian, hal berbeda dengan penelitian Ahmad dkk. 2019 yang melaporkan bahwa bentuk ujung buah tomat diduga dikendalikan oleh satu gen.

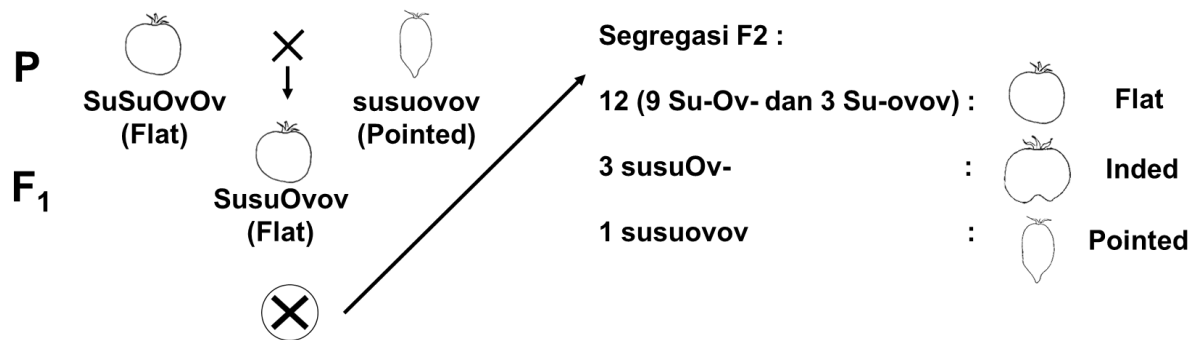
Tabel 2. Uji Khi-kuadrat untuk karakter bentuk ujung buah tomat

| Populasi  | Total Tanaman | Bentuk ujung buah |           |           | Rasio Uji     | Tipe interaksi           | X <sup>2</sup> hitung |           |
|-----------|---------------|-------------------|-----------|-----------|---------------|--------------------------|-----------------------|-----------|
|           |               | Flat              | Pointed   | Inded     |               |                          |                       |           |
| P1        | 10            | -                 | 10        | -         | -             |                          |                       |           |
| P2        | 10            | 10                | -         | -         | -             |                          |                       |           |
| F1        | 10            | 10                | -         | -         | -             |                          |                       |           |
| F2        | 185           | 132               | 35        | 18        | 9:3:4         | Epistasis resesif        | 24.76                 | **        |
| F2        | 185           | 132               | 35        | 18        | 7:6:3         | Semi epistasis           | 57.28                 | **        |
| <b>F2</b> | <b>185</b>    | <b>132</b>        | <b>35</b> | <b>18</b> | <b>12:3:1</b> | <b>Epistasis dominan</b> | <b>3.92</b>           | <b>tn</b> |
| F2        | 185           | 132               | 35        | 18        | 9:6:1         | Epistasis duplikat       | 28.12                 | **        |

Keterangan: P1 = Varietas Tora IPB, P2 = Genotipe GIK, F1 = Persilangan Tora IPB x GIK, F2 = Selfing F1. \*\* = Berbeda nyata pada tara  $\alpha$  1%, tn = tidak berbeda nyata

Kedua gen yang mengendalikan karakter bentuk ujung buah tomat pada epistasis dominan 12:3:1 (sebagai model adalah gen *Su* dan *Ov*) sama-sama menghasilkan suatu ekspresi tertentu. Namun demikian, ekspresi dari gen *Su* yang menghasilkan fenotipe bentuk ujung buah flat menutupi ekspresi dari gen *Ov* yang menghasilkan fenotipe bentuk ujung buah indeed. Fenotipe suatu gen menutupi fenotipe dari gen yang lainnya pada interaksi gen epistasis dominan (Anas dan Hakim 2017). Ekspresi gen *Ov* (posisi ujung buah indeed) baru terlihat jika lokus *Su* dalam

keadaan homozigot resesif. Tidak adanya alel dominan pada gen *Su* dan *Ov* menghasilkan fenotipe bentuk ujung buah yang pointed (Gambar 2). Hal ini sejalan dengan Ahmad dkk. 2019 yang melaporkan bahwa gen pengendali sifat pointed pada buah tomat bersifat resesif terhadap bentuk ujung buah datar walaupun tidak terdapat epistasis pada pewarisannya. Interaksi gen epistasis dominan 12:3:1 (bulat, datar, tidak beraturan) juga terdapat pada pewarisan bentuk buah tomat (Mahmud dan Murti 2020).



