

Ilmu Pertanian Vol. 16 No.1, 2013 : 30 - 41

EVALUASI DAYA GABUNG KARAKTER HASIL DAN KOMPONEN HASIL LIMA GALUR MENTIMUN

EVALUATION OF COMBAINING ABILITY FOR CHARACTER OF YIELD AND YIELD COMPONENT OF FIVE LINES OF CUCUMBER

Gungun Wiguna¹, Aziz Purwantoro², Nasrullah²

ABSTRACT

Evaluation of combining ability for character of yield and yield component of five lines of cucumber. Estimation of general combining ability of parent and specific combining ability of crosses is necessary as a guide to select parent effectively in hybridization program. The study aimed to estimate the value of combining ability of five cucumber lines resulted from the crossing based on diallel design method 2 model 1 according to Griffing. Hybridization performed in Lembang from October 2011 to May 2012. The evaluation of parents and F1 was conducted at Lembang and Subang from July to October 2012, using Randomized Complete Blok Design with three replications at each location. The results showed GCA and SCA were highly significantly for all characters. Interactions of GCA \times location were highly significant to the characters fruit length and fruit diameter, as well as significant to the character weight per fruit. SCA \times location interactions were highly significant to the character diameter of the fruit. P1 line had the best general combining ability values for fruit weight. P3 line had the best general combining ability value for number of fruits per plant. Crosses which have a high estimate of SCA for yield results by hybrid P2 \times P1, P1 \times P5, P2 \times P5 and P3 \times P4.

Key words: *cucumber, GCA, SCA.*

INTISARI

Pendugaan daya gabung umum tetua dan daya gabung khusus persilangan diperlukan sebagai pedoman untuk memilih tetua secara efektif dalam program hibridisasi. Penelitian bertujuan untuk menduga nilai daya gabung lima galur mentimun hasil persilangan berdasarkan rancangan dialel metode 2 model 1 menurut griffing. Hibridisasi dilakukan di Lembang dari bulan Oktober 2011 hingga Mei 2012. Evaluasi tetua dan F1 dilakukan di Lembang dan Subang dari bulan Juli hingga Oktober 2012, menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap dengan tiga ulangan pada tiap lokasi. Hasil penelitian menunjukkan DGU dan DGK sangat berbeda nyata

¹ Mahasiswa S2 Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta

² Staf Pengajar Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta

untuk semua karakter. Interaksi DGU \times lokasi sangat nyata untuk karakter panjang buah dan diameter buah, serta nyata pada karakter berat per buah. Interaksi DGK \times lokasi sangat nyata untuk karakter diameter buah. Galur P1 memiliki nilai daya gabung umum terbaik untuk karakter berat buah per tanaman. Galur P3 memiliki nilai daya gabung umum terbaik untuk karakter jumlah buah per tanaman. Kombinasi persilangan yang memiliki nilai DGK tinggi untuk karakter hasil dihasilkan oleh hibrida P1 \times P2, P1 \times P5, P2 \times P5, dan P3 \times P4.

Kata kunci : mentimun, DGU, DGK

PENDAHULUAN

Mentimun merupakan tanaman sayuran utama yang dibudidayakan oleh petani di Indonesia (Anwar *et al.*, 2005). Sejak tahun 2000 sampai 2009 peningkatan luas panen mentimun mencapai 28% (Kementan, 2011). Sementara itu, produktifitas mentimun di Indonesia masih sangat rendah yaitu 8,5–10,4 ton/ha (Kementan, 2011). Salah satu faktor penyebab rendahnya daya hasil tanaman sayuran di Indonesia antara lain penggunaan benih sayuran yang mutu genetik dan fisiologisnya kurang baik (Anwar *et al.*, 2005).

Hibridisasi merupakan teknik yang potensial dalam upaya meningkatkan daya hasil suatu komoditas tanaman dengan karakter yang dikehendaki. Pendugaan daya gabung (*combining ability*) merupakan cara yang efektif dan efisien dalam menyeleksi suatu galur/tetua dalam hibridisasi sehingga dapat diperoleh hibrida dengan daya hasil tinggi serta memiliki karakter baik lainnya sesuai yang dikehendaki (Olfati *et al.*, 2010; Dogra & Kanwar, 2011; Suhendi *et al.*, 2004).

