**POTENSI SEGREGAN TRANSGRESIF BERDAYA HASIL TINGGI PADA BEBERAPA KOMBINASI PERSILANGAN GANDUM**

*(Potential of high-yielding transgressive segregants in some wheat cross combinations)*

Nurwanita Ekasari Putri\*1, Yudiwanti WEK2, Surjono H. Sutjahjo2, Trikoesoemaningtyas2, Amin Nur3, Willy Bayuardi Suwarno2

1Program Studi Agroteknologi, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Kampus Unand Limau Manih Padang

2Departmen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Jl. Meranti, Babakan, Darmaga, Bogor

3Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP), Jl. Mohamad Van Gobel No. 270, Bone Bolango, Gorontalo

\*Corresponding author’s email: nurwanita@agr.unand.ac.id

**Abstract**

Breeding improved wheat varieties can be accomplished through hybridization followed by several generations of selection. This study aimed to predict heterosis and the crossed combinations that possibly produced transgressive segregants. The experiment was conducted from August 2016 to May 2017 at the experimental station of the Indonesian Ornamental Plants Research Center (Balithi), Cipanas (1100 m asl), Cianjur Regency. The genetic material were seven genotypes, namely Guri1, Guri2, Guri3, Guri6, HP1744, IS-Jarissa, and Vee, which were crossed with the Selayar variety. This experiment used a randomized complete block design with three replications. The treatments were 15 genotypes (7 F1 genotypes and 8 parent genotypes) so that there were 45 experimental units. Observations were made on yield and yield components. The results showed that several characters in each F1 combination of crosses had a higher or lower mean value compared to its parents. The cross combinations of Guri3/Selayar, Guri6/Selayar, Jarissa/Selayar, HP1744/Selayar, and Vee/Selayar have a greater chance to produce transgressive segregants than the others.

Key words: hybridization, transgressive segregants, F1 genotypes, topcross

**Pendahuluan**

Perbaikan tanaman melalui pemuliaan tanaman secara konvensional umumnya dilakukan melalui hibridisasi buatan. Hibridisasi bertujuan diantaranya yaitu menggabungkan semua karakter yang diinginkan dalam satu genotipe, memperluas keragaman genetik, memanfaatkan vigor hibrida dan menguji potensi tetua (Syukur *et al.* 2015). Hibridisasi dapat dilakukan pada tanaman yang berbunga dengan memahami biologi dan sistem reproduksinya. Acquaah (2012) menyatakan gandum merupakan tanaman menyerbuk sendiri dengan 1-4 % peluang menyerbuk silang secara alami. Program pemuliaan tanaman menyerbuk sendiri diarahkan membentuk varietas galur murni.

Rancangan persilangan dapat digunakan untuk menduga parameter genetik melalui analisis genetik*.* *Topcross* merupakan rancangan persilangan antara satu atau beberapa galur atau klon dan satu tetua sebagai sumber polen yang dapat berupa varietas, galur murni atau silang tunggal sehingga didapatkan n x 1 = n (Sharma 1988). Abdennadher (1991) menggunakan analisis *topcross* pada gandum dan diperoleh informasi bahwa terdapat keragaman genetik pada semua karakter yang diamati kecuali indeks panen dan kandungan pigment pada populasi *topcross*. Oury *et al.* (2000) membuat model biometrik untuk pendugaan hibrida gandum berdasarkan rancangan *topcross*. Bertan *et al.* (2005) menyatakan salah satu prosedur yang sangat efisien dalam mengidentifikasi tetua yang potensial.

Turunan *topcross* merupakan famili *half-sib* (HF) yang mana Cov (HS) = ¼ ragam aditif + interaksi aditif. Hal ini menunjukan persilangan yang terbaik memiliki ragam genetik yang dapat difiksasi, dengan kata lain memiliki *breeding value* yang tinggi. Nilai pemuliaan (*breeding value)*  menggambarkan nilai daya gabung umum dari inbreed. Genotipe dengan nilai pemuliaan tertinggi merupakan genotipe yang akan menghasilkan hibrida superior (Sharma 1988). Surma (1996) dalam Kuczyńska *et al.* (2007) melaporkan persilangan barley Havila x A35 yang keduanya memiliki nilai daya gabung umum yang positif untuk karakter bobot 1000 butir dan bobot per malai menghasilkan transgresif (+) sebesar 15.4 % untuk bobot 1000 butir dan 11.5 % untuk karakter bobot per malai dan hanya 3.4 % transgresif (-) untuk kedua karakter.

Keunggulan kombinasi F1 dibandingkan tetuanya dapat dievaluasi dari nilai heterosisnya. Penelitian mengenai heterosis yang memiliki penampilan lebih baik dari tetua telah banyak dilaporkan (Singh *et al.* 2004; Dreisigacker *et al.* 2005; Espósito *et al.* 2014). Fu *et al.* (2014) menyataan bahwa heterosis yang terjadi pada spesies allopolyploid seperti gandum, dapat memfiksasi heterosis karena kemampuannya genomnya yang relatif stabil, yaitu dihasilkan dari interaksi alel-alel dari kromosom homolog.. Alel-alel yang berasal dari kedua tetua mulai bersegregasi pada generasi F2 dan memunculkan kombinasi baru selain dengan fenotipe yang sama dengan tetuanya. Sering ditemukan individu ekstrem yag melebihi tetuanya, dan ini dikenal dengan segregan transgresif (Rieseberg *et al.* 1999). Identifikasi segregan transgresif dapat dimulai pada generasi F2. Guindon *et al.* (2018) melaporkan bahwa overdominan dan dominan parsial merupakan penyebab terjadinya segregan transgresif pada populasi tanaman kaprinya.

