

**AGROSAINSTEK****Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian**Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>**Research Article****Parameter Genetik Karakter Agronomi pada Galur F₁ Padi Hasil Persilangan Galur Murni dan Kultivar Lokal Indonesia*****Genetic Parameters of Agronomic Characters in F₁ Rice Line from Crossing between Pure Line and Indonesia Local Cultivar*****Eko Binnaryo Mei Adi^{1*}, Sri Indrayani¹, Nana Burhana¹, Enung Sri Mulyaningsih¹**¹ Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Jl. Raya Bogor km 46, Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat, Indonesia

Received: May 14, 2020 / Received in revised : April 26, 2021 / Accepted: April 28, 2021

ABSTRACT

Rice is one of the main sources of carbohydrates for Indonesian society. The development of new varieties depends on the availability of germplasm as the source genetic material. The development of new varieties can be done through artificial crosses (local cultivars and superior lines) for the creation of diversities. The research aimed to explore the genetics parameters from eight rice characters, for the selection program. The crossing was conducted by using four local cultivars and one pure line with diverse agronomic characters. Four hybrids (F₁) were planted using completely randomized design with four replications, and five parental as the check varieties (landrace and pure line). The correlation coefficient was found that there was one character showed strong correlation almost all the character that is panicle weight. While high heritability was found in harvest age, panicle length, number of grain per panicle, 1000 grain weight, and plant high. Hybrids that showed negative heterosis for harvest age are from B14081H-296 x Salak and Dampak x Carogol, which have shorter harvest age compared to the average of the parental plant which is dominant gene action and additive.

Keywords: Correlation; F₁ lines; Gene action; Heritability; Heterosis.**ABSTRAK**

Padi merupakan salah satu sumber karbohidrat utama bagi masyarakat Indonesia. Upaya pengembangan varietas baru sangat bergantung pada ketersediaan plasma nutfah sebagai sumber material genetik. Salah satu cara dalam pengembangan varietas baru melalui persilangan buatan untuk menciptakan keragaman dengan menggunakan kultivar lokal dan varietas/galur unggul. Tujuan penelitian ialah untuk mengeksplorasi korelasi, heterosis, aksi gen, dan heritabilitas arti luas pada delapan karakter padi, yang dapat digunakan dalam melakukan seleksi. Kegiatan persilangan buatan telah dilakukan dengan menggunakan satu galur unggul dan empat kultivar padi lokal yang memiliki karakter beragam. Empat populasi hasil persilangan (F₁) ditanam menggunakan rancangan acak lengkap dengan empat ulangan, serta lima tetua (galur unggul dan padi lokal) sebagai pembandingan. Hasil perhitungan korelasi menemukan bahwa terdapat satu variabel yang menunjukkan korelasi pada hampir semua karakter yaitu bobot malai. Heritabilitas tinggi terdapat pada karakter umur panen, panjang malai, jumlah gabah per malai, bobot 1000 biji dan tinggi tanaman. Persilangan yang menunjukkan fenomena heterosis negatif ialah pada B14081H-296 x Salak dan Dampak x Carogol sehingga memiliki umur panen yang lebih pendek dari rata-rata kedua tetua dengan aksi gen dominan sebagian dan aditif.

Kata kunci: Aksi gen; Galur F₁; Heritabilitas; Heterosis; Korelasi.

*Korespondensi Penulis.

E-mail : oke20adi@yahoo.com (EBM Adi)DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v5i1.143>

1. Pendahuluan

Padi merupakan salah satu tanaman budidaya di Indonesia dengan luas panen 10,68 jt ha pada 2019 dengan luas lahan sawah 7,46 jt ha (BPS 2020). Peningkatan keragaman varietas padi budidaya yang memiliki keunggulan tertentu akan memberikan pilihan bagi petani sesuai dengan kebutuhannya (Wulandari & Sudrajat 2017). Selain itu, teknologi budidaya (pemupukan dan pengairan, pengelolaan OPT), dan penggunaan varietas unggul baru dengan produktivitas tinggi, beradaptasi baik, toleran hama dan penyakit memiliki andil terhadap meningkatkan produksi padi hingga mencapai 130% dari tahun 1966 hingga tahun 2000 (Fahad *et al.* 2019).

Penggunaan varietas unggul baru yang memiliki karakteristik efisien terhadap penggunaan input eksternal untuk meningkatkan produksi telah dilakukan sejak awal revolusi hijau seperti varietas IR 64 dan beberapa varietas lainnya (Zaini 2009), pengembangan varietas ini menggunakan basis inbrida dalam perakitanannya (Zaini & Erythrina 2008). Prinsip pengembangan padi inbrida didasarkan pada homozigositas genom dalam kromosomnya, karena pada dasarnya padi merupakan tanaman menyerbuk sendiri. Varietas padi inbrida yang beredar seperti IR64 dan Ciherang tidak mungkin untuk ditingkatkan lagi produksinya karena keterbatasan factor genetic (Zaini & Erythrina 2008). Keterbatasan faktor genetik pada varietas inbrida dapat diperbaiki oleh varietas hibrida yang memiliki efek heterosis pada F₁ hasil persilangan.

Persilangan pada tanaman dilakukan untuk meningkatkan keragaman karakter tanaman, selain hal tersebut dapat juga digunakan untuk evaluasi kemampuan daya gabung individu. Persilangan yang terkait dengan pengembangan varietas inbrida akan diikuti dengan seleksi populasi F₁ yang seragam kemudian dilanjutkan populasi bersegregasi hingga didapatkan galur murni (Haryanto *et al.* 2017) dengan keunggulan tertentu sesuai dengan tujuan. Pada saat melakukan seleksi, informasi korelasi dan heritabilitas menjadi hal penting (Yuwono *et al.* 2016). Informasi tentang korelasi antar karakter dapat mempermudah proses seleksi sehingga menyederhanakan pekerjaan. Selain korelasi, dalam seleksi juga digunakan penghitungan heritabilitas yaitu nilai duga besarnya pengaruh ragam genetik pada suatu fenotipe atau morfologi (Effendy *et al.* 2018). Nilai heritabilitas yang diperoleh dapat digunakan untuk menggambarkan kontribusi faktor genetik terhadap morfologi (Sari *et al.* 2014). Proses seleksi dapat dilakukan pada populasi F₁ pada beberapa

kombinasi persilangan yang menunjukkan keragaman pada karakternya.