Penelitian ini bertujuan untuk menduga daya gabung umum (DGU) dan daya gabung khusus (DGK) karakter hasil dan komponen hasil dari beberapa galur mentimun. Penelitian ini diharapkan dapat mengidentifikasi calon tetua dan kombinasi persilangan yang memiliki nilai DGU dan DGK yang tinggi untuk karakter hasil dan komponen hasil.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan dalam dua rangkaian kegiatan. Kegiatan pertama adalah pembentukan benih hibrida F1 hasil persilangan setengah dialel dari lima galur (P1, P2, P3, P4, dan P5) koleksi plasma nutfah Balitsa yang dilaksanakan pada bulan Oktober 2011 – Mei 2012 di kebun percobaan Balitsa, Lembang (1250 m dpl). Kegiatan kedua adalah evaluasi tetua dan F1 hasil persilangan setengah dialel yang dilaksanakan pada bulan Juli – Oktober 2012 di dua lokasi. Lokasi pertama di kebun percobaan Subang pada ketinggian 100 m dpl dan lokasi kedua di kebun percobaan Balai Penelitian Sayuran Lembang pada ketinggian 1.250 m dpl.

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Lengkap. Setiap lokasi terdiri dari 10 genotipe F1 dan 5 galur tetua dengan pengulangan 3 kali sehingga di setiap lokasi dihasilkan 45 satuan percobaan dan setiap satuan percobaan terdiri dari 20 tanaman.

Tanah yang akan ditanami dibajak dahulu sedalam 40-50 cm. Selanjutnya dibuatkan bedengan dengan ukuran 1,2 × 5,5 meter, tinggi 40 cm. Pada saat pembuatan bedengan, sebagai pupuk dasar tambahkan pupuk kandang sebanyak 20 ton/ha dan dolomit 2 ton/ha, kemudian ditutup mulsa hitam perak. Jarak tanam yang digunakan adalah 50 × 60 cm.

Sebelum ditanam, benih mentimun disemai pada bumbunan yang berdiameter 50 mm dan tinggi 60 mm dengan media tanah dicampur pupuk kandang dengan komposisi 1:1. Bibit dipindah ke lubang tanam setelah berumur lebih kurang 5-7 hari disemai.

Pupuk susulan NPK dengan dosis 300 kg/ha diberikan secara bertahap sebanyak 4 kali pada umur 7 hari setelah tanam (hst), 14 hst, 28 hst dan 45 hst. Pemupukan dilakukan dengan cara melarutkan 10 gram NPK ke dalam 1 liter air kemudian dikocorkan ke tanaman dengan dosis 250 ml/tanaman. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan sesuai dengan jenis dan tingkat serangan yang terjadi. Dosis dan frekuensi penyemprotan dilakukan sesuai dengan rekomendasi yang terdapat dalam kemasan obat.

Pengamatan dilakukan terhadap jumlah buah per tanaman, dihitung dari setiap tanaman sampel dengan menjumlah semua buah yang berhasil dipanen sejak panen pertama hingga panen terakhir. Berat buah per tanaman, menjumlah berat semua buah yang berhasil di panen sejak panen pertama hingga panen terakhir dari setiap tanaman sampel. Berat per buah, membagi berat dengan jumlahnya dari semua buah yang berhasil dipanen dari setiap tanaman sampel. Panjang buah, lima buah dari setiap tanaman sampel diukur panjangnya dalam satuan sentimeter. Diameter buah, lima buah dari setiap tanaman sampel di ukur diameter pada bagian tengah dalam satuan sentimeter.

Analisis daya gabung dilaksanakan dua tahap, yaitu analisis varians untuk mengetahui perbedaan respon antar genotipe, jika pada analisis varians diperoleh respon genotipe yang berbeda nyata maka dilanjutkan analisis daya gabung. Analisis menggunakan program SAS Model Zhang dan Kang (1977). Analisis daya gabung umum (DGU) dan daya gabung khusus (DGK) berdasarkan pada metode 2 model 1 dari Griffing (1956). Analisa dilakukan terhadap keturunan pertama hasil persilangan (F1) dari tetuanya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 menunjukkan bahwa efek DGU sangat nyata untuk semua karakter pengamatan. Efek DGK sangat nyata untuk karakter jumlah buah, berat buah per tanaman, berat per buah dan panjang buah, dan nyata untuk karakter diameter buah. Kuadrat tengah DGU relatif lebih besar daripada kuadrat tengah DGK.