Aksi gen aditif sangat berperan dalam menghasilkan segregan transgresif. Acquaah (2012) menjelaskan bahwa aksi gen aditif merupakan interaksi alel yang menyebabkan ekspresi gen semakin superior dengan penambahan alel dominan. Segregasi yang terjadi pada generasi F2 menghasilkan genotipe homozigot dan heterozigot sebagai hasil rekombinasi dari alel-alel tetua yang terlibat. Aksi gen aditif menghasilkan fenotipe superior pada segregan yang homozigot. Yadav *et al.* (1998) melaporkan bobot 1000 butir gandum pada populasi WC 29 x WH291 dikendalikan oleh gen aditif. Hal ini terbukti dengan jumlah segregan transgresif dugaan dan yang diamati hampir sama. Erkul *et al.* (2010) menyampaikan hasil penelitiannya bahwa kemajuan genetik yang tinggi dan heritabilitas yang tinggi pada karakter jumlah anakan produktif dan jumlah biji per malai gandum. Hal ini menurutnya adanya peran gen aditif dalam mewariskan karakter dari tetua kepada turuannya. Penelitian ini bertujuan untuk (1) nilai heterosis dari setiap kombinasi persilangan; (2) menentukan kombinasi persilangan yang berpeluang besar menghasilkan segregan transgresif.

**Metode Penelitian**

Penelitian telah dilaksanakan di KP. Balai Penelitian Tanaman Hias (Balithi), Cipanas, Kab. Cianjur, pada bulan Agustus 2016 – Desember 2017. Lokasi penelitian berada pada ketinggian ± 1100 m dpl. Pengamatan pascapanen dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pendidikan Pemuliaan Tanaman, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Bahan genetik yang digunakan adalah tujuh genotipe gandum (Guri1, Guri2, Guri3, Guri6, HP1744, IS-Jarissa, dan Vee) yang disilangkan dengan varietas Selayar membentuk populasi *topcross*. Deskripsi varietas nasional disajikan pada Lampiran 1. Keunggulan Selayar adalah adaptif pada lingkungan dataran rendah (Widyawati *et al.* 2015). Varietas Guri1, Guri2, Guri3, HP1744, IS-Jarissa, dan Selayar memiliki koefisien kesamaan genetik 0.66-0.73 (Andriani *et al.* 2016). Varietas Guri3 memiliki potensi dikembangkan di dataran menengah berdasarkan bobot biji dan panjang malai (Widowati *et al.* 2016). Selayar memiliki jarak genetik dekat dengan HP1744 (Nur *et al.* 2017).

Bahan lainnya yang digunakan adalah pupuk kandang, pupuk anorganik (Urea, SP36, KCl) dan Furadan 3G. Pemupukan dilakukan dua kali, yaitu pemupukan pertama pada umur 10 hari setelah tanam (HST) dengan Urea 150 kg ha-1, SP36 200 kg ha-1, dan KCl 100 kg ha-1 dan kedua pada umur 30 HST dengan memberikan Urea 150 kg ha-1. Pemeliharaan yang dilakukan berupa pemupukan, penyiraman serta pengendalian hama dan penyakit. Aplikasi pestisida berdasarkan gejala yang ada di lapangan. Panen dilakukan pada saat tanaman sudah menguning 80% dan biji sudah keras.

Benih F1 gandum hasil persilangan *topcross* ditanam menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak (RKLT) dengan 3 ulangan. Perlakuannya adalah 15 genotipe (7 populasi F1 dan 8 genotipe tetua) sehingga terdapat 30 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan berupa barisan sepanjang 2.5 m. Jarak tanam dalam baris adalah 20 cm sehingga dalam setiap satuan percobaan terdapat 13 individu. Pengamatan dilakukan pada 8 sampel tanaman pada setiap satuan percobaan.

Pengamatan dilakukan pada umur berbunga (hari), umur panen (hari), periode pengisian biji (hari), tinggi tanaman (cm), jumlah anakan produktif, panjang malai (cm), floret hampa (%), jumlah biji dan bobot biji pada malai utama (g), bobot 100 biji (g), jumlah dan bobot biji per tanaman (g). Penyuain data (*adjusted*) dilakukan sebelum analisis dengan mengikuti Petersen (1994). Penyuaian data bertujuan untuk menghilangkan pengaruh lingkungan dari data individu atau famili zuriat hasil persilangan sehingga nilai fenotipe merupakan manifestasi nilai genotipenya (Jambormias dan Riry 2009). Analisis yang dilakukan adalah (1) heterosis based mid-parent (Syukur *et al.* 2015), dan (2) Frekuensi segregan transgresif gandum berdaya hasil tinggi. Setiap F1 tersebut dapat ditentukan nilai pemuliaannya (*breeding value*) dengan mengikuti Sharma (2008).