Populasi F₁ hasil persilangan antar dua tetua homozigot akan membentuk hibrida yang memiliki tingkat heterozigot (heterozigous homogenous) tertinggi namun dengan fenotipe homogen. Terkadang kombinasi persilangan memiliki gabungan genetik baru yang lebih baik dari performa kedua tetua (vigor hibrida/heterosis). Fenotipe yang lebih unggul pada F₁ banyak digunakan pada pembentukan varietas hibrida dengan produktivitas lebih tinggi hingga 25% dibandingkan varietas inbrida. Informasi yang diperoleh pada hasil persilangan dapat digunakan untuk membentuk populasi F₁ dengan performa lebih baik dari tetua. Fenomena hibrida dapat terjadi karena ada aksi gen (dominan, dominan sebagian, aditif, dan overdominan) pada karakter-karakter di populasi F₁ (Hochholdinger & Hoecker 2007).

Ruang lingkup penelitian ini ialah melakukan pengukuran korelasi, heritabilitas, heterosis dan aksi gen pada populasi F₁ persilangan antara kultivar padi lokal dan genotip unggul (galur). Tujuan penelitian ialah untuk mengukur keeratan hubungan antar karakter umur panen, panjang malai, tinggi tanaman, jumlah anakan produktif, bobot malai dan bobot 1000 biji, jumlah gabah isi dan jumlah gabah total, serta mengetahui aksi gen pada tiap karakter F₁.

2. Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan dari bulan Februari hingga Agustus 2018 bertempat di rumah kaca Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI, Cibinong-Bogor. Sembilan genotip yang digunakan sebagai bahan genetik penelitian terdiri dari empat populasi F₁ hasil persilangan dan tetua persilangan. Tetua yang digunakan adalah; galur murni unggul (B14081H-296) dan empat kultivar lokal (Batubara, Carogol, Dampak, dan Salak). Populasi F₁ yang digunakan yaitu: B14081H-296 x Batubara, B14081H-296 x Dampak, Dampak x Carogol, B14081H-296 x Salak.

Rancangan percobaan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), dengan genotip sebagai faktor tunggal (sembilan genotip) yang diulang empat kali sehingga didapatkan 36 unit percobaan dengan tiap unit berisi lima benih. Sebelum ditanam benih direndam dalam larutan fungisida, kemudian dipindahkan ke media kompos di dalam *tray* untuk menumbuhkan tanaman hingga siap di pindah tanam. Pindah tanam dilakukan pada 20 hss (hari setelah sebar). Penanaman dilakukan di dalam ember berukuran 10 L, berisi 8 kg media tanam dengan komposisi tanah dan kompos (1:1) dengan air tergenang.

Perawatan tanaman dilakukan dengan menjaga jumlah air di dalam ember dalam kondisi macak-macak. Menjelang berbunga air di dalam ember dikurangi hingga kondisi tanah dalam keadaan lembab, kondisi ini dipertahankan hingga panen. Pemupukan anorganik dilakukan tiga kali, dengan dosis dan waktu pemberian yaitu; Umur 36, 51 dan 70 hss (hari setelah semai) masing-masing 12 g/ember urea, KCl, TSP (perbandingan 1:1:1). Pemupukan melalui daun (foliar spray) diberikan dengan menggunakan atonik setelah 50 hss setiap 10 hari hingga tanaman menjelang berbunga. Pengendalian OPT dilakukan intensif sehingga tidak menimbulkan kerusakan.

Pengamatan dilakukan terhadap karakter, umur panen (hss) ditentukan pada saat gabah memasuki masak fisiologis hingga 85%, panjang malai (cm) diukur dari leher malai hingga ujung malai, bobot malai (g) bobot rata-rata dari tiga malai normal, jumlah gabah isi permalai, jumlah gabah perumpun, bobot 1000 biji (g), tinggi tanaman (cm) diukur dari pangkal rumpun/permukaan tanah hingga ujung malai, jumlah anakan produktif perumpun.

Data yang diperoleh dianalisis untuk menduga korelasi antar karakter, nilai heterosis dan heterobeltiosis, aksi gen, serta heritabilitas arti luas. Korelasi di hitung berdasarkan koefisien korelasi Pearson. Nilai heterosis yang diduga adalah heterosis (*mid parent heterosis*) dan heterobeltiosis (*best parent heterosis*) (Virmani 1994).

$$\text{heterosis} = \frac{\mu_{F1} - \mu_{MP}}{\mu_{MP}} \times 100$$

$$\text{heterobeltiosis} = \frac{\mu_{F1} - \mu_{BP}}{\mu_{BP}} \times 100$$

Keterangan:

μ_{F1} = nilai rerata turunan

μ_{MP} = nilai rerata kedua tetua = $\frac{1}{2}(P1+P2)$

μ_{BP} = nilai rerata tetua terbaik

Derajat dominasi yang di tentukan berdasarkan Tanksley (1993) dengan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$\frac{d}{a} = \frac{(F_1 - 0.5(P1 + P2))}{|P1 - P2|}$$

Keterangan: d = dominan; a = aditif; F₁= rerata hibrida; P1 dan P2= tetua .

Kategori rasio d/a aksi gen menurut Stuber *et al.* (1987) adalah: $-0,2 \leq 0,2$ aditif, $0,21 \geq 0,8$ dan $-0,21 \leq -0,8$ dominan sebagian, $-0,81 \leq -1,2$ dan $0,81 \geq 1,2$ dominan dan $\geq 1,2$ dan $\leq -1,2$ overdominan.

Selain aksi gen pengukuran heritabilitas arti luas dilakukan dengan merujuk metode Stansfield (1983). Penghitungan nilai heritabilitas arti luas

terlebih dahulu dilakukan analisis ragam, diikuti penghitungan nilai harapan kuadrat tengah perlakuan untuk memisahkan ragam genetik dan ragam lingkungan.

$$H_{bs}^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_f^2} \times 100\%$$

dimana :

$$\sigma_g^2 = \frac{KT1 - \sigma_e^2}{r}$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_g^2 + \sigma_e^2$$

Keterangan: H_{bs}^2 = Heritabilitas arti luas, σ_g^2 = Ragam genotip, σ_f^2 = Ragam fenotipe, KT1 = Kuadrat tengah perlakuan genotip, σ_e^2 = Kuadrat tengah galat, r = Jumlah ulangan.