Sumber gambar: <https://www.biodiversityinternational.org>

Gambar 2. Dugaan model genetik pewarisan sifat karakter bentuk ujung buah tomat

### Pewarisan Karakter Tinggi Kelopak terhadap Mahkota

Hasil uji Khi-kuadrat memperlihatkan bahwa pola segregasi karakter tinggi kelopak terhadap mahkota sesuai dengan rasio 15 sejajar : 1 lebih tinggi. Hal ini mengindikasikan adanya dua gen mayor dengan interaksi gen epistasis dominan ganda yang mengendalikan karakter tinggi kelopak terhadap mahkota (Tabe 3). Xie dkk. (2014) melaporkan bahwa ekspresi gen SIFYFL yang merupakan bagian dari *MAD-Box genes* menghambat pertumbuhan kelopak bunga pada tanaman tomat sehingga tidak terekspresinya gen SIFYFL

menyebabkan peningkatan pertumbuhan kelopak bunga tanaman tomat. Sementara itu, Zhang dkk. (2018) melaporkan bahwa penurunan ekspresi gen SICMB1 pada SEP MAD-Box genes menghasilkan peningkatan ukuran kelopak bunga pada tanaman tomat. Kedua laporan tersebut mengindikasikan bahwa karakter kelopak yang lebih tinggi dibandingkan mahkota bunga pada tanaman tomat dikendalikan oleh alel resesif. Selain itu, juga diduga bahwa gen SIFYFL dan gen SICMB1 merupakan gen yang mengendalikan karakter tinggi kelopak terhadap mahkota pada tanaman tomat.

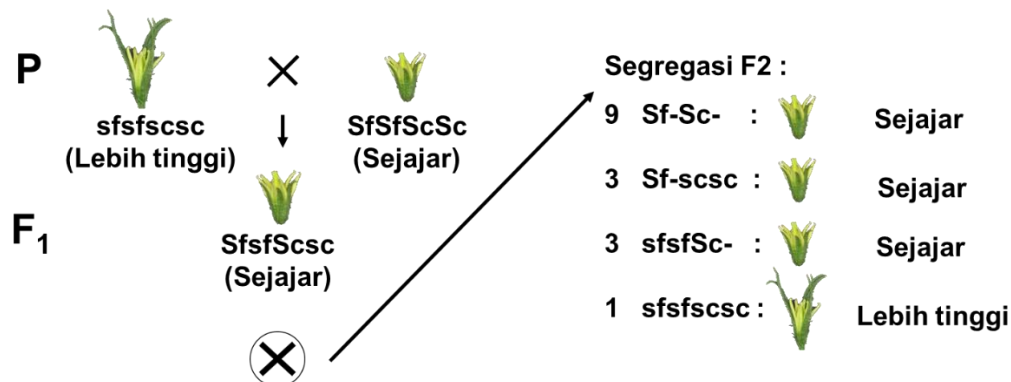
Tabel 3. Uji Khi-kuadrat untuk karakter tinggi kelopak terhadap mahkota bunga tomat

| Populasi  | Total Tanaman | Tinggi kelopak terhadap mahkota |              | Rasio Uji   | Tipe interaksi                 | X <sup>2</sup> hitung |
|-----------|---------------|---------------------------------|--------------|-------------|--------------------------------|-----------------------|
|           |               | Sejajar                         | Lebih tinggi |             |                                |                       |
| P1        | 10            | -                               | 10           | -           |                                |                       |
| P2        | 10            | 10                              | -            | -           |                                |                       |
| F1        | 10            | 10                              | -            | -           |                                |                       |
| F2        | 185           | 169                             | 16           | 3:1         | Non epistasis                  | 26.38 **              |
| F2        | 185           | 169                             | 16           | 9:7         | Epistasis resesif ganda        | 92.62 **              |
| F2        | 185           | 169                             | 16           | 13:3        | Epistasis dominan resesif      | 12.39 **              |
| <b>F2</b> | <b>185</b>    | <b>169</b>                      | <b>16</b>    | <b>15:1</b> | <b>Epistasis dominan ganda</b> | <b>1.82 tn</b>        |

