

# PENDUGAAN DAYA GABUNG BOBOT BIJI JAGUNG DALAM PERSILANGAN DIALLEL LENGKAP LIMA TETUA

*Combining Ability Estimates for Corn Grain Weight of Five  
Parentals in Complete Diallel Cross*

Panjisakti Basunanda<sup>1</sup>, Nasrullah<sup>1</sup>, dan Aziz Purwanto<sup>1</sup>

*Program Studi Agronomi  
Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada*

## ABSTRACT

An attempt to estimate general combining ability (GCA), specific combining ability (SCA), and extranuclear effect of corn grain weight of five varieties using modified complete diallel cross was done to elaborate genetic components controlling the expression of the trait. The modification considered triploid nature of the endosperm, tissue that most responsible in determining grain characteristics. The estimates would qualify which parent(s) or cross combination(s) to be selected.

The analysis of variance revealed that GCA and extranuclear effects played important role in determining corn grain weight. In genetical sense, additive nuclear gene action, cytoplasmic genes and maternal contribution must be considered. 'Vanarasi 9349', 'S97 TEW GH 'A y B' (3)', and 'La Galigo' varieties were potential as pollen source to raise grain weight, whereas 'Vanarasi 9349' could be chosen as female stock due to its positive and significant extranuclear effect.

*Keywords: double pollination – xenia – diallel cross – combining ability – endosperm – corn.*

## PENGANTAR

Jagung sebagaimana serealia lain memiliki jaringan endosperma dengan konstitusi kromosom triploid yang khas: dua set identik berasal dari tetua betina dan satu set dari tetua pejantan penyerbuk. Dua set identik dari tetua betina terjadi akibat penggabungan dua inti polar pada perkembangan megagametofit (Reiser dan Fischer, 1993).

Dalam perkembangan biji jagung, gen pengatur endosperma akan berekspresi. Ekspresi fenotipik gen yang dibawa oleh kromosom dari tetua pejantan mengakibatkan gejala yang dikenal sebagai *xenia*. Gejala *xenia* terjadi baik pada karakter kualitatif maupun kuantitatif (Denney, 1992). Sifat kuantitatif endosperma menyangkut banyak sifat ekonomis dan dengan demikian sangat mempengaruhi sifat kuantitatif biji jagung

mengingat sekitar 80% bobot biji jagung merupakan endosperma. Gejala *xenia* yang teramati pada sifat kuantitatif seperti laju pertumbuhan biji (Poneleit dan Egli, 1983), bobot biji (Seka dan Cross, 1995a.b; Bulant dan Gallais, 1998), daya tampung (*sink*) (Seka *et al.*, 1995), kadar minyak (Duan *et al.*, 2000), kadar pati dan protein (Jones *et al.*, 1996), serta aktivitas beberapa enzim yang mengonversi sukrosa menjadi pati (Bulant *et al.*, 2000) menunjukkan perlunya perhatian diberikan terhadap situasi ini. Gejala ini pun telah dimanfaatkan pada satu produk benih (Lauer, 1995).

Karakteristik biji merupakan sifat kuantitatif yang penting dipandang dari sudut ekonomi. Gen-gen yang dibawa serbuk sari dapat mempengaruhi sifat ini. Pengaruh Daya Gabung Umum (DGU), pengaruh Daya Gabung Khusus (DGK), dan pengaruh komponen ekstrainti dapat digunakan untuk menduga kendali genetik yang mempengaruhi ekspresi suatu sifat, termasuk sifat fisik biji. Model diallel dapat digunakan untuk mendapatkan nilai duga pengaruh komponen-komponen tersebut. Dalam tulisan ini, model diallel Metode 1 dari Griffing (1956) yang dimodifikasi untuk mengakomodasi susunan genetik jaringan endosperma dipakai untuk mempelajari komponen genetik yang mempengaruhi bobot biji jagung dan untuk menilai tetua berdasarkan sifat tersebut.