Kategori heritabilitas berdasarkan Stansfield (1983) yaitu: $h^2 > 0,5$ = heritabilitas tinggi; h^2 antara 0,2–0,5 = heritabilitas edang; $h^2 < 0,2$ = heritabilitas rendah Penghitungan korelasi dan analisis ragam dilakukan dengan menggunakan software STAR 2.4, IRRI Losbanos.

3. Hasil

Heritabilitas

Nilai heritabilitas yang diperoleh berkisar dari tinggi hingga sedang (Tabel 1). Heritabilitas tinggi terdapat pada karakter tinggi tanaman, umur panen, panjang malai, jumlah gabah isi per malai dan bobot 1000 biji. Hasil serupa juga terdapat pada penelitian Haryanto *et al.* (2017) dengan heritabilitas tinggi pada karakter umur panen, tinggi tanaman, jumlah gabah per malai dan bobot 1000 biji. Heritabilitas arti luas katagori sedang terdapat pada bobot malai, jumlah anakan produktif per rumpun dan jumlah gabah isi permalai).

Korelasi

Nilai korelasi positif tertinggi 0,77 secara nyata diperoleh antara karakter panjang malai dan tinggi tanaman yang berarti terdapat hubungan erat antar dua karakter tersebut (Tabel 2). Korelasi negatif sebesar -0,68 terdapat antara karakter tinggi tanaman dengan jumlah anakan produktif. Fenomena ini mengindikasikan perbandingan terbalik antara kedua karakter tersebut, yaitu dengan semakin tinggi tanaman akan menunjukkan jumlah anakan produktif yang rendah.

Berdasarkan keseluruhan hasil analisis korelasi terdapat satu karakter yaitu bobot malai yang berkorelasi nyata pada hampir semua karakter lain kecuali pada umur panen. Korelasi negatif yang nyata pada jumlah anakan produktif menunjukkan bahwa bobot malai makin tinggi akan menurunkan

jumlah anakan produktif tiap rumpun dan menurunkan ukuran biji. Koefisien korelasi merupakan derajat hubungan antara dua variabel, kuat tidaknya hubungan kedua variabel tersebut ditentukan dengan besar dan nyatanya koefisien korelasi.

Heterosis dan Heterobeltiosis

Rerata F_1 hasil persilangan padi terdapat pada Tabel 3 menunjukkan nilai yang berbeda dari kedua tetua yang dikonfirmasi dengan nilai heterosis dan heterobiltiosis (Gambar 1 dan 2). Heterosis

pada karakter bobot dan panjang malai positif terdapat pada persilangan dua persilangan (Dampak x Carogol dan B14081H-296 x Dampak) yang tertinggi terdapat pada persilangan Dampak x Carogol dengan 24,5% dan 12,4% dengan rerata $5,5 \pm 0,6$ g dan $32,4 \pm 2,9$ cm. Heterosis positif juga diharapkan pada jumlah gabah dan gabah isi permalai terdapat pada persilangan B14081H-296 x Dampak dengan jumlah $254,3 \pm 26,5$ bulir, dengan nilai heterosis 21,8% dan heterobeltiosis sebesar 5,2% dengan jumlah isi $171,9 \pm 27,8$ bulir, walaupun heterosis negatif sebesar -2,2%.

Tabel 1. Kuadrat tengah, ragam genotip, ragam fenotipe, heritabilitas arti luas pada beberapa karakter agronomik padi

Karakter	KT	σ_e^2	σ_g^2	σ_f^2	H_{bs}^2	Kategori
Umur panen	737,15	36,15	175,25	211,40	0,83	tinggi
Bobot malai	4,15	0,89	0,82	1,70	0,48	sedang
Jumlah gabah isi	3635,78	1353,23	570,64	1923,87	0,30	sedang
Panjang malai	60,51	7,28	13,31	20,59	0,65	tinggi
Jumlah gabah per malai	8747,20	1024,56	1930,66	2955,22	0,65	tinggi
Bobot 1000 biji	57,55	9,05	12,12	21,18	0,57	tinggi
Tinggi tanaman	6935,42	31,56	1725,96	1757,52	0,98	tinggi
Jumlah anakan produktif	465,97	121,91	86,02	207,92	0,41	sedang

Keterangan : H_{bs}^2 = Heritabilitas arti luas, σ_g^2 = Ragam genotip, σ_f^2 = Ragam fenotipe, KT = Kuadrat tengah perlakuan genotip, σ_e^2 = Kuadrat tengah galat.

Tabel 2. Korelasi antara delapan karakter agronomic pada padi F_1 persilangan galur dan padi kultivar lokal

	UP	BM	PM	GI	GT	B1000	TT	JAP
UP	1,00	-0,08	0,04	-0,27 **	-0,27 **	0,07	-0,12	0,09
BM		1,00	0,60 **	0,72 **	0,74 **	0,62 **	0,60 **	-0,39 **
PM			1,00	0,07	0,67 **	0,54 **	0,77 **	-0,58 **
GI				1,00	0,49 **	0,15	0,05	0,01
GT					1,00	0,34 **	0,65 **	-0,58 **
BBt1000						1,00	0,69 **	-0,39 **
TT							1,00	-0,68 **
JAP								1,00

Keterangan: angka yang diikuti tanda * = nyata pada taraf kesalahan 5%, dan ** = nyata pada taraf kesalahan 1%, ns = tidak nyata, UP = umur panen, BM = bobot malai, PM = panjang malai, GI = jumlah gabah isi, GT = jumlah gabah permalai, B1000 = bobot 1000 biji, TT = tinggi tanaman, JAP = jumlah anakan produktif.