Untuk menduga frekuensi terjadinya segregan transgresif pada tanaman menyerbuk sendiri mengikuti formula yang digunakan oLeh Jinks and Pooni (1976) dan Chahota *et al*. (2007) sebagai berikut:

Keterangan:

[*d*] = pengaruh aditif = (P1 – P2)/2

D = ragam aditif

**Hasil dan Pembahasan**

Analisis sidik ragam terdiri atas beberapa kombinasi F1 dan tetuanya. Sidik ragam terhadap populasi tersebut dapat memberikan informasi keragaman atau perbedaan yang terjadi diantara tetua dan F1 nya. Tabel 3.1 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan diantara tetua dan F1 yang pada karakter tinggi tanaman, umur berbunga, umur panen, dan periode pengisian biji. Hal ini menjelaskan bahwa tetua yang digunakan dalam setiap kombinasi persilangannya berbeda pada karakter tersebut dan demikian juga pada F1 nya yang berbeda satu sama lainnya kecuali pada karakter tinggi tanaman. Sementara itu, karakter lainnya menunjukkan perbedaan yang tidak nyata antara tetua dan F1 nya. Hal yang sama juga terjadi pada karakter panjang malai gandum (Abdullah *et al.* 2002). Selanjutnya, perlu dilihat lebih lanjut genotipe F1 yang mengalami peningkatan atau penurunan nilai tengah dibandingkan kedua tetuanya. Acquaah (2012) menerangkan bahwa tetua bertanggung jawab terhadap struktur genetik pada populasi bersegregasi yang dihasilkannya.

Tabel 3.1 Sidik ragam karakter yang diamati pada genotipe F1 gandum

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Karakter | Kuadrat Tengah | | | | KK (%) |
| Genotipe | Parent | *Topcross* | P vs T |
| Umur berbunga | 266.49\* | 334.66\*\* | 227.98\* | 88.57 tn | 13.88 |
| Umur panen | 298.59\*\* | 315.46\*\* | 328.84\*\* | 15.88tn | 7.92 |
| Periode pengisian biji | 211.70\*\* | 219.23\*\* | 234.54\*\* | 29.44tn | 16.13 |
| Tinggi tanaman | 273.05\*\* | 359.80\*\* | 181.92 tn | 299.38tn | 13.96 |
| Anakan produktif1 | 0.42 tn | 0.24tn | 0.61tn | 0.35tn | 21.01 |
| Panjang malai | 3.01tn | 3.89tn | 2.4tn | 0.02tn | 17.24 |
| Floret hampa | 195.96tn | 99.63 tn | 309.49tn | 92.77tn | 26.38 |
| Jumlah biji malai utama1 | 0.24tn | 0.08tn | 0.41tn | 0.21tn | 13.61 |
| Jumlah biji per tanaman1 | 1.07tn | 0.73tn | 1.58tn | 0.00tn | 17.96 |
| Bobot 100 biji | 0.36tn | 0.15tn | 0.62tn | 0.05tn | 19.84 |
| Bobot biji malai utama1 | 0.09tn | 0.02tn | 0.16tn | 0.08tn | 36.69 |
| Bobot biji tanaman1 | 0.86tn | 0.46tn | 1.40tn | 0.02tn | 34.31 |

1 data ditransformasi menggunakan log(x+1), KK=koefisien keragaman, tn=berbeda tidak nyata, \*dan\*\* =berturut-turut berbeda nyata pada α 0.05 dan α 0.01

Persilangan pada tanaman bertujuan untuk menggabungkan karakter-karakter yang diinginkan dari kedua tetuanya. Persilangan tersebut diharapkan mampu memperbaiki nilai tengah genotipe F1 yang dihasilkan terutama pada karakter yang menjadi target dari persilangan. Parameter yang dapat memberikan informasi tentang peningkatan/penurunan nilai tengah suatu kombinasi F1 dibandingkan nilai tengah kedua tetuanya dikenal dengan heterosis. Falconer dan Mackay (1996) menjelaskan bahwa heterosis bergantung pada lokus dominan, jika tidak ada dominansi maka tidak ada heterosis maupun *inbreeding depression*. Jumlah heterosis pada populasi bergantung pada kuadrat dari perbedaan frekuensi gen diantara populasi yang disilangkan. Jika kedua populasi tersebut tidak memiliki perbedaan frekuensi gen maka tidak akan ada heterosis. Heterosis terbesar terjadi ketika satu alel terdapat pada satu populasi dan alel lainnya pada populasi lainnya. Heterosis merupakan fenomena yang sering muncul pada tanaman menyerbuk silang namun kenyataannya juga ditemukan pada gandum (Shebeski 1966; Chowdhry *et al.* 1972).

Munculnya bunga sebagai tanda berakhirnya fase vegetatif pada tanaman dan dimulainya fase generatif. Umur berbunga pada genotipe F1 Guri3/Selayar, Guri6/Selayar, dan Jarissa/Selayar lebih genjah dibandingkan nilai tengah kedua tetuanya. Hal ini ditunjukkan dengan nilai heterosisnya yang negatif. Penurunan umur berbunga paling besar terdapat pada genotipe F1 Jarissa/Selayar yaitu sebesar -11.29% walaupun umur berbunganya masih sedikit lebih lama dibandingkan tetua Selayar. IS-Jarissa merupakan genotipe introduksi yang memiliki umur berbunga paling dalam dibandingkan tetua lainnya. Sementara itu, F1 *topcross* yang menggunakan tetua introduksi lainnya yaitu F1 HP1744/Selayar dan Vee/Selayar memiliki peningkatan umur berbunga yang lebih tinggi dibandingkan F1 lainnya. Hal ini ditunjukkan dengan nilai heterosisnya yang besar dan positif, yaitu masing-masing 33.16 % dan 36.70 % (Tabel 3.3).

