

Daya Gabung Galur-galur Jagung Berkualitas Protein Tinggi

Muhammad Azrai¹, Made Jana Mejaya², dan Hajrial Aswidinnoor³

¹Balai Penelitian Tanaman Serealia
Jl. Dr. Ratulangi No. 274 Maros, Sulawesi Selatan
Email: azraimulia@gmail.com

²Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
Jl. Merdeka No. 147, Bogor, Jawa Barat

³Departemen Agronomi dan Hortikultura Institut Pertanian Bogor
Kampus Dramaga, Bogor, Jawa Barat

Naskah diterima 20 September 2013 dan disetujui diterbitkan 4 April 2014

ABSTRACT. Combining Ability of High Quality Protein Maize Inbred Lines. Quality Protein Maize (QPM) is a special maize functioning as source of carbohydrate and protein, which contain protein components lysine and tryptophan higher than that of normal maize. Experiment was carried out to evaluate the combining abilities of inbred lines introgressed with opaque-2 mutant gene and their hybrid performances on grain yield and other agronomic characters. Genotype test consisted of eight lines, eight testers, sixty four hybrid crosses between lines x tester and four check varieties. The experiment was arranged in a randomized complete block design, with two replications, on the lowland in Walenreng (Bone) and on dry land in Bajeng (Gowa). Variance analyses were done following the line x tester model. Results showed that the effect of genotype x location interactions were significant for ear weight and yield characters. The grain yields of three lines showed positive and significant general combining ability those were Nei9008+o2-09 (L1), Nei9008+o2-14 (L3) and Nei9008 + o2-27 (L7), but for the tester was only MR10+o2-31 (T7). Another eight crosses were showing significant effect for specific combining ability, but only combination of Nei9008+o2-09 and o2+MR10-31 lines was significantly superior to all check hybrids.

Keywords: Maize, inbred lines, combining ability, opaque-2 gene.

ABSTRAK. Jagung bermutu protein tinggi (QPM= Quality Protein Maize) merupakan bahan pangan sumber karbohidrat yang mengandung komponen protein lisin dan triptofan lebih tinggi dibandingkan dengan jagung normal. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi daya gabung galur-galur inbrida yang telah terintrogressikan dengan gen homosisogot resesif o2 (opaque), dan penampilan peubah hasil, dan beberapa peubah agronomi hibrida silang tunggal dari galur-galur tersebut pada dua lingkungan tumbuh yang berbeda. Hibrida uji terdiri atas delapan inbrida, delapan tester, hibrida hasil persilangan inbrida x tester dan empat varietas pembanding. Percobaan ditata dengan rancangan acak kelompok, masing-masing dua ulangan, pada lahan sawah di Walenreng, Bone, dan lahan kering di Bajeng, Gowa, Sulawesi Selatan. Analisis varian faktorial dan daya gabung mengikuti model inbrida x tester. Hasil penelitian menunjukkan interaksi genotipe x lokasi nyata untuk peubah bobot tongkol panen dan hasil biji. Untuk peubah hasil biji, sebanyak tiga inbrida yang memiliki daya gabung umum positif dan sangat nyata yaitu Nei9008 + o2-09 (L1), Nei9008 + o2-14 (L3) dan Nei9008 + o2-27 (L7), tetapi dari tester hanya MR10 + o2-31 (T7) untuk hasil biji. Diperoleh delapan kombinasi persilangan dengan nilai daya gabung khusus nyata untuk peubah hasil panen biji, namun hanya kombinasi galur Nei9008 + o2-09 dan MR10 + o2-31 yang secara statistik nyata dibandingkan dengan semua varietas pembanding.

Kata kunci: Jagung, galur inbrida, daya gabung, dan gen opaque-2.

Salah satu upaya peningkatan produksi jagung adalah mengintensifkan kegiatan pemuliaan tanaman untuk mendapatkan varietas unggul hibrida yang berpotensi hasil tinggi. Jagung hibrida memanfaatkan gen nonaditif dan aditif sehingga mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan dengan jagung komposit, di antaranya potensi hasil yang lebih tinggi, lebih seragam, dan penampilannya lebih menarik.

Seiring dengan semakin meningkatnya kesadaran masyarakat akan mutu dan nilai gizi produk bahan pangan, maka penelitian jagung selain bertujuan untuk mendapatkan varietas berdaya hasil tinggi dengan daya adaptasi yang luas, juga diarahkan untuk perbaikan nilai gizinya, seperti peningkatan mutu kandungan protein. Hal ini sangat penting karena masih banyak penduduk Indonesia yang menderita kekurangan gizi protein. Salah satu bahan pangan sebagai sumber kalori yang juga mengandung protein adalah jagung dengan kandungan protein 8-11% (Vasal 2001). Namun protein jagung normal kekurangan dua asam amino esensial yaitu lisin dan triptofan dengan kandungan masing-masing hanya 0,225% dan 0,05% (Cordova 2001). Jika jagung tersebut digunakan sebagai pangan, maka konsumen tetap kekurangan asam amino lisin dan triptofan. Kedua asam amino tersebut juga dibutuhkan oleh ternak, terutama ternak 'monogastric' seperti unggas dan babi yang tidak dapat menghasilkan lisin dan triptofan sendiri, sehingga harus disuplai dari bahan pakan untuk produksi protein hewani.

Perbaikan mutu protein jagung semakin intensif setelah ditemukannya gen mutan *opaque 2* yang dapat digabungkan dengan genom jagung normal sehingga mampu meningkatkan kandungan lisin dan triptofan jagung hingga dua kali lipat dengan fenotipe endosperm yang keras (Babu *et al.* 2005). Hasil modifikasi tersebut dikenal dengan nama QPM (*quality protein maize* =

jagung berkualitas protein tinggi). Beberapa genotipe jagung QPM telah beradaptasi baik di Indonesia dan memiliki sifat setara dan bahkan lebih tinggi hasilnya daripada varietas unggul yang sudah ada (Azrai *et al.* 2004, Sujiprihati *et al.* 2006, Pabendon *et al.* 2008, Yasin *et al.* 2010). Cordova *et al.* (2007) juga melaporkan bahwa hibrida QPM yang diuji adaptasi pada 20 lingkungan di Amerika Latin memberikan hasil rata-rata 6,6-8,8 t/ha.

Beberapa hasil penelitian tentang daya gabung galur-galur jagung inbrida tropis dari kluster yang berbeda menunjukkan adanya korelasi positif yang tinggi antara jarak genetik dengan hasil panen biji (Xia *et al.* 2004, Warbuton *et al.* 2005, Pabendon *et al.* 2007). Namun perbedaan genetik yang kontras dan hasil panen serta peubah penting lainnya tidak selalu berhubungan secara linear (Dias *et al.* 2004). Hubungan kekerabatan yang jauh dan daya gabung yang baik akan memunculkan fenomena heterosis yang tinggi.

Berkaitan dengan hal tersebut perlu dievaluasi daya gabung galur-galur inbrida yang telah memiliki gen homosigot resesif *o2* dari dua kelompok heterotik yang berbeda. Persilangan antarkedua kelompok galur tersebut menggunakan metode inbrida x tester. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi daya gabung galur-galur inbrida yang telah terintrogresikan dengan gen homosigot resesif *o2* serta penampilan peubah hasil dan beberapa peubah agronomi hibrida silang tunggal dari galur-galur tersebut pada dua lingkungan tumbuh yang berbeda.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada Juli-Oktober 2006 di Bajeng, Kabupaten Gowa dan di Walenreng, Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan. Bahan genetik yang digunakan dalam penelitian adalah delapan inbrida Nei9008+*o2* dan delapan tester MR10+*o2* dari hasil seleksi galur untuk ketahanan penyakit bulai, dan 64 F_1 dari hasil silangannya. Sebagai pembanding untuk evaluasi potensi hibrida uji digunakan tiga varietas hibrida yaitu C7, Bima 1, dan Bima 1q, serta varietas komposit QPM Srikandi Kuning-1.

Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok dengan dua ulangan. Setiap genotipe ditanam dua biji per lubang pada petakan dua baris, panjang petak 5 m, jarak tanam antarbaris 70 cm, dan dalam baris 20 cm. Pupuk diberikan dua kali yaitu pada saat tanam dengan dosis 100 kg urea/ha, 200 kg SP36/ha, dan 100 kg KCl/ha, dan pada umur 30 hari setelah tanam (HST) dengan dosis 200 kg urea/ha.

Pengamatan dilakukan terhadap peubah hasil biji dan sifat agronomis. Analisis data meliputi analisis ragam faktorial untuk daya gabung serta analisis daya gabung untuk peubah agronomis dan hasil mengikuti model analisis inbrida x tester.