Karakter lainnya yang diharapkan menunjukkan heterosis positif adalah bobot 1000 biji. Persilangan Dampak x Carogol dengan bobot 1000 butir $29,5 \pm 5,4$ g menunjukkan heterosis 16,8%. Selain bobot 1000 biji hal serupa juga diharapkan pada jumlah anakan produktif (Naik *et al.* 2018). Heterosis positif pada jumlah anakan produktif terpadat pada persilangan B14081H-296 x Salak sebesar 11,4%, akan tetapi memiliki jumlah yang sangat sedikit yaitu $9,3 \pm 2,7$ batang. Jumlah anakan

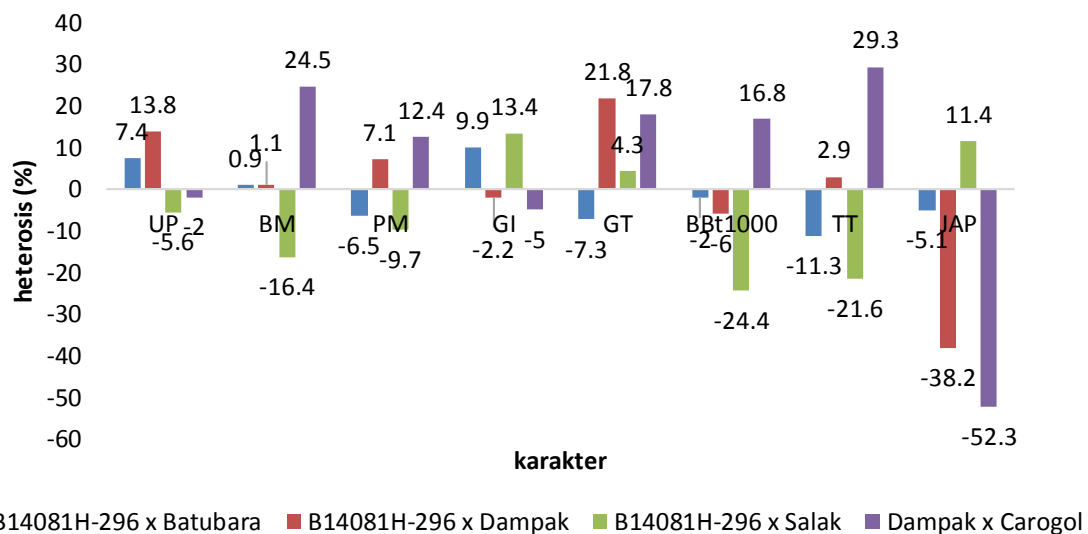
produktif tertinggi didapatkan pada persilangan B14081H-296 x Batubara dengan jumlah anakan $30,0 \pm 8,0$ batang walaupun heterosis negatif -5,1%. Selain karakter dengan heterosis positif, diharapkan pula karakter dengan heterosis negatif seperti pada karakter umur panen dan tinggi tanaman. Populasi F_1 yang menunjukkan nilai heterosis negatif cukup tinggi yaitu pada persilangan B14081H-296 X Batubara (-11,3%) dan B14081H-295 x Salak (-21,6%), tetapi hanya

persilangan B14081H-296 x Batubara tergolong tanaman semi kerdil dengan tinggi tanaman rata-rata F₁ = 98,0±2,5 cm. Umur panen populasi F₁ dari keempat persilangan menunjukkan nilai heterosis yang beragam, beberapa persilangan menunjukkan penambahan umur panen. Seperti pada persilangan dengan nilai heterosis positif, yaitu B14081H-296 x Batubara dan B14081H-296 x Dampak, dengan

heterosis sebesar 7,4% dan 13,8%. Berdasarkan karakter umur panen didapatkan umur panen yang lebih genjah dari rerata dua tetua ialah pada populasi F₁ B14081H-296 X Salak dan Dampak x Carogol masing-masing 114,0±4,6 hss dan 121,6121,6±5,1 hss, dengan nilai heterosis negatif sebesar -5.6 dan -2,0%.

Tabel 3. Hasil Rata-rata delapan karakter agronomi dari populasi F₁ empat persilangan kultivar padi lokal dan galur murni unggul.

Karakter	Persilangan			
	B14081H-296	B14081H-296	B14081H-296	Dampak
	X	X	X	X
	Batubara	Dampak	Salak	Carogol
Umur panen (hss)	138,4±7,8	121,6±5,0	114,0±4,6	121,6±5,1
Bobot malai (g)	3,7±0,6	4,5±0,5	4,4±0,2	5,5±0,6
Panjang malai (cm)	24,2±1,1	27,8±3,0	28,7±1,8	32,4±2,9
Jumlah gabah isi permalai	150,1±26,8	171,9±27,8	161,9±5,7	139,5±21,2
Jumlah gabah permalai	169,9±29,2	254,3±26,5	259,3±19,9	252,5±26,1
Bobot 1000 biji (g)	21,7±1,4	21,0±1,0	21,5±1,6	29,5±5,4
Tinggi tanaman (cm)	98,0±2,5	123,3±3,1	128,0±3,7	187,7±6,4
Jumlah anakan produktif	30,0±8,0	18,3±5,6	20,0±6,8	9,3±2,7



Keterangan: UP= umur panen, BM=bobot malai, PM=panjang malai, GI=jumlah gabah isi, GT=jumlah gabah total, B1000=bobot 1000 biji, TT=tinggi tanaman, JAP=jumlah anakan produktif

Gambar 1. Heterosis dari empat persilangan pada delapan karakter agronomik

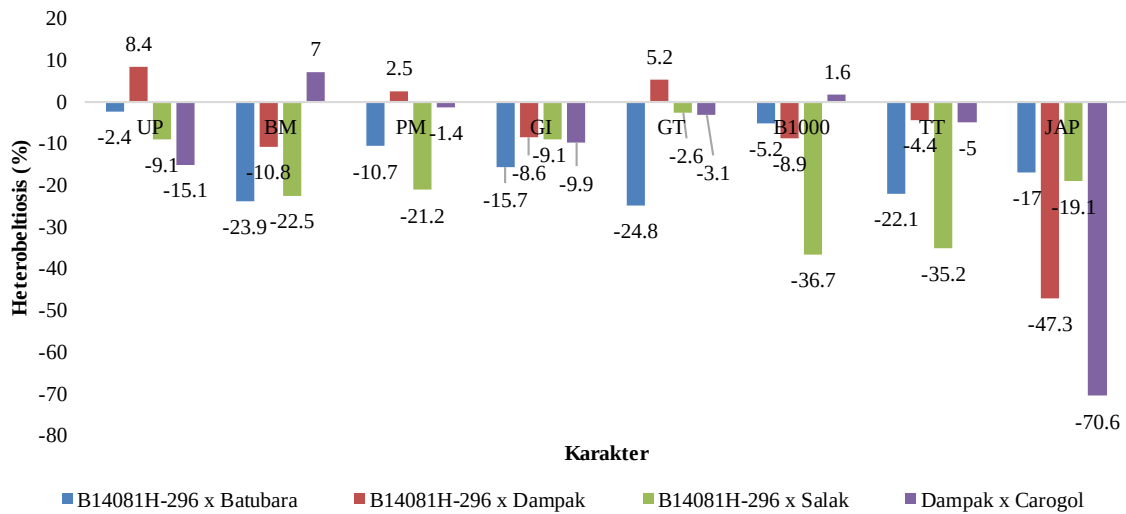
Aksi Gen

Hasil dari empat kombinasi persilangan yang dilakukan menunjukkan aksi gen yang beragam pada delapan karakter diamati. Aksi gen tersebut dapat menunjukkan derajat dominansi tiap karakter pada masing-masing kombinasi persilangan (Tabel 4). Aksi gen aditif pada karakter bobot malai, jumlah gabah isi, tinggi tanaman dan jumlah anakan produktif terdapat pada persilangan B14081H-296