Tabel 3.2 Nilai heterosis karakter umur berbunga dan umur panen pada tujuh genotipe F1 gandum

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Genotipe F1 | Umur berbunga (hari) | | | | Umur panen (hari) | | | |
| P1 | P2 | F1 | H (%) | P1 | P2 | F1 | H (%) |
| Guri1/Selayar | 60.17 | 58.58 | 70.23 | 18.28 | 124.33 | 106.65 | 105.83 | -8.36 |
| Guri2/Selayar | 66.47 | 58.58 | 73.41 | 17.41 | 122.93 | 106.65 | 118.83 | 3.52 |
| Guri3/Selayar | 70.67 | 58.58 | 64.44 | -0.28 | 114.50 | 106.65 | 106.00 | -4.14 |
| Guri6/Selayar | 69.27 | 58.93 | 62.38 | -2.68 | 119.62 | 108.64 | 122.83 | 7.62 |
| HP1744/Selayar | 57.93 | 59.52 | 78.20 | 33.16 | 98.85 | 107.73 | 126.33 | 22.31 |
| Jarissa/Selayar | 90.33 | 58.85 | 66.17 | -11.29 | 131.67 | 108.31 | 124.67 | 3.90 |
| Vee/Selayar | 66.81 | 60.68 | 87.14 | 36.70 | 117.78 | 108.81 | 133.79 | 18.09 |

P1= tetua1; P2= tetua2; F1=turunan pertama; H=heterosis

Tabel 3.2 menunjukkan bahwa tetua HP1744 merupakan genotipe yang paling genjah. Nur (2013) melaporkan HP1744 memiliki umur berbunga 43 HST yang ditanam pada elevasi 1100 m dpl. Genotipe F1 Guri2/Selayar, HP1744/Selayar, dan Vee/Selayar mengalami peningkatan umur berbunga yang sejalan dengan umur panennya. Semakin cepat berbunga maka semakin cepat panen, dan sebaliknya. Berbeda halnya dengan genotipe F1 Jarissa/Selayar dan Guri6/Selayar lebih cepat berbung namun umur panennya sedikit lebih lama dibandingkan nilai tengah kedua tetuanya yang ditunjukkan dengan nilai heterosis yang positif. Hal ini menjelaskan bahwa penurunan umur berbunga tidak selalu linear dengan umur panen yang cepat.

Tabel 3.3 Nilai heterosis karakter periode pengisian biji dan tinggi tanaman pada tujuh genotipe F1 gandum

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Genotipe F1 | Periode pengisian biji (hari) | | | | Tinggi tanaman (cm) | | | |
| P1 | P2 | F1 | H (%) | P1 | P2 | F1 | H (%) |
| Guri1/Selayar | 64.16 | 48.07 | 35.60 | -36.56 | 58.88 | 54.59 | 56.40 | -0.59 |
| Guri2/Selayar | 56.67 | 48.07 | 45.42 | -13.10 | 54.33 | 54.59 | 62.07 | 13.96 |
| Guri3/Selayar | 43.83 | 48.07 | 41.56 | -9.56 | 72.89 | 54.59 | 77.06 | 20.89 |
| Guri6/Selayar | 50.35 | 49.71 | 60.45 | 20.83 | 77.64 | 53.88 | 61.88 | -5.90 |
| HP1744/Selayar | 40.92 | 48.21 | 48.13 | 8.01 | 55.77 | 52.88 | 57.47 | 5.78 |
| Jarissa/Selayar | 41.33 | 49.46 | 58.50 | 28.87 | 81.33 | 53.63 | 58.33 | -13.56 |
| Vee/Selayar | 50.97 | 48.13 | 46.64 | -5.86 | 62.78 | 52.38 | 53.03 | -7.90 |

P1= tetua1; P2= tetua2; F1=turunan pertama; H=heterosis

Tanaman yang tinggi dapat meningkatkan luas area terjadinya fotosintesis sehingga diharapkan dapat meningkatkan akumulasi asimilat pada biji. Tabel 3.3 menunjukkan genotipe F1 Guri2/Selayar, Guri3/Selayar, dan HP1744/Selayar memiliki nilai heterosis yang positif. Hal ini menjelaskan bahwa terjadi pertambahan tinggi dibandingkan kedua tetuanya. Walaupun populasi lainnya memiliki nilai heterosis yang negatif namun tinggi tanaman populasi tersebut masih berada diantara kisaran tinggi kedua tetuanya.