Menurut Aryana (2008), nilai DGU yang nyata mengindikasikan setiap galur memiliki kemampuan yang berbeda dalam menghasilkan keturunan dan terdapat satu atau lebih galur yang merupakan penggabung yang baik untuk karakter- karakter tersebut. Efek DGK nyata menunjukkan bahwa kombinasi persilangan dapat menghasilkan keturunan

yang lebih baik atau lebih jelek dibandingkan kedua tetuanya (Aryana, 2008). Menurut Abro *et al.* (2009); Dogra & Kanwar (2011), kuadrat tengah DGU dan DGK yang berbeda nyata menunjukkan bahwa aksi gen aditif dan nonaditif berperan dalam mengendalikan karakter tersebut.

Perbandingan kuadrat tengah DGU dengan DGK yang lebih besar dari satu mengindikasikan bahwa aksi gen aditif lebih berperan dari pada aksi gen nonaditif dalam mengendalikan karakter-karakter tersebut (Kimani & Derera, 2009; López-Sesé & Staub, 2002). Demikian halnya menurut Ali *et al.* (1995); Hallauer (2010), kuadrat tengah GCA yang berbeda sangat nyata dan relatif lebih besar dari kuadrat tengah SCA pada suatu persilangan, mengindikasikan bahwa efek gen aditif lebih berperan pada persilangan tersebut.

Tabel 1. Rekapitulasi kuadrat tengah gabungan dari dua lokasi, hasil persilangan diallel (5 × 5) untuk karakter hasil dan komponen hasil.

Sumber Ragam	db	Jumlah Buah per Tanaman	Berat Buah per Tanaman	Berat per Buah	Panjang Buah	Diameter Buah
Genotipe	14	29,44**	600058,32**	1739,93**	49,99**	0,13**
DGU	4	36,61**	1172718,13**	5046,30**	165,95**	0,40**
DGK	10	26,57**	370994,40**	417,38**	3,61**	0,03*
Genotipe*Lokasi	14	3,8	110007,48	225,01*	1,92**	0,02**
DGU*Lokasi	4	3,3	104709,13	321,09*	4,59**	0,03*
DGK*Lokasi	10	3,9	112126,82	186,57	0,85	0,03*
Galat	56	3,3	59903,39	102,35	0,51	0,01
KK		21,34	23,91	8,55	5,21	3,12

Keterangan: * = berbeda nyata pada taraf α 5%. ** = sangat berbeda nyata pada taraf α 1%.

Interaksi DGU×lokasi sangat nyata pada karakter panjang buah, nyata pada karakter berat per buah dan diameter buah. Interaksi DGK×lokasi sangat nyata hanya pada karakter diameter buah. Adanya interaksi DGU dan DGK terhadap lokasi pada karakter tertentu menunjukkan bahwa efek daya gabung umum tetua dan daya gabung khusus hibrida pada karakter tersebut dapat berubah pada lingkungan yang berbeda (Filho *et al.*, 1981; Beyene *et al.*, 2011). Menurut Iqbal *et al.* (2010) interaksi yang nyata antara DGU dan DGK dengan lokasi menunjukkan bahwa alel yang

mengatur DGU dan DGK bertindak berbeda pada lingkungan yang berbeda. Menurut Sheikh & Singh (2000), adanya interaksi antara DGU dan DGK terhadap lokasi menunjukkan bahwa komponen genetik baik aditif ataupun nonaditif bersifat sensitif terhadap perubahan lingkungan yang terjadi.

Nilai duga DGU cukup bervariasi pada semua genotipe (Tabel 2). Genotipe dengan nilai DGU positif menunjukkan bahwa genotipe tersebut memiliki kemampuan bergabung yang baik dengan genotipe lainnya untuk karakter tertentu (Zare *et al.*, 2011). Meskipun demikian, pada karakter tertentu DGU bernilai negatif sangat dikehendaki (Aryana, 2008). Misalnya pada karakter umur panen, DGU yang diharapkan adalah yang bernilai negatif (Malik *et al.*, 2004; Gupta *et al.*, 2011) karena menunjukkan kegenjahan serta mengindikasikan bahwa genotipe tersebut memiliki daya gabung yang baik untuk karakter tersebut (Dogra & Kanwar, 2011).