x Batubara, dan dominan sebagian pada karakter lainnya. Persilangan B14081H-296 x Dampak menunjukkan aksi gen aditif pada tinggi tanaman, bobot malai, dan gabah isi permalai. Karakter panjang malai dan jumlah gabah permalai menunjukkan aksi gen dominan sebagian sementara, aksi gen overdominan hanya terdapat pada dua karakter yaitu umur panen dan jumlah anakan produktif perrumpun. Persilangan B14081H-296 x Salak, menunjukkan aksi gen aditif pada karakter jumlah anakan produktif perrumpun dan dominan

pada karakter bobot malai, sedangkan pada persilangan lainnya menunjukkan dominan sebagian. Persilangan Dampak x Carogol pada umur

panen menunjukkan adanya aksi gen aditif dan karakter selain itu menunjukkan aksi gen dominan sebagian.



Keterangan: UP= umur panen, BM=bobot malai, PM=panjang malai, GI=jumlah gabah isi, GT=jumlah gabah total, B1000=bobot 1000 biji, TT=tinggi tanaman, JAP=jumlah anakan produktif

Gambar 2. Heterobeltiosis dari empat persilangan pada delapan karakter agronomik

Tabel 4. Aksi gen pada beberapa karakter agronomik padi dari empat persilangan

Persilangan	Karakter							
	UP	BM	PM	GI	GT	BBt1000	Tinggi	JAP
B14081H-296 x Batubara	0,4 dominan sebagian	0,0 aditif	-0,7 dominan sebagian	0,2 aditif	-0,2 aditif	-0,3 dominan sebagian	-0,4 dominan sebagian	-0,2 aditif
B14081H-296 x Dampak	1,4 overdominan	0,0 aditif	0,8 dominan sebagian	-0,2 aditif	0,7 dominan sebagian	-0,9 dominan	0,2 aditif	-1,6 over- dominan
B14081H-296 x Salak	-0,7 dominan sebagian	-1,0 dominan	-0,3 dominan sebagian	0,3 dominan sebagian	0,3 dominan sebagian	-0,6 dominan sebagian	-0,5 dominan sebagian	0,2 aditif
Dampak x Carogol	-0,1 aditif	0,7 dominan sebagian	0,4 dominan sebagian	-0,5 dominan sebagian	0,4 dominan sebagian	0,6 dominan sebagian	0,6 dominan sebagian	-0,4 dominan sebagian

Keterangan: BM=bobot malai, PM=panjang malai, GI=jumlah gabah isi per malai, GT=jumlah per malai, Bbt1000=bobot 1000 biji, TT=tinggi tanaman, JAP=jumlah anakan produktif perumpun

4. Pembahasan

Heritabilitas tinggi terdapat pada karakter tinggi tanaman, umur panen, panjang malai, jumlah gabah isi per malai dan bobot 1000 biji. Tingginya heritabilitas akan memudahkan dalam kegiatan seleksi karena besarnya pengaruh genetik dari pada lingkungan. Heritabilitas yang tinggi menandakan proporsi genetik yang tidak dipengaruhi lingkungan lebih dominan (Yuwono *et al.* 2016) dalam ekspresi kelima karakter tersebut.

Heritabilitas arti luas kategori sedang terdapat pada bobot malai, jumlah anakan produktif perumpun dan jumlah gabah isi per malai hasil yang berbeda ditunjukkan oleh penelitian Haryanto *et al.* (2017) dan Osman (2012) yang menunjukkan bahwa jumlah gabah isi dan anakan produktif perumpun, yang tergolong tinggi. Hasil yang berbeda pada karakter tersebut diduga karena perbedaan material genetik dan metode analisis untuk menentukan nilai heritabilitas arti luas tersebut. Pada penelitian Haryanto *et al.* (2017) menggunakan material genetik berupa F₁ yang

berasal dari metode silang dialel (Hayman) dari tujuh tetua, sedangkan [Osman \(2012\)](#) menggunakan tiga belas genotip padi gogo lokal asal Sudan. Heritabilitas tergolong tinggi hingga sedang pada delapan karakter yang diamati akan memudahkan dalam kegiatan seleksi baik langsung maupun tidak langsung dengan menggunakan koefisien korelasi.

Hasil perhitungan korelasi positif nyata tertinggi didapatkan antara tinggi tanaman dan panjang malai. Hasil ini sesuai dengan penelitian [Prabowo et al. \(2014\)](#) yang menunjukkan nilai positif nyata. Korelasi positif menunjukkan tingginya nilai suatu karakter akan mempengaruhi tingginya karakter yang lain sehingga sifatnya berbanding lurus. Hal ini diduga dapat menjadi indikasi bahwa makin tinggi tanaman akan menghasilkan malai semakin panjang.

Penggunaan karakter yang berkorelasi kuat dapat menyederhanakan kegiatan seleksi karena dengan menyeleksi satu karakter akan diperoleh informasi karakter lainnya yang berkorelasi kuat. Karakter dengan korelasi nyata pada hampir seluruh karakter menunjukkan bahwa karakter tersebut dapat digunakan untuk seleksi tidak langsung ([Rostini et al. 2006](#)). Sehingga untuk melakukan seleksi dapat menggunakan karakter bobot malai sebagai karakter seleksi tidak langsung pada jumlah gabah isi, jumlah gabah total, bobot 1000 biji, dan tinggi tanaman.