## CARA PENELITIAN

Lima varietas jagung, yaitu 'Vanarasi 9349', 'LaGaligo', *popcorn*, 'Hawaii Super Sweet 11' ('HSS-11'), dan 'S97 TEW GH 'A y B' (3)' ditanam mulai Maret 2001 di Laboratorium Lapangan Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada di Banguntapan Bantul menurut waktu yang sesuai dengan umur berbunga masing-masing sehingga persilangan secara diallel lengkap dapat dilakukan. Penanaman di lapangan disusun mengikuti Rancangan Blok Lengkap dengan pengelompokan plot sesuai dengan umur berbunga varietas pejantan. Setelah panen, dilakukan pengamatan terhadap kadar air dan bobot biji pipilan kering yang kemudian dikonversi untuk kadar air 12%.

Data bobot biji lalu dianalisis mengikuti model

$$Y_{ijk} = \bar{i} + 2g_i + g_j + s_{ii} + 2s_{ij} + h_{ij} + e_{ijk}$$
 dengan  $s_{ij} = s_{ji}$  (1)

dan

$Y_{ijk}$  = data bobot biji betina ke-*i* dan pejantan ke-*j*, ulangan ke-*k*;

$g_i$  = pengaruh daya gabung umum dari varietas ke-*i* sebagai betina;

$s_{ii}$  = pengaruh interaksi sepasang gen kedua inti polar;

$s_{ij}$  = pengaruh daya gabung khusus (interaksi sepasang gen intralokus) persilangan varietas ke-*i* dengan varietas ke-*j*;

$h_{ij}$  = pengaruh komponen ekstrainti dari persilangan dengan betina varietas ke-*i* dan pejantan varietas ke-*j*, mengabaikan interaksi simultan tiga gen intralokus;

$e_{ijk}$  = pengaruh sesatan, yang diasumsikan  $NID(0, \sigma^2)$ .

Model ini adalah model diallel Griffing (1956) Metode 1 yang telah dimodifikasi mengikuti konstitusi genetik sel endosperma. Proses penghitungan dilakukan dengan perangkat lunak SAS® for Windows™ versi 6.12.

Analisis varians dilakukan berdasarkan persamaan [1] dengan memasukkan komponen-komponen secara bertahap: DGU, DGU + DGK, dan model lengkap (persamaan [1]). Prosedur ini mengikuti cara yang dipakai Analisis II model Gardner dan Eberhart (Hallauer dan Miranda, 1981). Pendugaan pengaruh masing-masing komponen dan uji signifikansinya menggunakan cara Kuadrat Terkecil Biasa (OLS) (Rao, 1998).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Bobot per butir biji pipilan kering menunjukkan perbedaan pengaruh posisi dalam persilangan. Posisi sebagai betina memberikan pengaruh yang bermakna, yang tidak terjadi pada posisi sebagai pejantan. Ini menunjukkan kuatnya peran tetua betina dalam mengatur sifat bobot biji. Dari model yang digunakan terlihat bahwa kontribusi tetua betina lebih banyak daripada tetua pejantan sumber serbuk sari. Dengan demikian, tidak bermaknanya pengaruh perbedaan tetua jantan bukan berarti bahwa sifat yang dibawa serbuk sari tidak diekspresikan.

Analisis varians yang dilakukan terhadap bobot biji menunjukkan bahwa Daya Gabung Umum dan komponen ekstra-inti memberikan pengaruh yang bermakna sementara Daya Gabung Khusus (Tabel 2). Dengan demikian, komponen utama yang membentuk bobot biji adalah pengaruh gen secara mandiri serta pengaruh sitoplasma dan genotipe ibu, apabila pengaruh interaksi simultan tiga gen dalam satu lokus diabaikan. DGU dapat ditafsirkan sebagai komponen yang dibawa oleh gen secara aditif yang ada dalam populasi, sementara DGK ditafsirkan sebagai komponen yang muncul sebagai akibat kerja sama sepasang

dipakai, gen yang dibawa serbuk sari juga diekspresikan. Namun demikian, komponen ekstra-inti ternyata mengkompensasi ekspresi yang dibawa gen dalam inti sel.