Keterangan: P1 = Varietas Tora IPB, P2 = Genotipe GIK, F1 = Persilangan Tora IPB x GIK, F2 = Selfing F1. \*\* = Berbeda nyata pada tara  $\alpha$  1%, tn = tidak berbeda nyata

Kedua gen yang mengendalikan karakter tinggi kelopak terhadap mahkota pada epistasis dominan ganda 15:1 (sebagai model adalah gen Sf dan Sc) sama-sama menghasilkan tinggi kelopak yang sejajar dengan mahkota. Ukuran kelopak yang lebih tinggi dibandingkan mahkota saat mekar baru akan tereksresi saat lokus Sf dan Sc

dalam keadaan homozigot resesif (Gambar 3). Zhang dkk. (2018b) menyebutkan dalam laporannya bahwa terdapat epistasis ganda (15 kuning : 1 putih) pada pewarisan warna bunga tanaman Brassica yang menunjukkan adanya dua gen yang sama-sama menghasilkan ekspresi warna kuning pada bunga tanaman Brassica.



Gambar 3. Dugaan model genetik pewarisan sifat karakter tinggi kelopak terhadap mahkota bunga tomat

#### Pewarisan Karakter *Green Shoulder* pada Buah Tomat

Hasil uji Khi-kuadrat pada karakter *green shoulder* buah memperlihatkan bahwa pola segregasi karakter *green shoulder* buah sesuai 3:1 dan 13:3 (Tabel 4). Hal ini menunjukkan ada lebih dari satu kemungkinan dari pola pewarisan sifat karakter *green shoulder* pada buah tomat. Kemungkinan pertama (rasio 3:1), karakter *green shoulder* dikendalikan oleh satu gen mayor dimana karakter *green shoulder* dominan terhadap karakter polos pada buah tomat. Hal ini sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya. Powell dkk. (2012) dan Nguyen dkk. (2014) melaporkan bahwa karakter *green shoulder* pada buah tomat dikendalikan oleh gen uniform ripening "U", dimana karakter *green shoulder* dominan

terhadap karakter polos (tanpa *green shoulder*) pada buah tomat. Kemungkinan kedua (rasio 13:3), karakter *green shoulder* dikendalikan oleh dua gen mayor dengan epistasis dominan resesif. Hal ini hampir sama dengan Nadakuduti dkk. (2014) melaporkan bahwa selain gen U, juga terdapat gen lain yang mempengaruhi karakter *green shoulder* pada tanaman tomat yaitu gen uniform grey-green (UG). Namun demikian, alel dominan pada lokus ini juga menghasilkan karakter *green shoulder* pada buah tomat sama seperti pada gen U yang dapat menyebabkan epistasis dominan ganda 15:1. Hal ini mengindikasikan pewarisan untuk karakter *green shoulder* buah tomat lebih mengarah gen tunggal dominan 3:1 dibandingkan 13:3 dari pada percobaan ini.