Analisis Ragam Faktorial untuk Daya Gabung

Sebelum dilakukan analisis daya gabung, data dianalisis ragam terlebih dahulu untuk mengetahui keragaman yang nyata di antara tetua jantan (tester), di antara tetua betina (inbrida), dan interaksi tetua betina dan jantan (inbrida x tester). Model analisis ragam faktorial berdasarkan model persamaan linear rancangan acak kelompok (Bernardo 2002) sebagai berikut:

$$Y_{ijkl} = \mu + e_i + \rho_k + l_i + t_j + (lt)_{ij} + (exl)_{li} + (ext)_{lj} + (exlt)_{lij} + \varepsilon_{ijkl}$$

Dimana Y_{ijkl} = genotipe $i \times j$ dalam ulangan ke k dan lingkungan ke- l , μ = rata-rata umum, r_k = efek ulangan ke- k ; e_i = efek lingkungan ke- i , l_i = efek inbrida ke- i , t_j = efek tester ke- j ; $(lt)_{ij}$ = efek inbrida x tester ke- ij ; $(exl)_{li}$ = efek lingkungan x inbrida ke- li , $(ext)_{lj}$ = efek lingkungan x tester ke- lj , $(exlt)_{lij}$ = efek interaksi lingkungan x inbrida x tester ke- lij , ε_{ijkl} = galat

Analisis Daya Gabung

Jika respon genotipe berbeda nyata pada analisis ragam faktorial untuk daya gabung, dilanjutkan analisis daya gabung umum (DGU) dan daya gabung khusus (DGK). Estimasi efek DGU inbrida, DGU tester, dan DGK menggunakan rumus:

$$g_i = \frac{\bar{x}_{i.}}{tr} - \frac{\bar{x}_{..}}{ltr}, \quad g_j = \frac{\bar{x}_{.j}}{tr} - \frac{\bar{x}_{..}}{ltr} \quad \text{dan}$$

$$g_{ij} = \frac{x_{ij}}{r} - \frac{x_i}{tr} - \frac{x_j}{lr} + \frac{x_{..}}{ltr}$$

dimana $x_{i.}$ = total inbrida ke- i ; $x_{.j}$ = total tester; ke- j pada semua inbrida; x_{ij} = total persilangan inbrida ke- i dan tester ke- j ; $x_{..}$ = grand total; r = jumlah ulangan; l : jumlah inbrida; dan t = jumlah tester. Untuk menentukan beda nyata DGU dan DGK terhadap rata-rata umum digunakan uji t .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaan sifat fisika dan kimia tanah serta ekologi lahan di kedua lokasi penelitian disajikan pada Tabel 1. Kedua

lokasi memiliki sifat kimia dan fisik yang berbeda untuk semua sifat yang diamati, kecuali kandungan H⁺ (me/100 g). Selain sifat fisik dan kimia tanah, kedua lokasi penelitian juga memiliki tipe iklim dan jenis lahan yang berbeda, yaitu tipe iklim C2 dan jenis lahan kering di Bajeng dan tipe iklim D dan jenis lahan sawah di Walenreng. Perbedaan sifat kedua lokasi pengujian juga tercermin dari hasil analisis ragam data peubah, dimana

Tabel 1. Peubahistik fisik dan kimia tanah lokasi evaluasi daya gabung dan potensi hasil jagung protein tinggi di lahan kering KP. Bajeng dan lahan sawah Walenreng, Bone. MK 2006.

Sifat fisik dan kimia	Hasil analisis	
	Bajeng, Gowa	Walenreng, Bone
Tekstur	Lempung berpasir	Liat/lempung
- liat %	13	56
- debu %	47	31
- pasir %	40	13
pH (air 1 : 2,5)	5,5	6,33
(KCl 1 : 2,5)	5	5,5
Bahan organik	1,94	2,74
N Total (%)	0,09	0,16
C/N	-	10
P Olsen (ppm)	29,9	0,4
Kation dapat ditukar (mg/100 g)		
K	0,43	0,29
Ca	6,12	22,38
Mg	1,02	1,35
Na	0,19	0,09
H ⁺ (me/100 g)	0,06	0,06
KTK (me/100 g)	9,76	33,93
Kejenuhan basa (%)	79	71
Jenis lahan	Lahan kering	Lahan sawah
Jenis tanah	Ultisol	Aluvial
Tipe iklim	C2	D
Ketinggian tempat	50 m dpl	100 m dpl

Analisis lab dilakukan di Lab Tanah Balitsereal, Juli 2006.

nilai kuadrat tengah lokasi sangat nyata untuk semua peubah yang diamati, kecuali bobot 1.000 biji (Tabel 2).

Analisis ragam gabungan juga menunjukkan bahwa nilai kuadrat tengah genotipe untuk semua peubah nyata dan lebih dibandingkan dengan interaksi genotipe x lokasi (Tabel 2). Hal ini mengindikasikan bahwa pengaruh faktor genetik lebih dominan daripada faktor lingkungan. Interaksi genotipe x lokasi yang nyata terhadap bobot tongkol panen dan hasil biji karena kedua peubah tersebut merupakan peubah kuantitatif yang dikendalikan oleh banyak gen minor. Interaksi genotipe x lokasi pada peubah hasil panen tersebut memberikan petunjuk bahwa di antara genotipe peringkat hasilnya tidak konsisten pada kedua lokasi pengujian.

Nilai kuadrat tengah tetua dan F1 memperlihatkan inbrida berpengaruh nyata terhadap peubah tinggi kedudukan tongkol, bobot tongkol panen, diameter tongkol, bobot 1.000 biji, dan hasil biji, sedangkan tester berpengaruh nyata terhadap peubah tinggi tanaman, rendemen, dan bobot 1.000 biji. Nilai kuadrat tengah inbrida x tester berpengaruh nyata terhadap peubah tinggi tanaman, bobot tongkol panen, rendemen biji, dan hasil biji. Tampak bahwa tidak semua peubah yang memiliki kuadrat tengah nyata pada inbrida atau tester atau keduanya juga memiliki kuadrat tengah inbrida x tester yang nyata. Peubah yang memiliki kuadrat tengah inbrida dan tester yang nyata menunjukkan bahwa ragam aditifnya merata, sedangkan peubah yang memiliki nilai kuadrat tengah yang nyata untuk inbrida x tester menunjukkan arti penting ragam aditif maupun nonaditif dalam mengendalikan peubah tersebut (Singh and Kumar 2004; Karunarathne and Suriyagoda 2008). Nilai kuadrat tengah P vs F1 pada semua peubah yang diamati memperlihatkan pengaruh nyata, yang mengindikasikan peubah-peubah tersebut diwariskan

Tabel 2. Kuadrat tengah analisis ragam daya gabung peubah agronomis dan hasil biji genotipe jagung dengan metode inbrida x tester pada dua lokasi pengujian, MK 2006.

Sumber keragaman	Derajat bebas	Umur berbunga betina	Tinggi tanaman	Tinggi letak tongkol	Bobot tongkol panen	Rendemen	Diameter tongkol	Panjang tongkol	Bobot 1000 biji	Hasil biji kering pada ka. 15%
Lokasi (L)	1	96,800**	44062,6**	31860,2**	71,351**	0,0118**	12,580**	28,150**	1758,270	5,612**
Lokasi/ulangan	2	14,900	2,041	107,066	1,655	0,0021	0,036	9,968	6349,250	0,969**
Genotip (G)	79	13,898**	953,999**	412,773**	10,968**	0,0079**	0,335**	11,486**	2227,873**	10,591**
G x L	79	4,749	353,022	183,147	1,715**	0,0004	0,148	5,144	1143,251	1,348**
Tetua	15	8,199*	342,863	210,196*	0,674	0,0116**	0,308*	12,046**	1266,550	0,867
P VS F1	1	440,63**	39705,2**	18203,073**	704,434**	0,0023**	7,998**	249,36**	31470,050**	666,187**
F1	63	8,482*	484,409	178,620	2,412**	0,3019**	0,220	7,577**	1992,598	2,500*
Inbrida	7	6,366	626,834	325,383*	5,496**	0,002	0,553**	5,621	5966,724**	6,102*
Tester	7	37,428**	662,531	244,883	0,959	0,008**	0,237	9,918	4925,941**	1,58
Inbrida x tester	49	4,649	438,616**	148,188	2,179**	0,002**	0,170	7,522	1005,817	2,117**
Residu	158	4,419	317,920	146,262	0,699	0,001	0,182	4,245	1100,057	0,566

*: nyata menurut uji F pada taraf $\alpha = 5\%$; **: nyata menurut uji F pada taraf $\alpha = 1\%$

dari tetua ke hibrida F1-nya. Kemampuan daya gabung antara inbrida dan tester dapat diketahui melalui hasil analisis daya gabung umum (DGU) dan daya gabung khusus (DGK).

Daya gabung umum untuk peubah hasil dan agronomis, tersaji pada Tabel 3. Beberapa peubah menunjukkan DGU nyata berdasarkan hasil uji t. Nilai duga DGU nyata yang terdapat pada inbrida dan tester menunjukkan bahwa beberapa di antara genotipe tersebut merupakan penggabung yang baik.