Tabel 1. Bobot per biji (dalam cg) dan persentase dari penyerbukan murni akibat perbedaan asal serbuk sari (dalam kurung) pada berbagai persilangan yang dilakukan

♂	♀	Vanarasi 9349	Popcorn	HSS11 (sweetcorn)	S97TEW GH' AyB' (3)	La Galigo	Rerata Betina
Vanarasi 9349	Vanarasi 9349	31,51 ± 1,71 (100%)	31,56 ± 1,30 (100,2%)	28,69 ± 2,10 (91,1%)	36,08 ± 2,84 (114,5%)	38,98 ± 4,42 (123,7%)	31,78 ± 0,96 <sup>a</sup>
Popcorn	Popcorn	12,07 ± (85,7%)	14,09 ± 0,73 (100%)	16,32 ± 2,96 (115,8%)	14,63 ± 1,57 (103,8%)	11,77 ± 1,20 (83,5%)	13,78 ± 0,75 <sup>d</sup>
HSS 11 (Sweetcorn)	HSS 11 (Sweetcorn)	21,89 ± 5,67 (157,0%)	21,50 ± 2,67 (154,2%)	13,94 ± 1,37 (100%)	18,06 ± 1,37 (129,6%)	18,06 ± 1,52 (129,6%)	17,98 ± 1,23 <sup>c</sup>
S97TEW GH' AyB' (3)	S97TEW GH' AyB' (3)	28,69 ± 1,44 (99,4%)	24,40 ± 2,81 (84,5%)	26,31 ± 0,91 (91,2%)	28,86 ± 1,55 (100%)	28,92 ± 2,42 (100,2%)	27,47 ± 0,82 <sup>b</sup>
La Galigo	La Galigo	25,62 ± 1,96 (91,5%)	27,01 ± 1,40 (96,5%)	27,82 ± 0,51 (99,4%)	28,28 ± 1,45 (101,0%)	28,00 ± 1,43 (100%)	27,50 ± 0,60 <sup>b</sup>
Rerata Pejantan	Rerata Pejantan	27,88 ± 1,25	26,55 ± 1,17	25,41 ± 1,06	26,07 ± 1,59	25,84 ± 1,67	

Keterangan: Rerata-rerata betina dengan huruf yang sama di belakangnya tidak bermakna selisihnya menurut Uji Beda Nyata Jujur dari Tukey dengan = 0,05.

Hasil ini mirip dengan hasil yang diperoleh Shi *et al.* (1999) yang menyatakan bahwa sifat-sifat butir biji padi lebih dikendalikan oleh pengaruh genetik biji, sitoplasma, dan tanaman induk. Bulant *et al.* (2000) menyatakan bahwa aktivitas sejumlah enzim yang berkaitan dengan perkembangan biji, khususnya pengubahan sukrosa menjadi pati, lebih tinggi pada biji jagung yang diserbuk oleh pejantan dari galur lain segera setelah penyerbukan terjadi. Namun demikian, pengaruh pejantan ini sudah tidak teramati pada 28 hari setelah penyerbukan. Ingle *et al.* (1965) *cit.* Bewley dan Black (1978) menunjukkan bahwa pada waktu itu mulai terjadi penurunan aktivitas asam amino dan RNA dalam endosperma jagung.

Tabel 2. Analisis ragam untuk daya gabung bagi bobot per biji (dalam cg).

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	F
Daya Gabung Umum	4	4548,89267	45,386
Daya Gabung Khusus	10	414,89782	1,6558 <sup>mn</sup>
Resiprok	10	1,001,00107	1,00007

Tabel 3. Nilai duga pengaruh (nilai duga ± sesatan baku)  $g_r, s_{ij}, s_{ij}$  (kanan diagonal),  $h_{ij}$  dan  $h_{ij}$  (kiri diagonal) beserta probabilitasnya (cetak miring) untuk memenuhi hipotesis bahwa tidak ada pengaruh bermakna untuk parameter yang bersangkutan.