Tabel 2. Nilai DGU tetua gabungan dua lokasi untuk karakter hasil

Genotipe	Jumlah Buah Per Tanaman	Berat Buah Per Tanaman (g)
P1	0,84	238,23
P2	-0,62	-98,21
P3	1,19	107,55
P4	-0,65	-84,53
P5	-0,76	-163,03

Nilai DGU positif dan tertinggi untuk karakter jumlah buah per tanaman dihasilkan oleh galur P3 (1,19) diikuti oleh P1 (0,84). Nilai DGU positif dan tertinggi untuk karakter berat buah per tanaman dimiliki oleh galur P1 (238,23) diikuti oleh P3 (107,55). Hal menunjukkan bahwa genotipe P1 dan P3 dapat digunakan dalam program hibridisasi untuk mendapatkan hibrida unggul pada karakter jumlah buah per tanaman dan berat buah per tanaman.

Tabel 3 menunjukkan bahwa pada karakter berat per buah, nilai DGU galur P1 dipengaruhi oleh lokasi sedangkan P2, P3, P4 dan P5 tidak. Namun demikian nilai DGU tertinggi, baik di lokasi Lembang maupun Subang dihasilkan oleh P1 yaitu berturut-turut sebesar 21,49 dan 12,25. Nilai DGU

tertinggi akan dihasilkan bila menanam keturunan genotipe P1 di lokasi Lembang.

Tabel 3. Nilai DGU tetua pada dua lokasi berbeda untuk karakter komponen hasil

Genotipe	Berat per Buah (g)		Panjang Buah (cm)		Diameter Buah (cm)	
	Lembang	Subang	Lembang	Subang	Lembang	Subang
P1	21,49 ^a	12,25 ^b	3,84 ^a	2,84 ^b	-0,15 ^a	-0,18 ^a
P2	-5,31 ^d	-0,67 ^c	-1,33 ^d	-0,64 ^c	0,09 ^b	0,07 ^b
P3	-1,92 ^e	-2,58 ^e	-1,07 ^e	-0,68 ^e	0,03 ^c	0,10 ^d
P4	0,07 ^f	3,42 ^f	0,12 ^f	0,32 ^f	-0,01 ^f	0,00 ^f
P5	-14,34 ^g	-12,42 ^g	-1,55 ^g	-1,83 ^g	0,04 ^g	-0,01 ^g

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf α 5%.

Pada karakter panjang buah (Tabel 3) pengaruh lokasi terhadap nilai DGU sangat nyata pada galur P1 dan P2 dan tidak nyata terhadap galur P3, P4 dan P5. Nilai DGU positif dan tertinggi, baik di lokasi Lembang maupun Subang dihasilkan oleh P1 yaitu berturut-turut sebesar 3,84 dan 2,84. Pada karakter ini nilai DGU tertinggi akan dihasilkan dari keturunan P1 yang ditanam di Lembang.

Pada karakter diameter buah, pengaruh lokasi terhadap DGU nyata hanya pada genotipe P3 dan tidak nyata pada genotipe lainnya. DGU positif dan tertinggi di lokasi Lembang dihasilkan oleh P2 (0,09) dan di lokasi Subang dihasilkan oleh P3 (1,08). Tetua dengan nilai DGU tinggi bila digunakan sebagai tetua persilangan akan menghasilkan hibrida yang memiliki vigor baik pada karakter yang bersangkutan.

Hibrida yang dapat direkomendasikan sebagai kandidat hibrida terbaik adalah hasil dari persilangan tetua yang memiliki nilai efek daya gabung khusus tinggi (Sujiprihati *et al.*, 2007). Tabel 4 menyajikan nilai daya gabung khusus hibrida mentimun hasil persilangan diallel.

Selain pada karakter yang berhubungan dengan kegenjahan seperti umur panen, genotipe yang mempunyai nilai DGK tinggi merupakan gambaran bahwa genotipe tersebut memiliki kemampuan bergabung dengan genotipe lain dan memberi peluang penampilan terbaik. Nilai DGK positif

mengindikasikan bahwa genotipe tersebut memiliki nilai DGK yang baik (tinggi). Sebaliknya nilai DGK negatif artinya genotipe tersebut memiliki nilai DGK rendah untuk karakter tertentu (Zare *et al.*, 2011). Menurut Uddin *et al.*, (2009) nilai DGK tinggi tidak hanya dihasilkan dari persilangan antara tetua dengan nilai DGU tinggi saja tapi bisa juga dari hasil persilangan antara tetua dengan DGU tinggixDGU rendah atau DGU rendahxDGU rendah.