Tabel 3.4 Nilai heterosis pada karakter jumlah anakan produktif dan panjang malai pada tujuh genotipe F1 gandum

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Genotipe F1 | Jumlah anakan produktif | | | | Panjang malai (cm) | | | |
| P1 | P2 | F1 | H (%) | P1 | P2 | F1 | H (%) |
| Guri1/Selayar | 2.58 | 1.89 | 2.62 | 17.05 | 7.66 | 7.65 | 8.28 | 8.22 |
| Guri2/Selayar | 2.40 | 1.89 | 2.76 | 28.82 | 7.93 | 7.65 | 9.10 | 16.83 |
| Guri3/Selayar | 2.50 | 1.89 | 2.74 | 24.75 | 9.67 | 7.75 | 9.23 | 6.66 |
| Guri6/Selayar | 2.77 | 2.00 | 2.44 | 2.16 | 9.94 | 7.89 | 8.57 | -3.91 |
| HP1744/Selayar | 1.91 | 1.80 | 1.73 | -6.68 | 7.55 | 7.56 | 8.29 | 9.69 |
| Jarissa/Selayar | 2.59 | 1.82 | 1.71 | -22.45 | 6.90 | 7.75 | 6.42 | -12.41 |
| Vee/Selayar | 2.67 | 1.85 | 2.13 | -5.80 | 7.83 | 7.58 | 6.42 | -12.41 |

P1= tetua1; P2= tetua2; F1=turunan pertama; H=heterosis

Jumlah anakan pada tanaman gandum mulai berkurang ketika memasuki fase generatif sehingga pada akhir panen akan tersisa anakan yang menghasilkan malai yang dikenal dengan anakan produktif. Semua genotipe F1 memiliki nilai heterosis yang positif kecuali HP1744/Selayar, Jarissa/Selayar, dan Vee/Selayar. Ketiga genotipe ini mengalami pengurangan jumlah anakan produktifnya bahkan lebih sedikit dari tetua Selayar, kecuali F1 Vee/Selayar (Tabel 3.4).

Malai utama pada tanaman gandum merupakan malai yang muncul dari batang utama. Panjang malai utama diukur mulai leher malai hingga ujung malai dan tidak termasuk *awned*. Panjang malai pada genotipe F1 Guri2/Selayar memiliki heterosis tertinggi dibandingkan lainnya dan diikuti oleh F1 HP1744/Selayar, Guri1/Selayar, dan Guri3/Selayar (Tabel 3.4). Semua genotipe ini memiliki peningkatan panjang malai yang berada di luar kisaran kedua tetuanya, kecuali HP1744/Selayar.

Tabel 3.5 Nilai heterosis karakter floret hampa dan bobot 100 biji pada tujuh genotipe F1 gandum

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Genotipe F1 | Floret hampa (%) | | | | Bobot 100 biji (g) | | | |
| P1 | P2 | F1 | H (%) | P1 | P2 | F1 | H (%) |
| Guri1/Selayar | 56.78 | 55.50 | 42.46 | -24.36 | 2.77 | 3.42 | 3.68 | 18.89 |
| Guri2/Selayar | 54.70 | 55.50 | 42.24 | -23.34 | 3.01 | 3.42 | 3.51 | 9.09 |
| Guri3/Selayar | 55.75 | 55.50 | 64.22 | 15.45 | 3.09 | 3.42 | 3.32 | 2.07 |
| Guri6/Selayar | 63.75 | 55.77 | 41.01 | -31.38 | 3.24 | 3.40 | 3.67 | 10.61 |
| HP1744/Selayar | 48.08 | 56.65 | 62.58 | 19.51 | 3.50 | 3.46 | 2.70 | -22.30 |
| Jarissa/Selayar | 49.48 | 55.41 | 57.02 | 8.72 | 3.13 | 3.40 | 2.62 | -19.65 |
| Vee/Selayar | 47.84 | 54.06 | 46.04 | -9.63 | 3.18 | 3.45 | 2.90 | -12.55 |

P1= tetua1; P2= tetua2; F1=turunan pertama; H=heterosis

Gagalnya floret menghasilkan biji dikenal dengan istilah floret hampa. Tekanan lingkungan selama proses polinasi dan fertilisasi yang tidak kondusif meningkatkan persentase floret hampa. Genotipe F1 Guri6/Selayar, Guri1/Selayar, Guri2/Selayar, dan Vee/Selayar memiliki heterosis yang negatif sehingga persentase floret hampanya lebih rendah dibandingkan kedua tetuanya (Tabel 3.5). Berkurangnya floret hampa mengindikasikan jumlah biji bernas yang dihasilkan malai utama meningkat sehingga bobot biji malai pun akan meningkat.

Pengamatan bobot 100 biji ini dapat menggambarkan ukuran biji dari suatu tanaman. Nilai heterosis bobot 100 biji yang tinggi dan positif terdapat pada genotipe F1 Guri1/Selayar yang diikuti oleh Guri6/Selayar, Guri2/Selayar, dan Guri3/Selayar. Hal ini menunjukkan terjadi peningkatan ukuran biji F1 dibandingkan nilai tengah tetuanya dan bahkan melebihi tetua dengan ukuran terbesar, kecuali Guri3/Selayar. Tetua HP1744 memiliki ukuran biji paling besar namun turunan pertama hasil persilangannya dengan Selayar tidak menghasilkan biji yang lebih besar. Hal ini dapat dilihat dari nilai heterosisnya yang negatif (-22.30 %).

Malai utama muncul lebih awal dan diikuti oleh malai-malai lainnya. Proses pengisian biji malai ini lebih awal dibandingkan malai lainnya sehingga akumulasi fotosintat cenderung lebih banyak pada malai utama. Tabel 3.7 menunjukkan peningkatan jumlah biji pada malai utama terdapat pada genotipe F1 Guri1/Selayar, Guri2/Selayar, Guri6/Selayar dan Vee/Selayar dibandingkan dengan tetuanya yang ditunjukkan dengan nilai heterosis yang positif. Hal ini sejalan dengan penurunan persentase floret hampa (Tabel 3.5).