♀	♂	Vanarasi 9349	Popcorn	HSS-11 (sweetcorn)	S97 TEW GH 'AyB' (3)	La Galigo
Vanarasi 9349	Vanarasi 9349		-0,574 ± 0,986 (0,561)	-0,197 ± 0,784 (0,802)	0,455 ± 0,617 (0,462)	0,422 ± 0,721 (0,560)
Popcorn	Popcorn	5,371 ± 2,391 (0,026)		2,453 ± 0,926 (0,009)	-0,139 ± 0,753 (0,854)	-0,192 ± 0,623 (0,758)
HSS-11 (sweetcorn)	HSS-11 (sweetcorn)	-0,339 ± 1,800 (0,851)	-1,953 ± 2,140 (0,363)		-0,168 ± 0,624 (0,789)	0,267 ± 0,710 (0,708)
S97 TEW GH 'AyB' (3)	S97 TEW GH 'AyB' (3)	2,574 ± 1,361 (0,061)	-1,633 ± 1,674 (0,331)	-1,510 ± 1,248 (0,228)		0,157 ± 0,575 (0,785)
La Galigo	La Galigo	5,436 ± 1,704 (0,0018)	-4,491 ± 1,297 (0,0007)	-2,295 ± 1,561 (0,144)	-0,199 ± 1,209 (0,870)	
Nilai duga $g_r$	Nilai duga $g_r$	3,303 ± 0,563 (0,0001)	-4,003 ± 0,596 (0,0001)	-1,920 ± 0,570 (0,001)	1,258 ± 0,518 (0,017)	1,362 ± 0,525 (0,011)
Nilai duga $s_{ij}$	Nilai duga $s_{ij}$	0,604 ± 0,898 (0,502)	-0,838 ± 0,806 (0,300)	-1,645 ± 0,809 (0,044)	0,403 ± 0,769 (0,601)	0,056 ± 0,715 (0,938)
Nilai duga $h_{ij}$	Nilai duga $h_{ij}$	-4,348 ± 1,089	4,483 ± 1,151	0,504 ± 1,056	-0,256 ± 0,852	-0,384 ± 0,861

Keterangan: Untuk tabel ini, kepala baris menunjukkan tetua jantan dan kepala kolom menunjukkan tetua betina. Dalam hubungan di atas berlaku  $s_{ij} = s_{ji}$  dan  $h_{ij} = -h_{ji}$ . Sebagai contoh, nilai  $s_{ij}$  untuk tetua betina popcorn dan pejantan sweetcorn akan sama dengan untuk tetua pejantan popcorn dan betina sweetcorn yaitu 2,453. Namun, nilai  $h_{ij}$  untuk tetua betina popcorn dan pejantan sweetcorn, yaitu -1,953, merupakan lawan dari nilai  $h_{ji}$  untuk tetua betina sweetcorn dan pejantan popcorn, yaitu 1,953, sementara sesatan bakunya tidak berubah.

Nilai-nilai duga parameter genetik disajikan pada Tabel 3. Berdasarkan DGU, terlihat bahwa 'Vanarasi 9349' yang berbiji besar menyumbangkan bobot biji yang positif ( $3,303 \pm 0,563$ ), sementara popcorn dan 'HSS-11' menurunkan bobot biji (masing-masing  $-4,003 \pm 0,596$  dan  $-1,920 \pm 0,570$ ). Kedua varietas yang lain juga menaikkan bobot biji tetapi tidak terlalu besar. Varietas 'Vanarasi 9349', 'S97 TEW GH 'AyB'(3)', dan 'La Galigo' dapat dijadikan sebagai tetua pejantan untuk memperbesar bobot biji. Namun untuk menggunakannya harus mempertimbangkan komponen  $h_{ij}$  dari tetua betina.

Komponen  $h_{ij}$  yang dimiliki 'Vanarasi 9349' besar dan negatif, sehingga menyebabkan pengaruh positif gen yang dimilikinya tidak dapat terekspresi dengan sempurna. Hal yang sebaliknya terjadi pada popcorn. Pengaruh  $h_{ij}$  popcorn besar dan positif, sehingga mampu memperbesar bobot bijinya.