Pada karakter jumlah buah per tanaman delapan kombinasi persilangan memiliki nilai DGK positif (Tabel 4). Tiga kombinasi dengan nilai DGK tertinggi dihasilkan oleh hibrida P3xP4 (2,66) diikuti oleh hibrida P2xP5 (2,40) dan P1xP2 (2,38) yang merupakan persilangan dari tetua yang memiliki nilai DGU tinggi x rendah dan sedang x rendah.

Tabel 4. Nilai duga DGK hibrida mentimun hasil persilangan diallel gabungan dua lokasi pada beberapa karakter

Hibrida	Jumlah Buah per Tanaman	Berat Buah per Tanaman (g)	Berat per Buah (g)	Panjang Buah (cm)
P1 x P2	2,38	321,15	1,31	-0,71
P1 x P3	-0,21	20,45	0,22	0,35
P1 x P4	0,23	25,75	-2,11	0,15
P1 x P5	1,18	196,59	10,84	-0,05
P2 x P3	0,93	91,13	0,68	0,53
P2 x P4	0,57	70,90	-0,74	0,27
P2 x P5	2,40	274,21	5,72	0,18
P3 x P4	2,66	158,49	-13,28	-1,87
P3 x P5	0,37	63,98	6,10	0,39
P4 x P5	-0,11	41,83	6,44	0,80

Pada karakter berat buah per tanaman, semua persilangan memiliki nilai DGK positif. Nilai DGK tertinggi dimiliki oleh hibrida P1xP2 (321,15) diikuti oleh hibrida P2xP5 (274,21) dan P1xP5 (196,59) yang merupakan persilangan dari tetua dengan nilai DGU tinggi x rendah dan rendah x rendah. Berdasarkan informasi ini, hibrida P1xP2, P1xP5, dan P2xP5 memiliki DGK tinggi untuk karakter berat buah per tanaman.

Pada karakter berat per buah tujuh kombinasi persilangan

menunjukkan nilai DGK positif yang merupakan persilangan dari tetua dengan nilai DGU tinggi \times rendah, rendah \times rendah, dan medium \times rendah. Nilai DGK tertinggi dihasilkan oleh hibrida P1 \times P5 (10,84) yang merupakan persilangan dari tetua dengan DGU tinggi \times rendah. Selain itu, nilai DGK tinggi juga dimiliki oleh hibrida P2 \times P5, P3 \times P5, dan P4 \times P5 masing-masing sebesar 5,72, 6,10, dan 6,44.

Pada karakter panjang buah, tujuh kombinasi persilangan menunjukkan nilai DGK positif. Tiga kombinasi persilangan dengan DGK tinggi dihasilkan oleh hibrida P4 \times P5 (0,80), P2 \times P3 (0,53), dan P3 \times P5 (0,39) yang memiliki nilai DGU rendah dan sedang untuk sifat tersebut. Nilai DGK tertinggi untuk sifat ini dimiliki oleh hibrida P4 \times P5 (0,80).

Adanya interaksi lokasi terhadap DGK pada karakter diameter buah mengakibatkan terjadinya perbedaan nilai DGK untuk karakter tersebut dari hibrida yang sama pada lokasi yang berbeda (Tabel 5). Menurut Deitos *et al.* (2006) hal ini bermakna bahwa pengaruh aksi gen nonaditif (vigor hibrida) pada karakter tersebut dipengaruhi oleh perubahan lokasi. Oleh karena itu dalam seleksi untuk mendapatkan hibrida, setiap lokasi pengujian harus dipertimbangkan secara terpisah.

Berdasarkan Tabel 5, nilai daya gabung khusus untuk karakter diameter buah tertinggi di Lembang dihasilkan oleh hibrida P2 \times P4 (0,09). Di Subang, nilai DGK tertinggi dihasilkan oleh hibrida P2 \times P5 (1,61). Pengaruh lokasi terhadap DGK sangat nyata pada hibrida P2 \times P5 sehingga meskipun di Subang P2 \times P5 menunjukkan nilai DGK tertinggi, tetapi tidak demikian halnya bila ditanam di Lembang.