Tabel 3.6 Nilai heterosis karakter jumlah dan bobot biji malai utama pada tujuh genotipe F1 gandum

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Genotipe F1 | Jumlah biji malai utama | | | | Bobot biji malai utama (g) | | | |
| P1 | P2 | F1 | H (%) | P1 | P2 | F1 | H (%) |
| Guri1/Selayar | 3.45 | 3.38 | 3.93 | 14.97 | 0.67 | 0.71 | 1.03 | 49.85 |
| Guri2/Selayar | 3.56 | 3.38 | 4.03 | 16.02 | 0.77 | 0.71 | 1.08 | 46.49 |
| Guri3/Selayar | 3.46 | 3.38 | 3.39 | -0.98 | 0.72 | 0.71 | 0.62 | -13.34 |
| Guri6/Selayar | 3.30 | 3.43 | 3.78 | 12.35 | 0.63 | 0.72 | 0.96 | 41.48 |
| HP1744/Selayar | 3.45 | 3.33 | 3.15 | -7.12 | 0.76 | 0.68 | 0.57 | -21.12 |
| Jarissa/Selayar | 3.24 | 3.39 | 3.13 | -5.37 | 0.62 | 0.70 | 0.55 | -16.39 |
| Vee/Selayar | 3.73 | 3.39 | 3.76 | 5.44 | 0.86 | 0.73 | 0.85 | 7.14 |

P1= tetua1; P2= tetua2; F1=turunan pertama; H=heterosis; transformasi data log (x+1)

Bobot biji malai utama ditentukan oleh jumlah biji dan ukuran bijinya. Genotipe F1 Guri1/Selayar, Guri2/Selayar, dan Guri6/Selayar memiliki heterosis mendekati 50 % (Tabel 3.6). Hal ini berarti bahwa bobot biji malai utama pada genotipe tersebut meningkat hampir setengah dari nilai tengah bobot biji malai utama kedua tetuanya dan bahkan melebihi dari tetuanya. Kondisi ini didukung oleh nilai heterosis persentase floret hampa dan bobot 100 biji yang tinggi pada ketiga genotipe F1 tersebut (Tabel 3.6). Genotipe F1 Vee/Selayar juga memiliki heterosis yang positif (7.14 %) namun bobotnya masih berada diantara kisaran bobot tetua.

Tabel 3.7 Nilai heterosis karakter jumlah dan bobot biji malai utama pada tujuh genotipe F1 gandum

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Genotipe F1 | Jumlah biji per tanaman | | | | Bobot biji per tanaman (g) | | | |
| P1 | P2 | F1 | H (%) | P1 | P2 | F1 | H (%) |
| Guri1/Selayar | 5.70 | 5.00 | 6.07 | 13.53 | 2.25 | 1.83 | 2.93 | 43.79 |
| Guri2/Selayar | 5.65 | 5.00 | 6.53 | 22.58 | 2.32 | 1.83 | 3.22 | 54.88 |
| Guri3/Selayar | 5.81 | 5.00 | 5.33 | -1.35 | 2.46 | 1.83 | 1.97 | -8.11 |
| Guri6/Selayar | 5.87 | 5.17 | 5.81 | 5.29 | 2.54 | 1.95 | 2.62 | 16.62 |
| HP1744/Selayar | 5.10 | 4.93 | 4.70 | -6.33 | 1.96 | 1.76 | 1.45 | -21.91 |
| Jarissa/Selayar | 4.59 | 4.99 | 4.50 | -6.14 | 1.45 | 1.81 | 1.51 | -7.47 |
| Vee/Selayar | 5.93 | 5.01 | 5.61 | 2.57 | 2.53 | 1.84 | 2.14 | -2.11 |

P1= tetua1; P2= tetua2; F1=turunan pertama; H=heterosis; transformasi data log (x+1)

Produksi tanaman serealia seperti gandum dapat diukur melalui kemampuannya menghasilkan biji sehingga bobot biji tanaman banyak dijadikan target dalam perakitan varietas baru. Tabel 3.7 menunjukkan bahwa genotipe F1 Guri1/Selayar, Guri2/Selayar, dan Guri3/Selayar memiliki heterosis yang positif pada karakter jumlah dan bobot biji per tanaman. Peningkatan terbesar terdapat pada genotipe Guri2/Selayar untuk kedua karakter tersebut, masing-masing 22.58 % dan 54.88 %. Hal ini menggambarkan bahwa terdapat korelasi positif jumlah biji dan bobot biji per tanaman. Akhter *et al.* (2003) melaporkan bobot biji per tanaman pada persilangan gandum P3 x P6 memiliki heterosis sebesar 110.34 %. Berbeda halnya dengan F1 Vee/Selayar, peningkatan jumlah biji tidak sejalan dengan peningkatan bobot biji per tanaman. Jumlah biji genotipe ini meningkat namun jika dilihat dari bobot 100 butirnya maka dapat disimpulkan bahwa ukuran biji F1 Vee/Selayar ini kecil bahkan lebih kecil dari kedua tetuanya sehingga peningkatan jumlah biji per tanaman menghasilkan bobot biji yang masih berada dibawah nilai tengah kedua tetuanya (-2.11 %).