Untuk peubah umur berbunga, DGU yang diinginkan adalah yang nyata dan bernilai negatif. Hal ini terkait dengan umur tanaman, dimana tanaman yang lebih genjah dan potensi hasil tinggi merupakan varietas yang banyak diharapkan oleh petani yang sebagian besar berusahatani jagung di lahan kering atau pada lahan sawah setelah panen padi. Jagung berumur genjah berpeluang dapat terhindar dari kekeringan sehingga dapat mengurangi risiko kegagalan panen. Berdasarkan hal tersebut, tester MR10+o2-08 (T1) dan MR10+o2-24 (T4) memiliki DGU negatif, berturut-turut nyata dan sangat nyata. Kedua tester tersebut sangat baik digunakan sebagai tetua jika arah seleksi ditujukan untuk mendapatkan turunan yang lebih genjah.

Pada peubah tinggi tanaman, inbrida Nei9008+o2-15 (L4) memiliki DGU negatif dan sangat nyata, sedangkan beberapa inbrida maupun tester yang lain

memiliki nilai DGU negatif yang cukup tinggi namun tidak nyata, yaitu Nei9008+o2-24 (L5), Nei9008+o2-26 (L6), MR10+o2-08 (T1), MR10+o2-13 (T2), dan MR10+o2-31 (T7). Demikian pula peubah tinggi letak tongkol, dimana genotipe yang memiliki DGU negatif dan nyata adalah Nei9008+o2-24 (L5) dan MR10+o2-30 (T6). Beberapa genotipe juga memiliki DGU negatif yang cukup tinggi, namun tidak nyata, yaitu Nei9008+o2-15 (L4); Nei9008+o2-26 (L6); MR10+o2-13 (T2), dan MR10+o2-24 (T4). Genotipe-genotipe tersebut berpotensi dijadikan sebagai tetua dengan DGU yang baik untuk mendapatkan tanaman yang lebih pendek. Pada beberapa sentra jagung di Indonesia, petani menginginkan tanaman yang lebih pendek, namun berdaya hasil tinggi, terutama pada daerah yang sering mengalami tiupan angin kencang. Tanaman yang lebih pendek umumnya lebih tahan rebah.

Nilai DGU positif dan sangat nyata untuk peubah bobot tongkol panen diperoleh pada Nei9008+o2-14 (L3) dan Nei9008+o2-27 (L7). Kedua genotipe merupakan tetua-tetua yang baik bila digunakan untuk memperoleh hasil tongkol panen yang tinggi, karena memiliki kemampuan yang baik untuk bergabung dengan genotipe lainnya.

Untuk peubah rendemen biji panen terhadap tongkol panen, Nei9008+o2-09 (L1), dan MR10+o2-31 (T7) memiliki nilai DGU positif dan sangat nyata,

Tabel 3. Efek daya gabung umum beberapa peubah agronomis dan hasil biji genotipe jagung pada gabungan dua lokasi pengujian, MK 2006.

Genotipe	Efek DGU								
	Umur berbunga betina	Tinggi tanaman	Tinggi letak tongkol	Bobot tongkol panen	Rendemen	Diameter tongkol	Panjang tongkol	Bobot 1.000 biji	Hasil biji kering pada (ka. 15%)
Inbrida									
No2-09 (L1)	-0,68	0,25	-0,36	0,29	0,015**	0,02	0,53	15,09*	0,55**
No2-11 (L2)	0,26	0,62	3,02	0,01	0,001	0,08	0,04	-16,15	0,02
No2-14 (L3)	0,54	4,34	0,80	0,55**	0,000	0,14	0,47	-15,53	0,45**
No2-15 (L4)	-0,14	-8,32**	-3,51	-0,15	-0,010	0,16*	-0,72	19,6**	-0,24
No2-24 (L5)	0,32	-4,10	-4,54*	-0,54	-0,001	-0,23	-0,44	-10,98	-0,55
No2-26 (L6)	-0,43	-0,69	-2,20	-0,18	-0,004	-0,08	-0,04	6,62	-0,19
No2-27 (L7)	-0,30	3,62	2,93	0,49**	0,001	0,01	0,15	-3,03	0,44**
No2-41 (L8)	0,42	4,28	3,86	-0,47	-0,004	-0,09	0,01	4,41	-0,49
Tester									
Mro2-08 (T1)	-0,83*	-3,22	1,52	0,00	-0,002	0,01	0,06	-16,75	-0,06
Mro2-13 (T2)	-0,58	-1,79	-2,42	-0,26	0,010*	-0,02	-0,13	-11,17	-0,17
Mro2-21 (T3)	0,70	9,53	1,93	0,24	-0,019	0,00	0,67	15,02*	0,03
Mro2-24 (T4)	-2,1**	1,00	-2,45	0,24	-0,002	0,09	-0,53	5,47	0,25
Mro2-26 (T5)	0,64	1,34	2,02	0,01	0,002	-0,04	0,95**	15,78**	0,02
Mro2-30 (T6)	0,42	-4,60	-4,51*	-0,12	0,003	-0,11	-0,18	3,35	-0,01
Mro2-31 (T7)	1,04	-3,79	0,61	0,01	0,028**	0,15*	-0,69	0,79	0,33*
Mro2-32 (T8)	0,73	1,53	3,30	-0,12	-0,020	-0,09	-0,16	-12,49	-0,38
SE	0,37	3,15	2,14	0,15	0,005	0,08	0,36	5,86	0,13

No2 = Nei9008+o2; Mro2 = MR10+o2.

*: nyata menurut uji F pada taraf $\alpha = 5\%$; **: nyata menurut uji F pada taraf $\alpha = 1\%$

sedangkan MR10+o2-13 (T2) bersifat nyata. Rendemen berkaitan dengan kedalaman biji masuk ke dalam tongkol jagung. Tongkol-tongkol besar dengan rendemen yang tinggi mampu menghasilkan produktivitas yang tinggi pula.

Hasil uji t menunjukkan bahwa genotipe Nei9008 + o2-15 (L4) dan MR10+o2-31 (T7) merupakan penggabung umum yang baik untuk peubah diameter tongkol, sedangkan untuk peubah panjang tongkol, tester MR10+o2-26 (T5) merupakan penggabung yang baik dan nyata.

Bobot 1.000 biji merupakan salah satu peubah penting yang dapat digunakan untuk mengetahui ukuran biji. Nilai DGU positif dan nyata pada peubah bobot 1.000 biji adalah Nei9008+o2-09 (L1) dan MR10+o2 (T3) sedangkan pada genotip Nei9008+o2-15 (L4), dan MR10+o2-26 (T5) sangat nyata.

Hasil panen biji pada umumnya merupakan tujuan akhir dari program pemuliaan. Nilai DGU positif dan nyata untuk peubah hasil biji diperlukan untuk merakit tanaman yang memiliki potensi hasil tinggi. Hasil analisis menunjukkan terdapat tiga inbrida yang memiliki DGU positif dan sangat nyata yaitu Nei9008+o2-09 (L1), Nei9008+o2-14 (L3), dan Nei9008+o2-27 (L7). Hanya satu tester yang memiliki nilai DGU positif dan nyata, yaitu MR10+o2-31 (T7). Selain itu, diperoleh beberapa inbrida maupun tester yang memiliki nilai DGU negatif untuk peubah hasil biji. Inbrida yang memiliki DGU negatif adalah Nei9008+o2-15 (L4), Nei9008+o2 (L5), Nei9008+o2 (L6) dan Nei9008+o2 (L8), sedangkan testernya adalah MR10+o2-08 (T1), MR10+o2-13 (T2), MR10+o2-30 (T6), dan MR10+o2-32 (T8). Genotipe-genotipe dengan nilai negatif tersebut, baik yang terdapat pada inbrida maupun pada tester merupakan penggabung umum yang kurang baik sehingga tidak dapat direkomendasikan untuk digunakan dalam perakitan varietas berdaya hasil tinggi. Sebaliknya, tetua dengan nilai efek DGU yang sangat nyata berpotensi digunakan sebagai tetua penguji (Darrigues *et al.* 2005).

Potensi masing-masing hibrida hasil persilangan antara inbrida (Nei9008+o2) dan tester (MR10+o2) dalam mengekspresikan heterosis pada beberapa peubah penting dapat diketahui berdasarkan pengaruh DGK. Nilai duga DGK untuk peubah agronomis, komponen hasil, dan hasil disajikan pada Tabel 4. Beberapa hibrida menunjukkan nilai DGK yang nyata dan sangat nyata.

DGK peubah umur berbunga betina menunjukkan terdapat dua pasang persilangan yang bernilai negatif dan nyata, yaitu L3/T4 dan L5/T1 serta satu pasang lainnya, yaitu L1/T4 sangat nyata. Hibrida ini berasal dari tetua yang memiliki DGU inbrida yang tidak nyata dan tester yang nyata. Hal ini berarti persilangan tersebut

melibatkan interaksi antara tipe gen-gen nonaditif dan aditif. Vacaro *et al.* (2002) mengemukakan bahwa nilai DGK tinggi pada umumnya diperoleh dari hibrida yang berasal dari tetua atau salah satu tetuanya memiliki nilai DGU tinggi.