Tabel 4. Uji Khi-kuadrat untuk karakter *green shoulder*

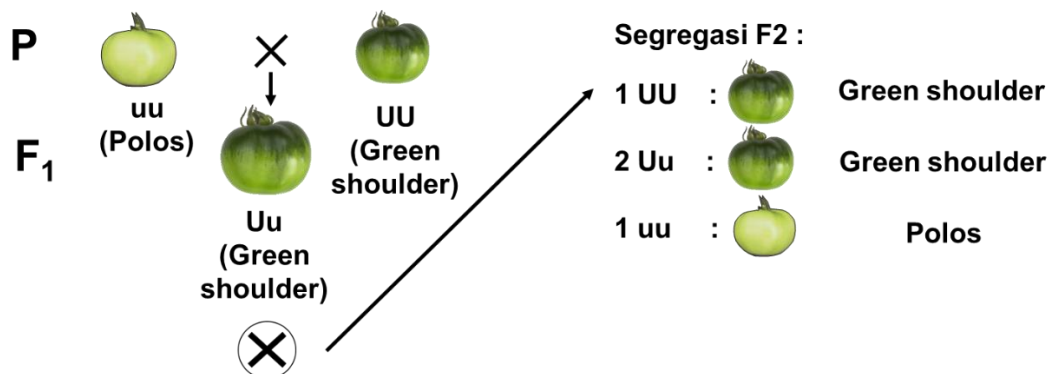
| Populasi  | Total Tanaman | <i>Green shoulder</i> |           | Rasio Uji   | Tipe interaksi                   | X <sup>2</sup> hitung |
|-----------|---------------|-----------------------|-----------|-------------|----------------------------------|-----------------------|
|           |               | <i>Green shoulder</i> | Polos     |             |                                  |                       |
| P1        | 10            | -                     | 10        | -           |                                  |                       |
| P2        | 10            | 10                    | -         | -           |                                  |                       |
| F1        | 10            | 10                    | -         | -           |                                  |                       |
| <b>F2</b> | <b>185</b>    | <b>149</b>            | <b>36</b> | <b>3:1</b>  | <b>Non epistasis</b>             | <b>3.03 tn</b>        |
| F2        | 185           | 149                   | 36        | 9:7         | Epistasis resesif ganda          | 44.36 **              |
| <b>F2</b> | <b>185</b>    | <b>149</b>            | <b>36</b> | <b>13:3</b> | <b>Epistasis dominan resesif</b> | <b>0.06 tn</b>        |
| F2        | 185           | 149                   | 36        | 15:1        | Epistasis dominan ganda          | 55.09 **              |

Keterangan: P1 = Varietas Tora IPB, P2 = Genotipe GIK, F1 = Persilangan Tora IPB x GIK, F2 = Selfing F1. \*\* = Berbeda nyata pada tara  $\alpha$  1%, tn = tidak berbeda nyata

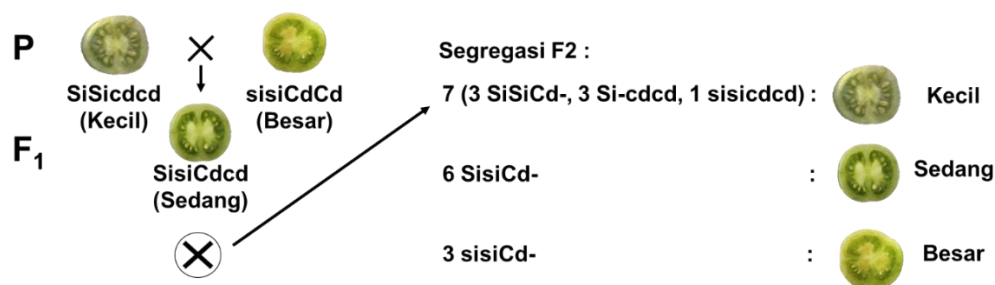
Tabel 5. Uji Khi-kuadrat untuk karakter luas plasenta buah tomat

| Populasi  | Total Tanaman | Luas plasenta |           |           | Rasio Uji    | Tipe interaksi        | X <sup>2</sup> |
|-----------|---------------|---------------|-----------|-----------|--------------|-----------------------|----------------|
|           |               | Kecil         | Sedang    | Besar     |              |                       |                |
| P1        | 10            | -             | -         | 10        | -            |                       |                |
| P2        | 10            | 10            | -         | -         | -            |                       |                |
| F1        | 10            | -             | 10        | -         | -            |                       |                |
| F2        | 185           | 85            | 78        | 22        | 9:3:4        | Epistasis resesif     | 70.29 **       |
| <b>F2</b> | <b>185</b>    | <b>85</b>     | <b>78</b> | <b>22</b> | <b>7:6:3</b> | <b>Semi epistasis</b> | <b>5.92 tn</b> |
| F2        | 185           | 85            | 78        | 22        | 12:3:1       | Epistasis dominan     | 84.33 **       |
| F2        | 185           | 85            | 78        | 22        | 9:6:1        | Epistasis duplikat    | 13.99 **       |

Keterangan: P1 = Varietas Tora IPB, P2 = Genotipe GIK, F1 = Persilangan Tora IPB x GIK, F2 = Selfing F1. \*\* = Berbeda nyata pada tara  $\alpha$  1%, tn = tidak berbeda nyata