Pengaruh  $h_{ij}$  jagung popcorn yang besar dan positif ternyata tidak mendukung persilangan yang dilakukan terhadapnya. Nilai  $h_{ij}$  dari persilangan dengan tetua 'Vanarasi 9349' dan popcorn menunjukkan selisih yang sangat besar dengan keuntungan terjadi apabila 'Vanarasi 9349' menjadi betina. Demikian pula pada persilangan 'La Galigo' dengan popcorn. Pengaruh genetik 'Vanarasi 9349' dan 'LaGaligo' yang besar dan positif dapat terkompensasi oleh komponen ekstra-inti dari popcorn yang kuat tetapi negatif.

Dengan hasil demikian, perbaikan untuk mendapatkan varietas dengan pengaruh baik adalah dengan membentuk suatu varietas dengan kontribusi genetik yang baik sebagai pejantan, yaitu 'Vanarasi 9349', 'La Galigo' serta 'S7 TEW GH 'A y B' (3)', dan varietas dengan pengaruh  $h_{ij}$  (sitoplasmik dan maternal) yang tinggi dan positif, yaitu 'Vanarasi 9349'.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah

1. Bobot biji pipilan kering jagung sebagian besar ditentukan oleh tindak gen dalam inti sel dan gen sitoplasma dan pengaruh maternal.
2. Varietas 'Vanarasi 9349', 'S97 TEW GH A y B (3)', dan 'La Galigo' berpotensi sebagai tetua sumber serbuk sari untuk meningkatkan bobot biji dan 'Vanarasi 9349' berpotensi sebagai tetua betina.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bewley, J.D. and T. Black. 1978. *Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination. Vol. 1: Development, Germination, and Growth*. Springer-Verlag. Berlin. 306 pp.
- Bulant, C. and A. Gallais. 1998. Xenia effects in maize with normal endosperm: Importance and stability. *Crop Science* 38:1517-1525.
- Bulant, C., A. Gallais, E. Matthys-Rochon, and J.L. Prioul. 2000. Xenia effects in maize with normal endosperm: II. Kernel growth and enzyme activities during grain filling. *Crop Science* 40:182-189.
- Denney, J.O. 1992. Xenia includes metaxenia. *HortScience* 27:722-728.
- Duan, M., T. Song, H. Fan, W. Teng, and Q. Lian. 2000. Utilizing genetic markers mixing-pollen to estimate heterosis value and xenia effect value of high oil corn. *Journal of China Agricultural University* 5(3):45-50.
- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal of Biological Science* 9:463-493.
- Hallauer, A.H. and J.B. Miranda, Fo. 1980. *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. Iowa State University Press. Ames, Iowa.
- Jones, R.J., B.M.N. Schreiber, and Jeffery A. Roessler. 1996. Kernel sink capacity in maize: genotypic and maternal regulation. *Crop Science* 36:301-306.
- Lauer, J. 1995. High Oil Corn: What are The Risks? *Wisconsin Crop Manager* 2(3):32-33. ([corn.agronomy.wisc.edu/Publications/WCM/1995/HIGHOIL95.htm](http://corn.agronomy.wisc.edu/Publications/WCM/1995/HIGHOIL95.htm)).
- Poneleit, G.G. and D.B. Egli. 1983. Differences between reciprocal crosses of maize for kernel growth characteristics. *Crop Science* 23:871-875.
- Rao, P.V. 1997. *Statistical Research Methods in the Life Sciences*. Brooks/Cole Publishing. Pacific Grove, CA. 889 pp.
- Reiser, L. and R.L. Fischer. 1993. The ovule and the embryo sac. *The Plant Cell* 5:1291-1301.
- Seka, D. and H.Z. Cross. 1995a. Xenia and maternal effects on maize kernel development. *Crop Science* 35:80-85.
- Seka, D. and H.Z. Cross. 1995b. Xenia and maternal effects on maize agronomic traits at three plant densities. *Crop Science* 35:86-90.
- Seka, D., H.Z. Cross, and P.E. McClean. 1995. Maize kernel development in vitro: sucrose concentration, xenia, and maternal effect. *Crop Science* 35:74-79.
- Shi, C., C. He, J. Zhu, and J. Chen. 1999. Analysis of genetic effects and genotype environment interaction effects for apparent quality traits of indica rice. *Chinese Journal of Rice Science* 13(3). Internet.