Estimasi nilai DGK negatif nyata untuk peubah umur tanaman, tinggi tanaman, dan letak tongkol yang bermanfaat untuk memenuhi permintaan sebagian petani atas hibrida berumur genjah, berbatang pendek, dan berdaya hasil tinggi. Dari genotipe hibrida yang diuji, hanya satu hibrida yang memiliki DGK negatif sangat nyata untuk peubah tinggi tanaman, yaitu L4/T1 dan tiga hibrida yang memiliki DGK negatif nyata untuk peubah tinggi letak tongkol, yaitu L4/T7, L5/T6, dan L6/T6. Hibrida L5/T6 berasal dari kedua tetua yang memiliki DGU negatif dan nyata untuk peubah tinggi letak tongkol. Hal ini mengindikasikan terjadi interaksi alel-alel positif untuk mengekspresikan peubah tersebut.

Bobot tongkol panen merupakan peubah yang menggambarkan potensi hasil pada kadar air panen di lapangan. Nilai DGK peubah bobot tongkol panen bervariasi dari sangat rendah (-1,74) hingga tertinggi dan sangat nyata (1,39). Hibrida yang menunjukkan DGK sangat nyata adalah L1/T7, L2/T3, L3/T8, L7/T1, dan L7/T2. Hibrida yang bernilai DGK nyata untuk peubah bobot tongkol panen adalah L1/T5, L1/T6, L4/T4, L6/T4, dan L8/T3.

Hibrida yang memiliki DGK positif dan nyata untuk peubah komponen hasil yang lain seperti rendemen biji, diameter, dan panjang tongkol adalah hal penting yang perlu diperhatikan pemulia untuk mendapatkan varietas berdaya hasil tinggi, sedangkan peubah bobot 1.000 biji merupakan salah satu peubah ukuran biji. Hasil uji t menunjukkan terdapat beberapa pasang inbrida x tester yang memiliki DGK sangat nyata untuk peubah rendemen biji, yaitu L1/T6, L1/T7, L2/T7, L6/T7, dan L7/T2 serta satu pasang tetua dengan DGK nyata, yaitu L7/T1. Selain itu, hasil kombinasi persilangan L1/T7 dan L3/T4 memiliki nilai DGK positif yang nyata dan sangat nyata untuk peubah diameter tongkol, dengan nilai DGK 0,26 dan 0,41. Untuk peubah panjang tongkol, kombinasi persilangan L1/T7 memiliki DGK sangat nyata, sedangkan kombinasi persilangan L6/T3 memiliki DGK nyata. Pada peubah bobot 1.000 biji yang merupakan ukuran biji, hibrida L4/T4 dan L6/T3 memiliki DGK nyata dengan nilai masing-masing 10,52 dan 15,57.

Hasil uji t untuk peubah hasil biji kering menunjukkan terdapat empat kombinasi inbrida x tester dengan DGK nyata dan sangat nyata. Persilangan antara L1/T5, L1/T6, dan L7/T2 memiliki DGK yang sangat nyata dan berasal dari inbrida dengan DGU sangat nyata dan DGU tester yang tidak nyata. Persilangan L1/T7 juga memiliki DGK sangat nyata dan berasal dari inbrida dengan DGU sangat

Tabel 4. Efek daya gabung khusus beberapa peubah agronomis dan hasil genotipe jagung pada dua lokasi pengujian, MK 2006.

Silangan	Efek DGK								
	Umur berbunga betina	Tinggi tanaman	Tinggi letak tongkol	Bobot tongkol panen	Rendemen	Diameter tongkol	Panjang tongkol	Bobot 1.000 biji	Hasil biji kering pada (ka. 15%)
L1/T1	0,83	4,47	-0,61	-1,74	-0,024	-0,11	-2,41	9,92	-1,74
L1/T2	0,08	-9,21	-5,18	-0,55	-0,017	-0,29	-1,98	-5,02	-0,67
L1/T3	0,55	2,22	2,98	-0,75	-0,008	-0,09	-0,95	0,24	-0,72
L1/T4	-0,89**	-10,75	-6,89	-0,13	0,006	0,16	-0,43	-9,43	-0,30
L1/T5	-0,14	3,91	4,64	0,78*	-0,011	0,09	-0,27	-7,15	0,53**
L1/T6	-0,17	13,60	13,17	0,71*	0,019**	0,08	1,23	1,55	0,70**
L1/T7	-1,29	-0,96	-6,46	1,39**	0,020**	0,26*	5,34**	11,89*	1,86**
L1/T8	1,02	-3,28	-1,64	0,29	0,014	-0,09	-0,54	-2,01	0,35
L2/T1	-0,11	-1,40	-2,74	0,37	-0,007	0,04	0,03	9,61	0,12
L2/T2	0,89	-2,09	6,45	-0,12	-0,037	-0,19	-0,57	-8,40	-0,70
L2/T3	0,11	-0,90	-2,64	0,84**	0,007	0,09	0,94	10,25	0,81*
L2/T4	1,43	-4,37	-2,02	-0,29	0,007	-0,10	-0,14	-1,34	-0,30
L2/T5	-0,57	-4,96	-2,74	0,13	0,008	0,09	-0,23	1,85	0,41
L2/T6	-1,36	6,47	-2,46	0,32	0,011	0,21	1,04	-1,18	0,63
L2/T7	-0,48	8,91	6,17	-0,99	0,008**	0,03	-0,58	-2,53	-0,82
L2/T8	0,08	-1,65	-0,02	-0,27	0,003	-0,16	-0,48	-8,26	-0,14
L3/T1	-0,64	-1,12	0,23	0,17	0,023	-0,13	0,75	-41,93	0,50
L3/T2	-0,39	5,44	1,67	0,34	0,003	0,05	1,38	10,45	0,03
L3/T3	1,33	-8,62	-8,43	-0,66	-0,014	-0,01	-1,97	7,68	-0,70
L3/T4	-1,11*	1,16	-3,05	-0,14	0,003	0,41**	0,28	10,84	0,09
L3/T5	-1,36	21,57	12,98	0,13	0,005	0,12	0,06	20,33	0,24
L3/T6	1,86	-6,00	-6,49	-0,66	-0,011	-0,27	-0,64	21,72	-0,71
L3/T7	0,24	-16,06	-0,11	0,08	-0,009	0,02	-0,06	-43,89	-0,11
L3/T8	0,05	3,63	3,20	0,74**	-0,001	-0,20	0,21	14,81	0,67
L4/T1	-0,45	-5,21**	-8,21	-0,37	0,021	0,03	0,24	-7,61	-0,02
L4/T2	-0,45	7,10	1,48	0,32	-0,008	0,09	1,05	11,31	0,35
L4/T3	-1,23	16,29	3,64	-0,53	0,007	-0,31	-0,76	-23,44	-0,34
L4/T4	1,08	9,07	4,26	0,84*	-0,012	0,15	1,38	10,52*	0,68
L4/T5	-1,42	8,72	7,29	0,68	-0,005	0,03	-0,35	-27,22	0,36
L4/T6	-0,20	0,66	7,82	0,37	-0,002	-0,01	-0,25	9,63	0,17
L4/T7	2,18	-3,90	-10,30*	-1,32	-0,010	-0,31	-1,45	5,97	-1,23
L4/T8	0,49	-2,71	-5,99	0,01	0,009	0,33	0,15	20,83	0,04
L5/T1	-1,92*	17,32	5,07	0,43	0,024	0,08	1,45	25,61	0,89
L5/T2	-0,17	10,63	5,26	-0,25	-0,035	0,33	-0,11	-6,09	-0,44
L5/T3	-0,45	-9,18	-2,08	-0,48	-0,006	0,10	0,75	-11,67	-0,29
L5/T4	1,11	-12,65	-5,71*	-0,61	-0,010	-0,55	-1,39	2,49	-0,69
L5/T5	-0,14	0,25	2,57	0,20	0,015	0,13	1,04	18,75	0,32
L5/T6	-0,17	-3,81	-5,39	0,12	0,005	-0,12	0,69	-9,30	0,22
L5/T7	0,71	2,38	1,48	0,35	0,011	-0,08	-3,23	-10,28	-0,09
L5/T8	1,02	-4,93	-1,21	0,24	-0,002	0,11	0,79	-9,52	0,08
L6/T1	0,33	6,91	3,73	0,60	-0,024	0,01	0,46	0,55	0,24
L6/T2	0,58	-4,78	-4,08	-0,39	-0,017	-0,05	-0,81	-11,12	-0,40
L6/T3	-0,20	8,41	4,32	0,71	0,016	0,30	1,47*	15,57*	0,67
L6/T4	0,11	-2,56	3,45	0,88*	0,008	0,15	0,67	-13,15	0,88*
L6/T5	1,61	-7,65	-6,77	-0,92	0,004	-0,35	0,66	0,77	-0,80
L6/T6	0,58	-5,46	-7,49*	-1,13	-0,001	-0,12	-1,48	-7,38	-0,97
L6/T7	-0,79	5,47	6,39	-0,09	0,018**	0,06	-0,75	20,04	0,22
L6/T8	-2,23	-0,34	0,45	0,33	-0,004	0,00	-0,21	-5,29	0,16
L7/T1	0,96	3,10	-0,14	0,96**	0,008*	0,26	-0,53	-13,05	0,46*
L7/T2	-1,54	2,66	-0,21	1,09**	0,024	0,08	2,14*	23,47	1,46**
L7/T3	0,68	-15,90	-4,30	-0,32	-0,008	-0,30	-0,30	-8,75	-0,42
L7/T4	-0,26	10,63	6,32	0,06	0,011	-0,07	-0,47	-0,08	0,22*
L7/T5	1,49	-14,46	-12,14	-0,92	-0,006	-0,08	-0,19	2,06	-0,93
L7/T6	-0,29	0,97	2,64	0,39	-0,013	0,22	0,43	-9,07	0,14
L7/T7	-0,17	10,66	5,01	-0,09	-0,023	-0,08	-0,46	9,80	-0,17
L7/T8	-0,86	2,35	2,82	-1,18	0,007	-0,02	-0,62	-4,38	-0,75
L8/T1	0,99	5,94	2,67	-0,42	-0,021	-0,18	0,01	16,90	-0,44
L8/T2	0,99	-9,75	-5,39	-0,43	0,087**	-0,01	-1,10	-14,60	0,37
L8/T3	-0,79	7,69	6,51	1,18*	0,006	0,22	0,82	10,12	0,99
L8/T4	-1,48	9,47	3,64	-0,63	-0,012	-0,14	0,09	0,15	-0,58
L8/T5	0,52	-7,37	-5,83	-0,07	-0,010	-0,02	-0,70	-9,40	-0,12
L8/T6	-0,26	-6,43	-1,80	-0,12	-0,008	0,01	-1,00	-5,97	-0,17
L8/T7	-0,39	-6,50	-2,18	0,67	-0,016	0,09	1,18	8,99	0,35
L8/T8	0,43	6,94	2,39	-0,17	-0,026	0,03	0,70	-6,18	-0,40
SE	1,051	8,915	6,047	0,418	0,014	0,075	0,819	16,584	0,376