Gambar 4. Dugaan model genetik pewarisan sifat karakter tinggi kelopak terhadap mahkota bunga tomat



Gambar 5. Dugaan model genetik pewarisan sifat karakter luas plasenta buah tomat

Dugaan model genetik karakter *green shoulder* buah tomat disajikan pada Gambar 4. Pewarisan sifat satu gen dengan dominan penuh akan menghasilkan fenotipe buah tomat dengan *green shoulder* pada saat lokus dalam keadaan homozigot dominan (UU) dan heterozigot (Uu) sedangkan fenotipe buah polos baru akan terekspresi saat lokus dalam keadaan homozigot resesif (uu). Amangoua dkk (2018) dalam laporannya menyatakan bahwa kekerasan kulit oyong dikendalikan oleh gen tunggal dengan 2 alel dalam satu lokus dimana fenotipe kulit keras akan terekspresi dalam keadaan homozigot dominan ( $H_1H_1$ ) dan lokus heterozigot ( $H_1h_1$ ), sedangkan fenotipe kulit lembut akan terekspresi saat lokus dalam keadaan homozigot resesif ( $h_1h_1$ ).

#### **Pewarisan Karakter Luas Plasenta Buah Tomat**

Hasil uji Khi-kuadrat memperlihatkan bahwa pola segregasi karakter luas plasenta buah tomat sesuai dengan rasio 7 kecil : 6 sedang : 3 besar. Hal ini mengindikasikan adanya dua gen mayor dengan interaksi gen semi epistasis yang mengendalikan karakter luas plasenta buah tomat (Tabel 5). Zhang dkk. (2019) melaporkan bahwa mutasi pada gen SIMBP3 dapat menyebabkan bertambah besarnya ukuran plasenta tomat sampai tidak terdapat lokus pada mutan tomat tersebut, sementara Czerednik dkk. (2015) melaporkan bahwa over expression gen CDKA1 menyebabkan semakin besarnya plasenta buah tomat.

Gen Cd menghasilkan fenotipe luas plasenta yang besar sementara adanya gen

Si menekan pembentukan luas plasenta pada buah tomat saat adanya interaksi gen semi epistasis 7:6:3 (sebagai model adalah gen Cd dan Si). Luas plasenta yang besar akan dihasilkan saat terdapat alel dominan Cd tanpa alel dominan Si, Luas plasenta tomat yang sedang muncul saat ada alel dominan Cd dan lokus Si dalam keadaan heterozigot, sementara luas plasenta kecil dihasilkan tidak terdapat alel dominan Cd atau lokus Si dalam keadaan homozigot dominan (Gambar 5).