Seleksi tidak langsung dengan menggunakan karakter bobot malai dengan heritabilitas tergolong sedang berarti terdapat pengaruh ragam lingkungan dalam pewarisannya untuk karakter bobot malai ([Jameela et al. 2014](#)) pada populasi hibrida atau F₁. Penggunaan populasi F₁ untuk seleksi perlu memperhitungkan parameter penting lainnya, yaitu fenomena heterosis. Heterosis adalah kondisi dimana galur F₁ lebih unggul dari pada tetua homozigotnya.

Populasi F₁ hasil persilangan antara dua tanaman homosigot yang berbeda secara genetik akan menghasilkan keturunan dengan kondisi heterozigot. Populasi heterozigot memiliki penampilan fenotip yang seragam dan terkadang memiliki penampilan lebih baik dari kedua tetuanya ([Kaeppeler 2012](#)), yang dikenal dengan istilah "hybrid vigour" oleh Shull pada 1908 ([Snyder & David 1957](#)). Fenomena ini dijelaskan dengan tiga teori yaitu teori dominan dan over dominan, serta teori interaksi antar alel. Teori dominan menjelaskan vigor yang muncul pada F₁ merupakan hasil kumpulan gen-gen dominan yang baik dalam satu genotip. Teori kedua yaitu overdominasi menjelaskan bahwa superioritas F₁ merupakan kondisi superior heterozygositas terhadap homozygositas. Artinya individu tanaman yang

superior adalah individu yang memiliki jumlah alel dalam keadaan *heterozygos* terbanyak ([Satoto & Suprihanto 2008](#)). Teori ketiga menjelaskan adanya interaksi gen-gen overdominan antar alel yang terjadi karena kondisi heterosigot pada lokus yang berbeda ([Shapira & David 2016](#)) atau epistasis ([Liang et al. 2015](#)).

Karakter panjang malai merupakan salah satu karakter penting yang berhubungan dengan hasil ([Aryana et al. 2018](#)). Malai yang panjang akan meningkatkan jumlah cabang primer dan sekunder yang akan meningkatkan jumlah gabah ([Hijam & Singh 2019](#)). Heterosis pada karakter bobot dan panjang malai positif terdapat pada persilangan (Dampak x Carogol dan B14081H-296 x Dampak) yang tertinggi terdapat pada persilangan Dampak x Carogol dengan 24,5% dan 12,4%. Hasil ini sesuai dengan penelitian [Aryana et al. \(2018\)](#) dan [Hijam & Singh \(2019\)](#) yang menunjukkan nilai heterobeltiosis dari positif dan negatif pada panjang malai, nilai positif tertinggi dapat mencapai 10% dan 36,44%. Hasil penelitian [Joshi \(2003\)](#) menunjukkan nilai heterobeltiosis dan heterosis dari negatif hingga positif padi hibrida dari beberapa persilangan kultivar padi dan galur CMS dengan nilai tertinggi didapatkan nilai 11,72 dan heterobeltiosis 10,5% pada karakter panjang malai.

Tingginya nilai heterosis pada persilangan Dampak x Carogol diduga karena adanya pengaruh aksi gen non aditif pada kedua karakter tersebut. Selain karakter bobot dan panjang malai, heterosis positif juga diharapkan pada jumlah gabah per malai dan gabah isi. Jumlah gabah per malai tertinggi didapatkan pada persilangan B14081H-296 x Dampak dengan jumlah berkisar 254±26,5 butir dengan nilai heterosis 21,8%, dengan jumlah gabah isi sekitar 171,9±27,8 butir tertinggi dari seluruh persilangan walaupun menunjukkan heterosis negatif (-2,2%). Hal serupa juga didapatkan pada penelitian yang dilakukan oleh [Dan et al. \(2015\)](#) yaitu 13,1% pada 34 hibrida, ([Joshi 2003](#)) dari 25,5% hingga 39,39% dari lima hibrida, ([Hijam & Singh 2019](#)) dapat mencapai 79,1% pada karakter jumlah gabah per malai. Jumlah gabah dan gabah isi per malai dapat meningkatkan produksi sehingga diharapkan memperoleh nilai heterosis positif yang tinggi.

Karakter bobot 1000 biji menunjukkan heterosis positif pada persilangan Dampak x Carogol positif 16,8%, seperti hasil penelitian [Hijam & Singh \(2019\)](#) heterosis dapat mencapai 25,56% pada bobot 1000 biji. Namun pada persilangan yang menunjukkan jumlah anakan tertinggi didapatkan pada persilangan bukan dengan heterosis tertinggi yaitu persilangan B14081H-296 x Batubara dengan heterosis -5,1% di bandingkan heterosis 11,4% pada persilangan B14081H-296 x Salak, hal ini

diduga karena salah satu tetua yang digunakan menunjukkan kemampuan membentuk anakan yang jauh berbeda diantara tetua lainnya sehingga akan didapatkan nilai heterosis positif karena jumlah anakan lebih tinggi dari rerata kedua tetua. Heterosis positif pada bobot 1000 biji dan anakan produktif akan meningkatkan jumlah gabah dan produksi di banding rerata kedua tetua (Naik *et al.* 2018) sehingga dapat meningkatkan produktivitas. Munculnya heterosis positif pada karakter panjang malai, gabah isi, gabah total dan bobot 1000 biji serta jumlah anakan produktif akan meningkatkan produksi (Joshi 2003). Perbedaan nilai tersebut terjadi karena perbedaan tetua yang digunakan sehingga komposisi genetik yang terbentuk akan berpengaruh pada ekspresi hibridanya.

Heterosis pada karakter tinggi tanaman muncul nilai positif dan negatif. Pada tinggi tanaman diharapkan mendapatkan tanaman semi kerdil (Joshi 2003), yaitu tanaman dengan tinggi kurang dari 110 cm (*Standard Evaluation System for rice*, IRRI, 2016). Tanaman semi kerdil didapatkan pada persilangan B14081H-296 x Batubara dengan heterosis -11,3%. Hasil penelitian (Aryana *et al.* 2018) menunjukkan nilai heterosis negatif pada delapan persilangan dari -0,5 hingga -10,4%. Tanaman semi kerdil (pendek) akan meningkatkan produksi karena lebih toleran terhadap kerebahan, sedangkan tanaman yang lebih tinggi akan lebih mudah rebah dan memiliki indek panen yang rendah (Joshi 2003).