L = Nei9008+o2; T = MR10+o2;

*: nyata menurut uji F pada taraf $\alpha = 5\%$; **: nyata menurut uji F pada taraf $\alpha = 1\%$

nyata dan DGU tester yang juga nyata. Hibrida L7/T1 dan L7/T4 memiliki DGK yang nyata dan berasal dari inbrida dengan DGU sangat nyata dan DGU tester yang tidak nyata.

Pasangan galur inbrida yang memiliki efek DGK nyata tidak selalu dihasilkan dari pasangan galur yang memiliki efek DGU nyata. Hal ini dapat ditemukan pada penelitian ini dimana terdapat dua pasang inbrida x tester lain yang memiliki efek DGK nyata namun berasal dari inbrida dan tester dengan DGU tidak nyata, yaitu L2/T2 dan L6/T3. Aryana (2008) melaporkan bahwa hasil penelitian dari tujuh kombinasi persilangan padi merah yang memiliki DGK tinggi untuk hasil gabah kering giling per hektar, semuanya tidak melibatkan tetua dengan DGU tinggi.

Kejadian inbrida dan tester memiliki DGU tidak nyata, namun kombinasi persilangannya menghasilkan DGK nyata, diduga karena peubah hasil memiliki karakter yang kompleks karena dikendalikan oleh banyak gen, baik yang bersifat aditif, dominan, maupun epistasis. Oleh karena itu, dalam pendugaan DGK diperlukan beberapa lingkungan untuk mendapatkan nilai yang lebih akurat dan stabil. Hasil penelitian Azrai *et al.* (2006), dan Makkulawu *et al.* (2007), menunjukkan bahwa pengujian pada musim dan lokasi yang lebih banyak dapat mengurangi pengaruh lingkungan yang berbeda di antara bahan uji. Dengan demikian, hanya kombinasi persilangan dengan DGK sangat nyata dan nyata dan berasal dari inbrida dan atau tester yang memiliki DGU nyata atau sangat nyata. Berdasarkan hasil pengujian lebih dari satu lingkungan diharapkan mendapatkan hibrida jagung dengan hasil biji yang tinggi.

Analisis ragam dan kontribusi dari genotipe terhadap peubah agronomis, komponen hasil, dan hasil biji disajikan pada Tabel 5. Ragam DGK lebih tinggi dibandingkan dengan ragam DGU pada semua peubah. Hal ini menunjukkan bahwa aksi gen-gen nonaditif lebih berperan dalam mengendalikan peubah-peubah tersebut.

Hasil yang diperoleh tersebut sejalan dengan yang dilaporkan Narayan dan Verma (2008) pada evaluasi jagung QPM di India. Efek DGK yang lebih tinggi daripada DGU diduga karena adanya pengaruh saling melengkapi dari alel-alel, baik dominan penuh maupun dominan sebagian, pada berbagai lokus yang berbeda pada hibrida F1 sebagai penyumbang terbesar terjadinya heterosis. Kontribusi inbrida x tester terhadap ragam total lebih besar daripada kontribusi inbrida atau tester secara individu pada semua peubah, kecuali umur berbunga betina dengan kontribusi tester yang lebih besar dan bobot 1000 biji untuk kontribusi inbrida yang lebih besar.

Rata-rata hasil biji kering dari tiap lokasi dan gabungan kedua lokasi disajikan pada Tabel 6. Terdapat beberapa hibrida QPM yang nyata lebih tinggi dibandingkan dengan keempat varietas pembanding. Kisaran rata-rata hasil hibrida uji di kedua lokasi berkisar antara 5,3-9,3 t/ha. Nilai koefisien keragaman (KK) gabungan lokasi sebesar 12,0%, lebih kecil dibanding syarat KK maksimum untuk pengujian daya hasil jagung (KK < 20%). Hal ini menunjukkan konsistensi data antarulangan cukup tinggi.

Analisis gabungan menunjukkan bahwa hibrida Nei9008+o2-09 (L1)/ MR10+o2-31 (T7) memberikan rata-rata hasil tertinggi dan berbeda nyata dengan semua genotipe pembanding. Hasil tiga hibrida uji nyata lebih tinggi dari varietas hibrida Bima-1, Srikandi Kuning-1, dan Bima-1q, 25 hibrida uji hasilnya nyata lebih tinggi dari varietas Srikandi Kuning-1 dan Bima-1q, sedangkan hasil 29 hibrida uji lainnya nyata lebih tinggi dari varietas hibrida Bima-1q.

Rata-rata umur 50% keluar bunga betina (rambut) berkisar 52-59 hari setelah tanam. Hibrida uji yang umur berbunganya paling genjah adalah Nei9008+o2-09 (L1)/ MR10+o2-24 (T4), berbeda nyata dengan semua genotipe pembanding. Terdapat delapan hibrida uji yang memiliki umur yang nyata lebih genjah dari semua genotipe pembanding (Tabel 6).

Tabel 5. Peubah genetik, agronomis, komponen hasil, dan hasil biji genotipe jagung menggunakan metode inbrida x tester.

Peubah	σ^2_{DGU}	σ^2_{DGK}	σ^2_{Aditif}	$\sigma^2_{Dominan}$	Kontribusi		
					L (%)	T (%)	L x T (%)
Umur berbunga betina	0,018	0,057	0,072	0,057	8,339	49,032	42,629
Tinggi tanaman	0,216	30,174	0,866	30,174	14,378	15,197	70,425
Tinggi letak tongkol	0,144	0,482	0,575	0,482	20,241	15,233	64,526
Bobot tongkol panen	0,001	0,370	0,004	0,370	25,318	4,418	70,264
Rendemen	0,000003	0,00022	0,00001	0,00022	7,754	36,195	56,051
Diameter tongkol	0,0002	-0,003	0,001	-0,003	27,911	11,936	60,153
Panjang tongkol	0,0003	0,819	0,001	0,819	8,243	14,544	77,213
Bobot 1000 biji	4,664	23,560	18,658	23,560	33,272	27,468	39,260
Hasil biji kering (k.a. 15%)	0,002	0,388	0,007	0,388	27,122	7,023	65,855

Tabel 6. Peubah agronomis dan hasil jagung hibrida uji dan pembanding dari gabungan dua lokasi pengujian, MK 2006.