#### **KESIMPULAN**

Karakter posisi anak daun terhadap tangkai daun, bentuk ujung buah tomat, tinggi kelopak terhadap mahkota, dan karakter luas plasenta buah tomat dikendalikan oleh dua gen dengan dua alel per lokus. Tipe intraksi gen pada pewarisan karakter posisi anak daun terhadap tangkai daun dan bentuk ujung buah tomat adalah epistasis dominan (rasio F<sub>2</sub> 12:3:1), sedangkan tipe interaksi gen pada pewarisan karakter tinggi kelopak terhadap mahkota dan karakter luas plasenta buah tomat berturut-turut adalah epistasis dominan ganda (rasio F<sub>2</sub> 15:1) dan semi epistasis (rasio F<sub>2</sub> 7:6:3). Karakter *green shoulder* pada buah tomat dikendalikan oleh 1 gen dengan 2 alel per lokus. Gen pengendali karakter *green shoulder* bersifat dominan terhadap karakter tanpa *green shoulder* (polos) pada buah tomat (rasio F<sub>2</sub> 3:1). Informasi-informasi pewarisan karakter kualitatif ini sangat baik untuk digunakan dalam kegiatan seleksi program pemuliaan tanaman tomat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [FAO] Food and Agricultural Organization. 2021. Statistic crop production. <http://faostat3.fao.org>. [7 Juli 2021].
- [Kementan] Kementerian Pertanian. 2021. Basis data statistik pertanian di Indonesia. <http://aplikasi.pertanian.go.id>. [7 Juli 2021].
- [UPOV]. 2011. Guidelines for The Conduct of Test for Distinctness, Uniformity and Stability for Tomato. Geneva: International Union for The Protection of New Varieties of Plants.
- Ahmad, M., A. Kanwal, M. Iqbal, B.A. Khan, M. Shahid, A. Rehman, F. Khan, I. Ullah and I. Hussain. 2019. Homozygosity and segregation ratio in F4 generation of tomato for fruit morphology. *MOJ Ecology and Environmental Science*. 4(6):259-261.
- Amangous, N.F., K.K. Koffi, J.P. Baudoin and I.A.Z. Bi. 2016. Inheritance of fruit neck, rind and seed coat hardness, and seed coat colour. *South African Journal of Plant and Soil*. 2018:1-8.
- Anas, A. & I.L. Hakim. 2017. Pola pewarisan karakter umur tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Jurnal Agrikultura*. 28(2):103-110.
- Arcos, M.G., M.E.N. Fonseca, D.B. Zandonadi, L.E.P. Peres, A. Arruabarrena, D.S. Ferreira, Z. Kevei, F. Mohareb, A.J. Thompson and L.S. Boiteux. 2019. A loss-of-function allele of a *TAC1*-like gene (*SITAC1*) located on tomato chromosome 10 is a candidate for the *Erectoid leaf* (*Erl*) mutation. *Euphytica*. 2015:95-211.
- Czerednik, A., M. Busscher, G.C. Angenent and R.A. de Maagd. 2015. The cell size distribution of tomato fruit can be changed by overexpression of *CDKA1*. *Plant Biotechnology Journal*. 13:259-268.
- Hapsari, R., D. Indradewa dan E. Ambarwati, 2017. Pengaruh pengurangan jumlah cabang dan jumlah buah terhadap pertumbuhan dan hasil tomat (*Solanum lycopersicum* L.). *Vegetalika*. 6(3):37-49.
- Hapshoh, S., M. Syukur, Y. Wahyu dan Widodo. 2016. Pewarisan karakter kualitatif cabai hias hasil persilangan cabai besar dan cabai keriting. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 44(3):286-291.
- Lazaro, A. 2018. Tomato landrace: an analysis of diversity and preferences. *Plant Genetic Resources*. 16(4):315-324. <https://doi.org/10.1017/S1479262117000351>
- Li, F., X. Song, L. Wu, H. Chen, Y. Liang and Y. Zhang. 2018. Heredities on fruit color and pigment content between green and purple fruits in tomato. *Scientia Horticulturae*. 235:391-396.
- Lin, T., J. Li and Q. Huang. 2013. Inheritance of cherry tomato fruit color. *Fujian Journal Agricultural Science*. 28:987-992. <http://dx.doi.org/10.3969/j.issn.1008-0384.2013.10.012>.
- Mahfud & R.H. Murti. 2020. Inheritance pattern of fruit color and shape in multi-pistil and purple tomato crossing. *Agrovita*. 42(3):572-583.
- Meitei, K.M., G.C. Bora, S.J. Singh and A.K. Sinha. 2014. Morphology based genetic variability analysis and identification of importance characters for tomato (*Solanum lycopersicum* L.) crop improvement. *American-Eurasian Journal Agricultural and Environmental Science*. 14(10):1105-1111.
- Mohamed, S.M., E.E. Ali and T.Y. Mohamed. 2012. Study of heritability and genetic variability among different plant and fruit characters of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *International Journal of Scientific & Technology Research*. 1(2):55-58.