Selain tinggi tanaman pada umur panen pada persilangan B14081H-296 x Batubara juga menunjukkan heterosis negatif. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa persilangan padi Bg 379-2 x Bw400 menunjukkan umur panen yang lebih pendek dari kedua tetua (Perera *et al.* 2013) dan penelitian (Hijam & Singh 2019) yang menunjukkan terjadinya pemendekan umur pada F₁ hingga -9,74% dari rata-rata kedua tetua. Pada persilangan dengan nilai heterosis negatif menunjukkan bahwa hibrida dengan umur lebih genjah dari kedua tetua, sehingga seleksi akan diarahkan pada hibrida dengan umur genjah (Hijam & Singh 2019). Hal ini sesuai dengan kehendak petani yang mengharapkan tanaman dengan umur panen yang lebih singkat sehingga diharapkan dari nilai heterosis negatif atau umur panen lebih cepat dari rata-rata tetua.

Empat kombinasi persilangan yang digunakan menunjukkan keunggulan pada karakter yang berbeda. Karakter umur panen didapatkan pada persilangan B14081H-296 x Salak, yang dipengaruhi oleh aksi gen dominan sebagian. Karakter jumlah anakan produktif dan Tinggi tanaman terbaik didapatkan pada persilangan

B14081H-296 x Baturbara dengan aksi gen aditif dan dominan sebagian walaupun memiliki nilai heterosis negatif pada kedua karakter tersebut. Aksi gen dominan sebagian pada karakter jumlah gabah per malai terdapat pada persilangan B14081H-296 dengan Dampak dan Salak serta persilangan Dampak dengan Carogol dengan jumlah gabah per malai berkisar 250 bulir. Bobot 1000 biji dan panjang malai terbaik pada persilangan Dampak x Carogol, dengan aksi gen dominan sebagian. Aksi gen dominan sebagian menyebabkan F₁ yang diperoleh berada pada rentang antara tetua tertinggi (untuk nilai positif) rerata kedua tetuanya (Budiyantri 2016) dan tetua terendah (untuk nilai negatif).

Karakter dengan aksi gen overdominan berarti populasi anakan F₁ lebih baik dari pada rata-rata tetua atau tetua (tertinggi atau terendah) pada karakter yang terkait (Shahid *et al.* 2011). Hasil penelitian terdahulu melaporkan aksi gen dominan pada karakter komponen hasil padi. Aksi gen merupakan informasi penting karena dapat digunakan untuk memprediksi heterosis (Tiwari *et al.* 2011), aksi gen diduga terjadi karena adanya pengaruh gen non aditif berupa dominan, epistasis atau keduanya (William & Bridge 1972). Aksi gen dominan sempurna, dominan sebagian, overdominan dan aditif pada delapan karakter yang diamati dari empat persilangan dapat menunjukkan fenomena heterosis pada populasi F₁. Karakter dengan aksi gen aditif menunjukkan pengaruh seimbang antara tetua jantan dengan tetua betina. Adanya aksi gen nonaditif pada suatu karakter akan sangat berguna dalam eksploitasi fenomena heterosis pada F₁ untuk pengembangan varietas hibrida (Husain *et al.* 2013; Shapira & David 2016). Selain hal tersebut kombinasi persilangan superior pada banyak karakter dapat digunakan untuk merakit varietas hibrida di masa yang akan datang.

5. Kesimpulan

Heritabilitas arti luas dengan nilai tinggi terdapat pada karakter umur panen, panjang malai, jumlah gabah per malai, bobot 1000 biji dan tinggi tanaman sehingga mampu meningkatkan efektifitas seleksi. Aksi gen pada populasi empat persilangan dapat menunjukkan adanya fenomena heterosis dan heterobeltiosis dari delapan karakter agronomik yang diamati dari empat kombinasi persilangan.

6. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada PT. Winning Borneo Mandiri atas kerjasama, dukungan sarana dan prasarana selama melakukan penelitian, serta semua pihak yang telah membantu

pelaksanaan penelitian dan penulisan artikel ilmiah.

7. Pernyataan Konflik Kepentingan (*Declaration of Conflicting Interests*)

Penulis menyatakan tidak ada potensi konflik kepentingan sehubungan dengan penelitian, kepengarangan, dan/atau publikasi dari artikel ini (*The authors have declared no potential conflicts of interest concerning the study, authorship, and/or publication of this article*).