No.	Genotipe	Umur berbunga betina (hari)	Tinggi tanaman (cm)	Tinggi letak tongkol (cm)	Bobot tongkol panen (kg)	Panjang tongkol (cm)	Diameter tongkol	Rendemen	Bobot 1000 biji (g)	Hasil (t/ha)
1	L1/T1	55,3 ^{ab}	156,5	76,3 ^c	6,2	12,2	4,2	0,70	270,8	5,4
2	L1/T2	54,8 ^{abc}	144,3 ^{bcd}	67,8 ^c	7,2	12,4	4,0	0,72 ^d	261,5	6,3
3	L1/T3	56,5	167	80,3	7,5	14,3	4,2	0,70	292,9 ^{ad}	6,5
4	L1/T4	52,3 ^{abcd}	145,5 ^{bcd}	66,0 ^c	8,1	13,6	4,5	0,73 ^{bcd}	273,7 ^d	7,1 ^{cd}
5	L1/T5	55,8 ^{ab}	160,5	82	8,8 ^{cd}	15,2	4,3	0,71 ^d	286,3 ^{ad}	7,7 ^{cd}
6	L1/T6	55,5 ^{ab}	164,3	84	8,6 ^d	15,6	4,3	0,75 ^{bcd}	282,6 ^{ad}	7,8 ^{bcd}
7	L1/T7	55,0 ^{abc}	150,5 ^{cd}	69,5 ^c	9,4 ^{cd}	19,2 ^{abd}	4,7 ^a	0,77 ^{bcd}	290,4 ^{ad}	9,3 ^{abcd}
8	L1/T8	57	153,0 ^{cd}	77,0 ^c	8,1	13,9	4,1	0,72 ^d	263,2	7,1 ^{cd}
9	L2/T1	55,3 ^{ab}	151,0 ^{cd}	77,5 ^c	8,1	14,2	4,4	0,70	239,3	6,7 ^d
10	L2/T2	56,5	151,8 ^{cd}	82,8	7,3	13,4	4,1	0,68	226,9	5,8
11	L2/T3	57	164,3	78,0 ^c	8,8 ^{cd}	15,7	4,4	0,70	271,7 ^d	7,5 ^{cd}
12	L2/T4	55,5 ^{ab}	152,3 ^{cd}	74,3 ^c	7,7	13,4	4,3	0,71 ^d	250,6	6,6
13	L2/T5	56,3 ^b	152,0 ^{cd}	78,0 ^c	7,8	14,8	4,4	0,72 ^d	264,1	7,0 ^{cd}
14	L2/T6	55,3 ^{ab}	157,5	71,8 ^c	7,9	14,9	4,5	0,72 ^d	248,6	7,2 ^{cd}
15	L2/T7	56,8	160,8	85,5	6,7	12,8	4,5	0,75 ^{bcd}	244,7	6,1
16	L2/T8	57	155,5	82	7,3	13,4	4,1	0,69	225,7	6,1
17	L3/T1	55,0 ^{abc}	155,0 ^{cd}	78,3 ^c	8,4	15,3	4,3	0,73 ^{bcd}	233,4	7,5 ^{cd}
18	L3/T2	55,5 ^{ab}	163	75,8 ^c	8,3	15,8	4,4	0,72 ^d	246,3	6,9 ^{cd}
19	L3/T3	58,5	160,3	70,0 ^c	7,8	13,2	4,4	0,68	269,8	6,4
20	L3/T4	53,3 ^{abcd}	161,5	71,0 ^c	8,3	14,3	4,9 ^{ad}	0,71 ^d	263,4	7,4 ^{cd}
21	L3/T5	55,8 ^{ab}	182,3	91,5	8,4	15,5	4,5	0,72 ^d	283,2 ^{ad}	7,3 ^{cd}
22	L3/T6	58,8	148,8 ^{cd}	65,5 ^c	7,5	13,7	4,0	0,70	272,1 ^d	6,3
23	L3/T7	57,8	139,5 ^{bcd}	77,0 ^c	8,3	13,8	4,6 ^a	0,73 ^{bcd}	204,0	7,3 ^{cd}
24	L3/T8	57,3	164,5	83	8,9 ^{cd}	14,6	4,1	0,69	249,4	7,3 ^{cd}
25	L4/T1	54,5 ^{abc}	108,3 ^{abcd}	65,5 ^c	7,2	13,6	4,5	0,72 ^d	257,8	6,3
26	L4/T2	54,8 ^{abc}	152,0 ^{cd}	71,3 ^c	7,6	14,2	4,5	0,70	282,3 ^{ad}	6,6
27	L4/T3	55,3 ^{ab}	172,5	77,8 ^c	7,2	13,2	4,1	0,69	228,7	6,0
28	L4/T4	54,8 ^{abc}	156,8	74,0 ^c	8,6 ^d	14,2	4,7 ^a	0,68	298,1 ^{ad}	7,3 ^{cd}
29	L4/T5	55,0 ^{abc}	156,8	81,5	8,2	13,9	4,4	0,70	270,7	6,7 ^d
30	L4/T6	56,0 ^{ab}	142,8 ^{bcd}	75,5 ^c	7,8	12,9	4,3	0,70	295,1 ^{ad}	6,5
31	L4/T7	59	139,0 ^{bcd}	62,5 ^c	6,2	11,2	4,3	0,72 ^d	288,9 ^{ad}	5,5
32	L4/T8	57	145,5 ^{bcd}	69,5 ^c	7,4	13,3	4,7 ^a	0,69	290,5 ^{ad}	6,0
33	L5/T1	53,5 ^{abcd}	165	77,8 ^c	7,6	15,1	4,1	0,73 ^{bcd}	260,5	6,9 ^{cd}
34	L5/T2	55,5 ^{ab}	159,8	74,0 ^c	6,6	13,4	4,3	0,68	234,4	5,5
35	L5/T3	56,5	151,3 ^{cd}	71,0 ^c	6,9	15,0	4,1	0,68	255,0	5,8
36	L5/T4	55,3 ^{ab}	139,3 ^{bcd}	63,0 ^c	6,8	11,7	3,6	0,69	259,6	5,6
37	L5/T5	56,8	152,5 ^{cd}	75,8 ^c	7,4	15,6	4,1	0,72 ^d	286,1 ^{ad}	6,4
38	L5/T6	56,5	142,5 ^{bcd}	61,3 ^c	7,2	14,1	3,8	0,72 ^d	245,7	6,3
39	L5/T7	58	149,5 ^{cd}	73,3 ^c	7,5	9,7	4,1	0,75 ^{bcd}	242,1	6,3
40	L5/T8	58	147,5 ^{cd}	73,3 ^c	7,3	14,2	4,1	0,68	229,6	5,8
41	L6/T1	55,0 ^{abc}	158	78,8 ^c	8,1	14,5	4,2	0,68	253,0	6,6
42	L6/T2	55,5 ^{ab}	147,8 ^{cd}	67,0 ^c	6,9	13,1	4,1	0,70	246,9	5,8
43	L6/T3	56,0 ^{ab}	172,3	79,8 ^c	8,5	16,1	4,5	0,70	299,8 ^{ad}	7,1 ^{cd}
44	L6/T4	53,5 ^{abcd}	152,8 ^{cd}	74,5 ^c	8,6 ^d	14,1	4,4	0,71 ^d	261,5	7,5 ^{cd}
45	L6/T5	57,8	148,0 ^{cd}	68,8 ^c	6,6	15,6	3,8	0,71 ^d	285,8 ^{ad}	5,6
46	L6/T6	56,5	144,3 ^{bcd}	61,5 ^c	6,3	12,3	4,0	0,71 ^d	265,2	5,4
47	L6/T7	55,8 ^{ab}	156	80,5	7,4	12,6	4,4	0,75 ^{bcd}	290,0 ^{ad}	7,0 ^{cd}
48	L6/T8	54,0 ^{abcd}	155,5	77,3 ^c	7,7	13,6	4,1	0,68	251,4	6,2
49	L7/T1	55,8 ^{ab}	158,5	80	9,1 ^{cd}	13,7	4,6 ^a	0,71 ^d	229,8	7,4 ^{cd}
50	L7/T2	53,5 ^{abcd}	159,5	76,0 ^c	9,0 ^{cd}	16,2	4,3	0,74 ^{bcd}	271,9 ^d	8,3 ^{bcd}
51	L7/T3	57	152,3 ^{cd}	76,3 ^c	8,1	14,6	4,0	0,68	265,8	6,7 ^d
52	L7/T4	53,3 ^{abcd}	170,3	82,5	8,5	13,2	4,3	0,72 ^d	265,0	7,5 ^{cd}
53	L7/T5	57,8	145,5 ^{bcd}	68,5 ^c	7,3	14,9	4,2	0,70	277,4 ^{ad}	6,1
54	L7/T6	55,8 ^{ab}	155,0 ^{cd}	76,8 ^c	8,4	14,4	4,4	0,70	253,8	7,2 ^{cd}
55	L7/T7	56,5	165,5	84,3	8,1	13,0	4,3	0,71 ^d	270,2	7,2 ^{cd}
56	L7/T8	55,5 ^{ab}	162,5	84,8	6,9	13,4	4,2	0,70	242,7	5,9
57	L8/T1	56,5	162	83,8	6,8	14,1	4,0	0,68	267,1	5,6
58	L8/T2	56,8	147,8 ^{cd}	71,8 ^c	6,5	12,8	4,2	0,80 ^{bcd}	241,2	6,3
59	L8/T3	56,3 ^b	176,5	88	8,6 ^d	15,5	4,4	0,69	292,1 ^{ad}	7,1 ^{cd}
60	L8/T4	52,8 ^{abcd}	169,8	80,8	6,8	13,6	4,1	0,69	272,6 ^d	5,8

Tabel 6. Lanjutan.