Tetua mewarisi gen-gen kepada turunannya. Pengaruh rata-rata gen tetua dapat ditentukan dari nilai tengah turunannya. Untuk mengetahui nilai suatu genotipe tetua dikenal dengan istilah nilai pemuliaan. Nilai ini merupakan nilai yang ditransfer oleh suatu individu kepada turunannya (Acquaah 2012). Nilai pemuliaan biasanya ditunjukkan dalam bentuk penyimpangan nilai terhadap rata-rata populasi. Nilai pemuliaan suatu individu adalah rata-rata nilai pemuliaan dari kedua tetuanya dan juga merupakan nilai fenotipik yang diharapkan (Falconer dan Mackay 1996).

Tabel 3.8 Nilai pemuliaan, rataan, dan rataan genotipe F1 pada karakter bobot biji per tanaman pada tujuh genotipe F1 gandum

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tetua | Nilai pemuliaan | Rataan tetua | (Rataan F1) |
| Guri1 | 0.90 | 2.25 | 2.93 |
| Guri2 | 1.28 | 2.32 | 3.22 |
| Guri3 | -0.39 | 2.46 | 1.97 |
| Guri6 | -1.09 | 2.54 | 2.62 |
| HP1744 | -1.09 | 1.96 | 1.45 |
| Jarissa | -1.01 | 1.45 | 1.51 |
| Vee | -0.16 | 2.53 | 2.14 |

Tabel 3.8 menunjukkan bahwa nilai pemuliaan bervariasi antar populasi. Ragam nilai pemuliaan disebut juga dengan ragam aditif yang menjadi penyebab kemiripan antar kerabat (Falconer dan Mackay 1996). Nilai pemuliaan merupakan representasi dari nilai daya gabung umum (DGU) maka semakin besar nilai pemuliaan maka semakin besar nilai DGU (Sharma 1988). DGU menggambarkan kemampuan suatu genotipe untuk menghasilkan kemampuan rata-rata keturunannya yang tinggi bila disilangkan dengan sejumlah genotipe lainnya. Oleh karena itu, DGU ini menunjukkan kemampuan tetua Selayar jika disilangkan dengan genotipe lainnya.

Tetua Guri1 dan Guri2 memiliki nilai pemuliaan yang tinggi dibandingkan tetua lainnya dan ini menunjukkan bahwa karakter bobot biji per tanamannya dapat diwariskan. Kombinasi kedua genotipe ini dengan Selayar menghasilkan rata-rata bobot biji per tanaman yang tinggi jika dibandingkan genotipe F1 yang lain (Tabel 3.8). Hal ini menunjukkan bahwa Selayar memberikan pengaruh yang baik jika disilangkan dengan Guri1 dan Guri2 serta potensial untuk dikembangkan lebih lanjut dalam peningkatan bobot biji per tanaman.

Jink dan Pooni (1976) mengusulkan pendekatan melakukan *screening* di awal generasi untuk menentukan kombinasi F1 yang potensial menghasilkan segregan transgresif pada generasi berikutnya. Pendekatan secara biometrik menggunakan rasio pengaruh aditif ([d]) dan ragam aditif (D). Nilai [d] dapat didekati dengan nilai tengah dari selisih tetua (ΔP/2). Semakin kecil rasionya maka semakin besar peluang ditemukan segregan transgresif pada generasi lanjut (Kuczyńska *et al.* 2007a; Chahota *et al.* 2007).

Tabel 3.9 Pendugaan segregan transgresif pada tujuh genotipe F1 berdasarkan bobot biji per tanaman gandum

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Genotipe F1 | [d] | D |  |
| Guri1/Selayar | 0.21 | 0.90 | 0.22 |
| Guri2/Selayar | 0.24 | 1.28 | 0.21 |
| Guri3/Selayar | 0.31 | -0.39 | 0.00 |
| Guri6/Selayar | 0.30 | -1.09 | 0.00 |
| HP1744/Selayar | 0.10 | -1.09 | 0.00 |
| Jarissa/Selayar | 0.18 | -1.01 | 0.00 |
| Vee/Selayar | 0.34 | -0.16 | 0.00 |

P1= tetua1; P2= tetua2; F1=turunan pertama; [d]= P1 – P2, D=ragam aditif

Tabel 3.9 menunjukkan F1 Guri3/Selayar, Guri6/Selayar, HP1744/Selayar, Jarissa/Selayar, dan Vee/Selayar berpeluang lebih besar menghasilkan segregan transgresif. Kuczyńska *et al.* (2007b) menyatakan segregasi transgresif lebih sering terjadi jika perbedaan antara kedua tetuanya kecil, ragam aditif yang tinggi dan dengan asumsi tidak ada interaksi GxE, epistasis dan *linkage*.