8. Daftar Pustaka

- Aryana IGPM, Sudarmawan AAK, Santoso, Budi B. 2018. Keragaan F₁ dan Heterosis Karakter Agronomis pada Beberapa Persilangan Padi Beras Merah. *J Agron Indones (Indonesian J Agron)*. 45(3):221–227. doi:10.24831/jai.v45i3.12247.
- BPS. 2020. Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2019 (Hasil Survei Kerangka Sampel Area). Jakarta.
- Budiyanti T. 2016. Efek Heterosis dan Aksi Gen Ukuran Buah pada Hibrida Pepaya. *J Groekotek*. 8(1):38 – 46.
- Dan Z, Hu J, Zhou W, Yao G, Zhu R, Huang W, Zhu Y. 2015. Hierarchical Additive Effects on Heterosis in Rice (*Oryza sativa* L.). *Front Plant Sci*. 6:1–11. doi:10.3389/fpls.2015.00738.
- Effendy E, Respatijarti R, Waluyo B. 2018. Keragaman Genetik dan Heritabilitas Karakter Komponen Hasil dan Hasil Ciplukan (*Physalis sp.*). *J Agro*. 5(1):30–38. doi:10.15575/1864.
- Fahad S, Adnan M, Noor M, Arif M, Alam M, Khan IA, Ullah H, Wahid F, Mian IA, Jamal Y, et al. 2019. Major Constraints for Global Rice Production. In: Hasanuzzaman M, Biswas M, Jiban F, Nahar K, editors. *Advances in Rice Research for Abiotic Stress Tolerance*. Cambridge: Woodhead Publishing. p. 1–22.
- Haryanto TAD, Adi EBM, Riyanto A, Susanti D, Hidayat P. 2017. Genetic Studies on Grain Protein Content and Some Agronomic Characters of Rice by Halfdiallel Crossing System. *Asian J Appl Sci*. 5(2):461–466. doi:10.24203/ajas.v5i2.4753.
- Hijam C, Singh NB. 2019. Heterosis for Grain Yield and its Important Components in Aromatic Rice (*Oryza Sativa* L.). *Int J Agric Sci Res*. 9(2):75–79. doi:10.24247/ijasrpr20198.
- Hochholdinger F, Hoecker N. 2007. Towards The Molecular Basis of Heterosis. *Trends Plant Sci*. 12(9):427–432. doi:10.1016/j.tplants.2007.08.005.
- Husain MA, Askandar HS, Hassan ZA. 2013. Selecting High Yielding Wheat Hybrid from a Restricted Factorial Mating Design. *Sarhad J Agric*. 29(2):173–179.
- Jameela H, Sugiharto AN, Soegianto A. 2014. Genetik dan Heritabilitas Karakter Komponen Hasil pada Populasi F₂ Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) Hasil Persilangan Varietas Introduksi dengan Varietas Lokal. *J Produksi Tanam*. 2(4):324–329.
- Joshi BK. 2003. Heterosis in F₁ Rice Hybrids. *J Inst Agric Anim Sci*. 24:29–36.
- Kaeppler S. 2012. Heterosis: Many Genes, Many Mechanisms—End the Search for an Undiscovered Unifying Theory. *ISRN Bot*. 2012:1–12. doi:10.5402/2012/682824.
- Liang Q, Shang L, Wang Y, Hua J. 2015. Partial dominance, Overdominance and Epistasis As The Genetic Basis of Heterosis in Upland Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *PLoS One*. 10(11):1–21. doi:10.1371/journal.pone.0143548.
- Naik RK, Babu PR, Babu JDP, Rani YA, Rao VS. 2018. Exploitation of Heterosis for Yield and its Components in Rice. *Int J Curr Microbiol Appl Sci*. 7(09):2018–2025. doi:https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.709.244.
- Osman K. 2012. Genetic Variability for Yield and Related Attributes of Upland Rice Genotypes in Semi Arid Zone (Sudan). *AFRICAN J Agric RESEARCH*. 7(33):4613–4619. doi:10.5897/ajar12.529.
- Perera UIP, Bentota AP, Ratnasekara D, Senanayake SGJN. 2013. Heterosis in F₁ Generations of Two Indica Rice Crosses for Growth and Yield Characteristics. *J Agric Sci*. 8(3):136–141. doi:10.4038/jas.v8i3.6082.
- Prabowo H, Djoar DW, Parjanto P. 2014. Korelasi Sifat-Sifat Agronomi dengan Hasil dan Kandungan Antosianin Padi Beras Merah. *Agrosains J Penelit Agron*. 16(2):49–54. doi:10.20961/agsjpa.v16i2.18920.
- Rostini N, Giametri Y, Amien S. 2006. Korelasi Hasil dan Komponen Hasil dengan Kualitas Hasil Pada 100 Genotip Nenas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) dari Beberapa Seri Persilangan Generasi F₁. *Zuriat*. 2(17):103–113. doi:10.24198/zuriat.v17i2.6729.
- Sari WP, Damanhuri, Respatijarti. 2014. Keragaman dan Heritabilitas 10 Genotip pada Cabai Besar (*Capsicum annum* L.). *J Produksi Tanam*. 2(3):301–307.
- Satoto, Suprihanto. 2008. Pengembangan Padi Hibrida di Indonesia. *Iptek Tanam Pangan*. 3(1):27–40.
- Shahid MQ, Liu G, Li J, Naeem M, Liu X-D. 2011. Heterosis and Gene Action Study of Agronomic

- Traits in Diploid and Autotetraploid Rice. *Acta Agric Scand Sect B Soil Plant Sci Soil Plant Sci*. 61(1):23–32.
- Shapira R, David L. 2016a. Genes With A Combination of Over-Dominant and Epistatic Effects Underlie Heterosis in Growth of *Saccharomyces cerevisiae* At High Temperature. *Front Genet*. 4(7):1–17. doi:10.3389/fgene.2016.00072.
- Shapira R, David L. 2016b. Genes With A Combination of Over-Dominant and Epistatic Effects Underlie Heterosis in Growth of *Saccharomyces cerevisiae* At High Temperature. *Front Genet*. 4(7):1–14. doi:10.3389/fgene.2016.00072.
- Snyder LH, David PR. 1957. The Principles of Heredity. 5th ed. Boston: D.C. Heath.
- Stansfield WD. 1983. Schaum's Outline of Theory and Problems of Genetics. New York: McGraw-Hill.
- Stuber CW, Edwards MD, Wendel JF. 1987. Molecular Marker-Facilitated Investigations of Quantitative Trait Loci In Maize. II. Factors Influencing Yield and Its Component Traits 1. *Crop Sci*. 27(4):639–648. doi:10.2135/cropsci1987.0011183X002700040006x.
- Tanksley SD. 1993. Mapping Polygenes. *Annu Rev Genet*. 27:205–233.
- Tiwari DK, Pandey P, Giri SP, Dwivedi JL. 2011. Prediction of Gene Action, Heterosis and Combining Ability to Identify Superior Rice Hybrids. *Int J Bot*. 7(2):126–144. doi:10.3923/ijb.2011.126.144.
- Virmani. 1994. Heterosis and Hybrid Rice Breeding. Monographs on Theoretical and Applied Genetics 22. IRRI. Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hongkong, Barcelona, Budapest: Springer-Verlag.
- William RMJ, Bridge RR. 1972. Heterosis and Gene Action in Cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci*. 2(May-June):304–310.
- Wulandari NS, Sudrajat. 2017. Preferensi Petani dalam Penentuan Varietas Padi Di Desa Pablengan Kecamatan Matesih Kabupaten Karanganyar. *J Bumi Indones*. 6(4):1–9. <http://lib.geo.ugm.ac.id/ojs/index.php/jbi/article/view/927>.
- Yuwono PD, Murti RH, Basunanda P. 2016. Studi Keragaman Genetik Dua Puluh Galur Inbred Jagung Manis Generasi S7. *Ilmu Pertanian (Agricultural Sci)*. 18(3):127–134. doi:10.22146/ipas.7919.
- Zaini Z. 2009. Memacau Peningkatan Produktivitas Padi melalui Inovasi Teknologi Budi Daya Spesifik Lokasi dalam Era Revolusi Hijau Lestari. *Pengemb Inov Pertan*. 2(1):35–47. <http://203.190.37.42/publikasi/ip021093.pdf>.
- Zaini Z, Erythrina. 2008. Pengembangan Padi Hibrida dengan Pendekatan PTT dan Penanda Padi. *Iptek Tanam Pangan*. 3(4):156–166.