- Mustafa, M., M. Syukur, S.H. Sutjahjo dan Sobir. 2016. Pewarisan karakter kualitatif dan kuantitatif pada hipokotil dan kotiledon tomat (*Solanum lycopersicum* L.) silangan IPB T64 x IPB T3. *Jurnal Hortikultura Indonesia*. 7(3):155-164.
- Nadakuduti, S.S., W.L. Holdsworth, C.L. Klein and C.S. Barry. 2014. *KNOX* genes influence a gradient of fruit chloroplast development through regulation of *GOLDEN2-LIKE* expression in tomato. *The Plant Journal*. 78:1022-1033.
- Nguyen, C.V., J.T. Vrebalov, N.E. Gapper, Y. Zheng, S. Zhong, Z. Fei and J.J. Giovannoi. 2014. Tomato *GOLDEN2-LIKE* transcription factors reveal molecular gradients that function during fruit development and ripening. *The Plant Cell*. 26:585-601.
- Powell, A.L.T., C.V. Nguyen, T. Hill, K.L. Cheng, R.F. Balderas, H. Aktas, H. Ashrafi, C. Pons, R.F. Munoz, A. Vicente, J.L. Baltazar, S.C.S. Barry, Y. Liu, R. Chetelat, A. Granell, AV., Deynze, J.J. Giovannoni and A.B. Bennett. 2012. Uniform ripening encodes a *golden 2-like* transcription factor regulating tomato fruit chloroplast development. *Science*. 336:1711-1716.
- Rani, K.R. & V. Anitha. 2011. Studies on variability, heritability and genetic advance in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill. *International of Bio-resource and Stress Management*. 2(4):382-284.
- Reddy, K.K.C., S.K. Jain, A.M.B. Kumar, G.S. Krishnan, A.K. Singh and Z. Hussain. 2017. Morphological markers for identification of hybrids and their parental lines in tomato (*Solanum lycopersicum*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 87(5):694-699.
- Ritonga, A.W., M. Syukur, R. Yunianti dan Sobir. 2017. Pewarisan sifat beberapa karakter kualitatif dan kuantitatif pada hipokotil dan kotiledon cabai (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Agronomi Indonesia*. 45(1):49-55.
- Ritonga, A.W., M.A. Chozin, M. Syukur, A. Maharijaya dan Sobir. 2019. Heritabilitas, korelasi dan sidik lintas berbagai karakter tomat pada kondisi naungan dan tanpa naungan. *Jurnal Hortikultura Indonesia*. 10(2):85-93.
- Saleem, M.Y., Q. Iqbal and M. Asghar 2013. Genetic variability, heritability, character association and path analysis in F1 hybrids of tomato. *Pakistan Journal of Agricultural Science*. 50(4):649-653.
- Saputra, H.E., M. Syukur and S.I. Aisyah, 2014. Pendugaan daya gabung dan heritabilitas komponen hasil tomat pada persilangan dialel penuh. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 42(3):203-209.
- Wang, Y., J.P. Clevenger, E.I. Berenguer, T. Meulia, E. van de Knaap and L. Sun. 2019. Acomparision of *sun*, *ovate*, *fs8.1* and auxin application on tomato fruit shape and gene expression. *Plant Cell Physiology*. 60(5):1067-1081.
- Wu, S., J.P. Clevenger, L. Sun, S. Visa, Y. Kamiya and Y. Jikumaru. 2015. The control of tomato fruit elongation orchestrated by *sun*, *ovate* and *fs8.1* in a wild relative of tomato. *Plant Science*. 238:95–104.
- Wulandari, E.T., M. Syukur dan A. Maharijaya. 2018. Pewarisan karakter hortikultura persilangan Syakira IPB x IPB C320 dalam rangkan merakit varietas unggul cabai hias. *Community Horticulturae Journal*. 2(1):57-65.
- Xie, q., Z. Hu, Z. Zhu, T. Dong, Z. Zhoo, B. Cui and G. Chen. 2014. Overexpression of a novel MADS-box gene *SIFYFL* delays senescence, fruit ripening and abscission in tomato. *Scientific Reports*. 4:4367-4377.
- Zhang, J., Z. Hu, Y. Wang, X. Yu, C. Liao and M. Zhu, 2018. Suppression of tomato SEPALLATA MADS-box gene, SICMB1, generates altered

inflorescence architecture and enlarged sepals. *Plant Science*. 272:75-87.

Zhang, X., R. Li, L. Chen, S. Niu, Q. Li, K. Xu, J. Wen, C. Ma, J. Tu, T. Fu and J. Shen 2018b. Inheritance and gen mapping of the white flower trait in *Brassica juncea*. *Molecular Breeding*. 38:20-29.

Zhang, J., Y. Wang, M. Naeem, M. Zhu, J. Li, X. Yu, Z. Hu and G. Chen, 2019. An *AGAMOUS* *MADS*-box protein, *SIMBP3*, regulates the speed of placenta liquefaction and controls seed formation in tomato. *Journal of Experimental Botany*. 70(3):909-924.