Genotipe F1 Guri/selayar dan Guri2/Selayar merupakan kombinasi terbaik menghasilkan bobot biji per tanaman yang seharusnya lebih menjanjikan ditemukannya segregan transgresif pada generasi lanjut. Surma (1996) *di dalam* Kuczyńska *et al.* (2007a) bekerja dengan beberapa populasi double haploid barley menemukan fenomena bahwa tetua A35 dengan DGU positif pada karakter bobot biji per malai dan bobot 1000 butir menghasilkan segregan transgresif berturut-turut 11.5 % dan 15.4 % namun hubungan DGU dengan segregasi transgresif tidak konsisten misalnya persilangan A35 lainnya yang memiliki DGU positif pada karakter kandungan protein namun tidak ada ditemukan segregan transgresif yang arah positif. Beberapa persilangan lainnya yang tetua memiliki DGU negatif pada karakter tertentu namun ditemukannya segregan transgresif yang arah positif. Hal ini menunjukkan bahwa informasi DGU tidak cukup memprediksi kombinasi persilangan yang potensial menghasilkan segregan transgresif. Kuczyńska *et al.* (2007b) menyatakan bahwa frekuensi segregasi transgresif ditentukan oleh sebaran gen.

**Simpulan**

Penelitian ini berhasil membuktikan bahwa terdapat kombinasi persilangan yang mempunyai nilai heterosis tinggi dan aksi gen yang mengendalikan karakter komponen hasil gandum di dataran tinggi adalah aksi gen overdominan, dominan parsial, dan resesif parsial. Karakter bobot biji per tanaman dikendalikan oleh aksi gen over dominan. Terdapat persilangan yang mempunyai peluang besar menghasilkan segregan transgresif berdasarkan pendugaan nilai rasio [d]/, yaitu kombinasi persilangan Guri3/selayar, Guri6/Selaya, HP1744/Selayar, Jarissa/Selayar, dan Vee/Selayar.

**Daftar Pustaka**

Abdennadher M. 1991. Estimates of genetic variability resulting from single, top, and double cross population in Durum wheat. Oregon (US): Oregon State University.

Abdullah GM, Khan AS, Ali Z. 2002. Heterosis study of certain important traits in wheat. *Int J Agric Biol*. 4(3):326–328.

Acquaah G. 2012. *Priciples of Plant Genetics Breeding*. Second ed.. Oxford (UK): Wiley-Blackwell.

Akhter Z, Shamsuddin AK., Rohman M., Uddin MS, Ud-din MM, Alam AKM. 2003. Studies on heterosis for yield and yield components in wheat. *J Biol Sci*. 3(10):892–897.

Andriani A, Reflinur, Pabendon MB. 2016. Genetic diversity analysis of wheat germplasm collection of Indonesian cereals research institute using SSR markers. Di dalam: Elviandri Y, editor. *SABRAO 13th Congress and International Conference*. Bogor (ID): IPB Press. hlm 71–85.

Bertan I, de Carvalho FIF, de Oliveira AC. 2005. Parental Selection Strategies in Plant Breeding Programs. *J Crop Sci Biotechnol*. 10(4):211–222.

Chahota RK, Kishore N, Dhiman KC, Sharma TR, Sharma SK. 2007. Predicting transgressive segregants in early generation using single seed descent method-derived micro-macrosperma genepool of lentil (*Lens culinaris* Medikus). *Euphytica*. 156(3):305–310. doi:10.1007/s10681-007-9359-9.

Espósito MA, Bermejo C, Gatti I, Guindón MF, Cravero V, Cointry EL. 2014. Prediction of heterotic crosses for yield in Pisum sativum L. *Sci Hortic (Amsterdam)*. 177:53–62. doi:10.1016/j.scienta.2014.07.033.

Falconer D, Mackay T. 1996. *Introduction to Quantitative Genetics*. Ed ke-4. Harlow (UK): Longman.

Fu D, Xiao M, Hayward A, Fu Y, Liu G, Jiang G, Zhang H. 2014. Utilization of crop heterosis: A review. *Euphytica*. 197(2):161–173. doi:10.1007/s10681-014-1103-7.

Guindon MF, Martin E, Cravero V, Cointry E. 2019. Transgressive segregation, heterosis and heritability for yield-related traits in a segregating opulation of Pisum Sativum L. *Exp Agric*. 55(4):610–620. doi:10.1017/S0014479718000224.

Kuczyńska Anetta, Surma M, Adamski T. 2007a. Methods to predict transgressive segregation in barley and other self-pollinated crops. *J Appl Genet*. 48(4):321–328. doi:10.1007/BF03195228.

Kuczyńska A., Surma M, Kaczmarek Z, Adamski T. 2007b. Relationship between phenotypic and genetic diversity of parental genotypes and the frequency of transgression effects in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Plant Breed*. 126(4):361–368. doi:10.1111/j.1439-0523.2007.01367.x.

Nur A, Syahruddin K, Pabendon MB. 2017. Keragaman genetik populasi gandum hasil

Rieseberg LH, Archer MA, Wayne RK. 1999. Short review: transgressive segregation, adaptation and speciation. *Heredity (Edinb)*. 83:363–372. doi:10.1038/sj.hdy.6886170.

Shebeski LH. 1966. Quality and yield studies in hybrid wheat ( *Triticum aestivum* L.). *Can J Genet Cytol*. 8:375–386. doi:10.1139/g66-047.

Syukur M, Sujiprihati S, Yunianti R. 2015. *Teknik Pemuliaan Tanaman*. Revisi. Jakarta (ID): Penebar Swadaya.

Widowati S, Khumaida N, Ardie SW, Trikoesoemaningtyas. 2016. Karakterisasi morfologi dan sifat kuantitatif gandum (*Triticum aestivum* L.) di dataran menengah. *J Agron Indones*. 44(2):162–169. doi:10.24831/jai.v44i2.13485.