No.	Genotipe	Umur berbunga betina (hari)	Tinggi tanaman (cm)	Tinggi letak tongkol (cm)	Bobot tongkol panen (kg)	Panjang tongkol (cm)	Diameter tongkol	Rendemen	Bobot 1000 biji (g)	Hasil (t/ha)
61	L8/T5	57,5	153,3 ^{cd}	75,8 ^c	7,2	14,3	4,1	0,70	273,4 ^d	6,0
62	L8/T6	56,5	148,3 ^{cd}	73,3 ^c	7	12,9	4,1	0,70	264,4	5,9
63	L8/T7	57	149,0 ^{cd}	78,0 ^c	7,9	14,5	4,4	0,72 ^d	276,8 ^{ad}	6,8 ^d
64	L8/T8	57,5	167,8	85,3	6,9	14,6	4,1	0,66	248,3	5,3
K1	C7	59	163	77	8,3	15,6	4,0	0,77	226,1	7,4
K2	Bima 1	59,3	173,5	75,5	8,4	17,5	4,5	0,69	276,9 ^{ad}	6,7
K3	Srik K-1	58	182	97,5	7,4	14,5	4,4	0,69	255,9	5,8
K4	Bima 1q	57	155,3	70,3	7,3	15,2	4,2	0,67	223,0	5,5
	LSI	2,83	26,19	18,47	1,25	2,5	0,5	0,03	48,5	1,1
	KK (%)	13,6	12,0	17,4	11,6	12,7	9,3	3,10	13,3	12,0
	G x L	tn	tn	tn	**	*	tn	tn	tn	**

K = Cek (pembanding); Sri K-1 = Srikandi Kuning 1; Bima 1q = Konversi o2 pada Bima 1.

a = nyata lebih baik dari C7; b= nyata lebih baik dari Bima-1; c = nyata lebih baik dari Srikandi Kuning-1;

d = nyata lebih baik dari Bima 1q. menurut uji LSI pada taraf $\alpha = 5\%$.

Tinggi tanaman bervariasi antara 108-182 cm, sedangkan tinggi letak tongkol berkisar antara 61-91 cm. Hibrida Nei9008+o2-15 (L4)/MR10+o2-08 (T1) memiliki postur tanaman paling pendek dan berbeda nyata dengan semua pembandingan. Diperoleh sembilan hibrida uji yang tanamannya nyata lebih pendek dari varietas hibrida C7, Bima 1, dan Srikandi Kuning 1. Untuk peubah tinggi letak tongkol, hibrida uji tidak berbeda nyata dengan tiga varietas hibrida C7, Bima 1, dan Bima 1q. Sebanyak 45 hibrida uji memiliki tinggi letak tongkol yang nyata lebih pendek dari varietas Srikandi Kuning-1. Informasi tentang tinggi tanaman dan letak tongkol sangat penting diketahui untuk budi daya jagung karena ada daerah-daerah tertentu yang memerlukan tanaman yang lebih pendek, terutama pada dataran tinggi dengan tiupan angin kencang, sedangkan tanaman yang tinggi dibutuhkan pada daerah-daerah yang rawan serangan hama babi dan anjing (Azrai *et al.* 2004).

Peubah rendemen biji memiliki variasi yang cukup besar di antara hibrida uji dengan kisaran 0,66-0,80. Hasil uji LSI menunjukkan tidak diperoleh hibrida uji yang memiliki rendemen nyata lebih tinggi dari varietas hibrida C7. Namun diperoleh 11 hibrida uji dengan rendemen biji berkisar antara 0,73-0,80 dan nyata lebih tinggi dibandingkan dengan varietas hibrida Bima 1, Srikandi Kuning 1, dan hibrida Bima 1q, serta 20 hibrida uji lainnya nyata lebih tinggi dari hibrida Bima 1q. Dari 64 hibrida uji, terdapat 18 genotipe dengan kisaran bobot biji 276,8-299,8 g dan nyata lebih tinggi dari varietas hibrida C7 dan hibrida Bima 1q, dan empat hibrida uji lainnya juga lebih tinggi dari hibrida Bima 1q.

Peubah penting lain yang dianalisis adalah sifat kualitatif yang diamati secara visual di lapang dengan

memberikan skor 1 (sangat baik) sampai dengan skor 5 (sangat jelek) untuk penampilan tanaman, penampilan tongkol, dan penutupan kelobot (CIMMYT 1994) sebagaimana disajikan pada Tabel 7.

Data yang dianalisis dan ditampilkan merupakan hasil transformasi akar kuadrat untuk memenuhi asumsi normalitas ragam data. Hasil uji LSI menunjukkan tidak diperoleh hibrida uji yang memiliki penampilan tanaman yang nyata lebih baik dari varietas hibrida C7, meskipun beberapa diantaranya memiliki nilai skor yang lebih baik, seperti L1/T7, L3/T2, L7/T2, L7/T7, dan L6/T2. Sebanyak 31 hibrida uji dengan skor penampilan tongkol nyata lebih baik dibandingkan dengan varietas hibrida Bima 1, hibrida Bima 1q, dan 42 genotipe lainnya nyata lebih baik dari Srikandi Kuning 1.

Penampilan tanaman dan tongkol sangat penting artinya karena terkait dengan ideotipe tanaman. Genotipe yang mampu mengekspresikan penampilan tanaman ideal akan menjadi semakin efisien dalam memanfaatkan energi dalam upaya optimalisasi proses metabolisme tanaman. Namun tidak semua tanaman yang memberikan penampilan yang baik secara visual juga memiliki produktivitas yang tinggi. Genotipe yang memiliki penampilan tongkol yang menarik mempunyai daya tarik tersendiri bagi konsumen dalam memilih produk pertanian. Ada kecenderungan warna biji kuning jernih dan mengkilap lebih disukai oleh petani dibandingkan dengan warna biji buram. Penutupan klobot juga sangat penting diperhatikan dalam seleksi karena terkait dengan kemampuan tanaman untuk melindungi biji dari kerusakan yang disebabkan oleh cuaca yang tidak menguntungkan, infeksi aflatoksin, dan untuk mengurangi luka atau bekas gigitan serangga dan burung (Poehlman and Sleper 1995).

Tabel 7. Skor penampilan tanaman, klobot, dan tongkol jagung hibrida uji dan pembanding dari gabungan dua lokasi pengujian, MK 2006.

No.	Genotipe	Aspek penampilan tanaman	Aspek penutupan klobot Skor 1-5	Aspek penampilan tongkol	No.	Genotipe	Aspek penampilan tanaman	Aspek penutupan klobot Skor 1-5	Aspek penampilan tongkol
1	L1/T1	1,45	1,22	1,54	33	L5/T1	1,37d	1,37	1,41
2	L1/T2	1,3 ^{bcd}	1,16 ^d	1,54	34	L5/T2	1,32 ^{bcd}	1,11d	1,44
3	L1/T3	1,26 ^{bcd}	1,22	1,49	35	L5/T3	1,50	1,37	1,54
4	L1/T4	1,36 ^d	1,11 ^d	1,54	36	L5/T4	1,54	1,37	1,53
5	L1/T5	1,32 ^{bcd}	1,32	1,37d	37	L5/T5	1,41	1,37	1,46
6	L1/T6	1,3 ^{bcd}	1,22	1,27d	38	L5/T6	1,46	1,16 ^d	1,40
7	L1/T7	1,11 ^{bcd}	1,11 ^d	1,17cd	39	L5/T7	1,41	1,10 ^{bd}	1,37 ^d
8	L1/T8	1,35 ^d	1,16 ^d	1,16cd	40	L5/T8	1,41	1,11 ^d	1,61
9	L2/T1	1,35 ^d	1,26	1,31d	41	L6/T1	1,17 ^{bcd}	1,16 ^d	1,36 ^d
10	L2/T2	1,46	1,27	1,32d	42	L6/T2	1,46	1,27	1,54
11	L2/T3	1,27 ^{bcd}	1,22	1,36d	43	L6/T3	1,46	1,22	1,48
12	L2/T4	1,32 ^{bcd}	1,17 ^d	1,26d	44	L6/T4	1,41	1,32	1,37 ^d
13	L2/T5	1,27 ^{bcd}	1,52	1,45	45	L6/T5	1,22 ^{bcd}	1,26	1,49
14	L2/T6	1,26 ^{bcd}	1,21	1,16cd	46	L6/T6	1,3 ^{bcd}	1,11 ^d	1,50
15	L2/T7	1,37 ^d	1,25	1,41	47	L6/T7	1,26 ^{bcd}	1,10 ^{bd}	1,49
16	L2/T8	1,32 ^{bcd}	1,00 ^{abcd}	1,32d	48	L6/T8	1,22 ^{bcd}	1,06 ^{abd}	1,32 ^d
17	L3/T1	1,37 ^d	1,26	1,22d	49	L7/T1	1,22 ^{bcd}	1,22	1,26 ^d
18	L3/T2	1,11 ^{bcd}	1,11 ^d	1,22d	50	L7/T2	1,11 ^{bcd}	1,11 ^d	1,16 ^{cd}
19	L3/T3	1,49	1,37	1,49	51	L7/T3	1,37 ^d	1,37	1,31 ^d
20	L3/T4	1,32 ^{bcd}	1,22	1,27d	52	L7/T4	1,22 ^{bcd}	1,16 ^d	1,16 ^{cd}
21	L3/T5	1,22 ^{bcd}	1,27	1,41	53	L7/T5	1,41	1,22	1,53
22	L3/T6	1,46	1,16 ^d	1,45	54	L7/T6	1,3 ^{bcd}	1,16 ^d	1,31 ^d
23	L3/T7	1,32 ^{bcd}	1,37	1,25d	55	L7/T7	1,16 ^{bcd}	1,06 ^{abd}	1,45
24	L3/T8	1,35 ^d	1,22	1,16cd	56	L7/T8	1,26 ^{bcd}	1,10 ^{bd}	1,46
25	L4/T1	1,32 ^{bcd}	1,26	1,31d	57	L8/T1	1,41	1,21	1,31 ^d
26	L4/T2	1,27 ^{bcd}	1,22	1,31d	58	L8/T2	1,41	1,11 ^d	1,54
27	L4/T3	1,39 ^d	1,11 ^d	1,45	59	L8/T3	1,41	1,11 ^d	1,31 ^d
28	L4/T4	1,25 ^{bcd}	1,06 ^{abd}	1,17cd	60	L8/T4	1,35 ^d	1,16 ^d	1,41
29	L4/T5	1,37 ^d	1,26	1,53	61	L8/T5	1,41	1,22	1,53
30	L4/T6	1,41	1,17 ^d	1,27d	62	L8/T6	1,41	1,22	1,69
31	L4/T7	1,46	1,11 ^d	1,54	63	L8/T7	1,25 ^{bcd}	1,16 ^d	1,49
32	L4/T8	1,32 ^{bcd}	1,22	1,49	64	L8/T8	1,45	1,11 ^d	1,41
K1	C7	1,32	1,27	1,11	K1	C7	1,32	1,27	1,11
K2	Bima 1	1,54	1,31	1,37	K2	Bima 1	1,54	1,31	1,37
K3	Sri K1	1,61	1,22	1,41	K3	Sri K1	1,61	1,22	1,41
K4	Bima 1q	1,54	1,41	1,61	K4	Bima 1q	1,54	1,41	1,61
LSI		0,21	0,20	0,23	LSI		0,21	0,20	0,23
KK		11,30	12,00	11,80	KK		11,30	12,00	11,80
G x L		tn	**	tn	G x L		tn	**	tn

K = Cek (pembanding); Sri K-1 = Srikandi Kuning 1; Bima 1q = Konversi o2 pada Bima 1; Nilai Skor 1 paling baik sampai 5 paling jelek; a = nyata lebih baik dari C7; b= nyata lebih baik dari Bima-1; c = nyata lebih baik dari Srikandi Kuning-1; d = nyata lebih baik dari Bima 1q. menurut uji LSI pada taraf $\alpha = 5\%$.

KESIMPULAN

1. Penampilan peubah hasil panen biji dan sifat agronomis hibrida dari hasil persilangan delapan inbrida dan delapan tester sangat beragam, namun pengaruh faktor genetik lebih berperan dari faktor lingkungan dalam mengekspresikan peubah tersebut.
2. Analisis daya gabung peubah hasil dan komponen hasil memperlihatkan galur Nei9008+o2-09 dan MR10+o2-31 memiliki DGK yang baik dengan hasil

3. Galur inbrida Nei9008+o2-14 dan MR10+o2-24 berpotensi dimanfaatkan untuk mendapatkan hibrida umur genjah, karena selain memiliki daya gabung yang baik, potensi hasilnya juga cukup tinggi.
4. Semua hibrida uji dan varietas pembanding memiliki skor penampilan tanaman, penutupan klobot, dan penampilan tongkol yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryana, IGP. M. 2008. Daya gabung umum dan daya gabung khusus padi beras merah hasil silang puncak. *Agroteksos* 18 (1): 27-36.
- Azrai, M., F. Kasim, M.B. Pabendon, J. Wargiono, J.R. Hidayat, dan Komaruddin. 2004. Penampilan beberapa genotip jagung protein mutu tinggi (QPM) pada lahan kering dan lahan sawah. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 23 (3):123-131.
- Azrai, M., F. Kasim, dan J. R. Hidayat. 2006. Stabilitas jagung hibrida. *Penelitian Pertanian* 25(3): 163-169.
- Babu, R., S.K. Nair, A. Kumar, S. Venkatesh, J.C. Sekhar, N.N. Singh, G. Srinivasan, and H.S Gupta HS. 2005. Two-generation marker-aided backcrossing for rapid conversion of normal maize lines to quality protein maize (QPM). *Theor. Appl. Genet.* 111(5):888-897.
- Bernardo, R. 2002. *Breeding for quantitative traits in plants*. Stemma Press, Woodbury, Minnesota.
- CIMMYT. 1994. Managing trials and reporting data for CIMMYT's international maize testing program. Mexico, DF.
- Cordova, H. 2001. Quality protein maize: improved nutrition and livelihoods for the poor. *Maize Research Highlights*. 1999-200. CIMMYT. 27-31.
- Cordova, H., S. Trifunovic, A. Ramirez, and M. Sierra. 2007. CIMMYT maize hybrid for Latin America: head-to-head analysis and probability of out performing the best check. *Maydica Journal* 52(4): 471-476.
- Darrigues, A., C. Buffard, K.R. Lamkey, and P. Scott. 2005. Variability and genetic effects for tryptophan and methionine in commercial maize germplasm. *Maydica Journal* 50(2):147-156.
- Dias, L.A.S., E.A.T. Picolt, R.B. Roca, and A.C. Alfenas. 2004. A priori choice of hybrid parents in plants. *Genetic and Molecular Research* 3(3):356-368.
- Karunarathne, K.M. and D.B. Suriyagoda. 2008. Inheritance of grain yield of maize with a diallel design. *Maize for Asia Emerging of trends and technologies. Proceeding of the 10th ARMW, Makassar, Indonesia. Oct 20-23, 2008.* 59-62.
- Makkulawu, A.T., R.N. Iriani, dan M.J. Mejaya. 2007. Adaptasi genotipe calon hibrida jagung di beberapa lokasi. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 26 (1):20-25.
- Narayan, A. and S.S. Verma. 2008. Heterosis, combining ability and phenotypic stability for yield and other characters in high quality protein. *Maize for Asia Emerging of trends and technologies. Proceeding of the 10th ARMW, Makassar, Indonesia. Oct 20-23, 2008.* 126-129.
- Pabendon, M.P., M. Azrai, M.J. Mejaya, dan Sutrisno. 2008. Keragaan genetik inbrida jagung QPM dan normal berbasis marka mikrosatelit dan hubungannya dengan penampilan hibida. *Jurnal AgroBiogen* 4 (2):77-82.
- Pabendon, M.P., M.J. Mejaya, J. Koswara dan H. Aswidinnoor. 2007. Analisis ragam genetik inbrida jagung berdasarkan marka SSR dan korelasinya dengan data fenotipik F1 hasil silang uji. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 26 (2):69-77.
- Poehlman, J.M., and D.A. Sleper. 1995. *Breeding field crops*. Fourth Edition. Iowa State University Press. America.
- Singh, N.K., and A. Kumar. 2004. Combining ability analysis to identify suitable parents for heterotic rice hybrid breeding. *IRRN* 29(1):21-22.
- Sujiprihati, S., M. Azrai, dan A. Yuliandry. 2006. Keragaan genotip jagung bermutu protein tinggi (QPM) di dua tipologi lahan yang berbeda. *Jurnal Agrotropika* XI (2):90-100.
- Vacaro, E., J.F.B. Neto, D.G. Pegoraro, C.N. Nuss, and L.D. Haa Conceicao. 2002. Combining ability of twelve maize populations. *Agropec. Bras, Brasilia* 37 (1): 67-72.
- Vasal, S.K. 2001. High quality protein corn. In Hallauer, A.R. (Ed.). *Specialty Corns*. Second Ed. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida. 85-129.
- Warbuton, M., J.M. Ribaut, J. Franco, J. Crossa, P. Dubreull, and F.J. Betran. 2005. Genetic characterisation of 218 elite CIMMYT maize inbred lines using RFLP markers. *Euphytica* 142:97-106.
- Xia, X., J.C. Reif, D.A. Hoisington, A.E. Melchinger, M. Frich, and M.L. Warburton. 2004. Genetic diversity among CIMMYT maize inbred lines investigated with SSR markers: I. lowland tropical maize. *Crop Sci.* 44:2230-2237.
- Yasin H.G.M., Masmawati, dan Suryawati. 2010. Stabilitas hasil calon hibrida jagung QPM pada dataran rendah. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 29(2):123-128.