Tabel 5. Nilai DGK hibrida mentimun hasil persilangan diallel di dua lokasi pada karakter diameter buah

Hibrida	Diameter Buah	
	Lembang	Subang
P1 x P2	0,02 ^a	-0,10 ^a
P1 x P3	-0,02 ^b	-0,09 ^b
P1 x P4	-0,05 ^c	-0,11 ^c
P1 x P5	0,03 ^d	0,15 ^d
P2 x P3	-0,13 ^e	0,10 ^e
P2 x P4	0,09 ^f	0,02 ^f
P2 x P5	-0,09 ^h	0,20 ^g
P3 x P4	0,07 ⁱ	0,09 ⁱ
P3 x P5	0,04 ^j	0,04 ^j
P4 x P5	-0,06 ^k	-0,12 ^k

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama, pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf α 5%.

KESIMPULAN

1. Terdapat interaksi antara DGU dengan lingkungan untuk karakter berat per buah, panjang buah dan diameter buah. Interaksi antara DGK dengan lingkungan terjadi pada karakter diameter buah.
2. Galur P1 memiliki nilai daya gabung umum terbaik untuk karakter berat buah per tanaman dan galur P3 memiliki nilai daya gabung umum terbaik untuk karakter jumlah buah per tanaman di dua lokasi pengujian.
3. Kombinasi persilangan yang memiliki nilai DGK tinggi untuk karakter hasil adalah hibrida P1xP2, P1xP5, P2xP5 dan P3xP4. Persilangan tersebut merupakan calon hibrida unggul untuk pengujian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abro, S., M.M. Kandhro, S. Laghari, M.A. Arain & Z.A. Deho. 2009. Combining Ability And Heterosis For Yield Contributing Traits In Upland Cotton (*Gossypium Hirsutum* L.). *Pak. J. Bot.*, 41(4): 1769-1774.
- Ali, N., J.C. Wyne & J.P. Murphy. 1995. Combining Ability Estimates For Early Maturity and Agronomic Traits in Peanut (*Arachis hypogea* L.). *Pak. J. Bot.* 27(1): 111-119.
- Anwar, A., Sudarsono & S. Ilyas. 2005. Perbenihan Sayuran di Indonesia: Kondisi Terkini dan Prospek Bisnis Benih Sayuran. *Bul. Agron.* 33(1): 38 – 47.
- Aryana, Igp. M. 2008. Daya Gabung Umum Dan Daya Gabung Khusus Padi Beras Merah Hasil Silang Puncak. *Agroteksos* Vol. 18 No. 1-3, hal: 27-36.
- Beyene, Y., S. Mugo, J. Gakunga, H. Karaya, C. Mutinda, T. Tefera, S. Njoka, D. Chepkesis, J. M. Shuma & R. Tende. 2011. Combining ability of maize (*Zea mays* L.) inbred lines resistant to stem borers. *African Journal of Biotechnology* Vol. 10(23), pp. 4759-4766
- Deitos, A., E. Arnhold , F. Mora & G.V. Miranda. 2006. Yield and combining ability of maize cultivars under different ecogeographic conditions. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 6:222-227.
- Dogra, B.S. & M.S. Kanwar. 2011. Exploitation of Combining Ability in Cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Research Journal of Agricultural Sciences* 2(1): 55-59.
- Filho, V. N., E. E. G. E Gama, R.T. Vianna & J. R. Mõro. 1981. General And Specific Combining Ability For Yield In A Diallel Cross Among 18 Maize Populations (*Zea Mays* L.). *Rev. Brasil. Genet.* 4, 571-577
- Gupta, P., Chaudhary, & S.K. Lal. 2011. Heterosis and Combining Ability Analysis for Yield and its Component in Indian Mustard (*Brassica juncea* L. Czern and Coss). *Academic Journal of Plant Science* 4(2) : 45-52.
- Griffing B. 1956. Concept of General and Specific Combining Ability in Relation to Diallel Crossing System. *Aus. Biol Sci* 9(4) : 463-493.
- Hallauer AR., Marcelo J.C. & Miranda JB. 2010. *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. Springer Science and Business Media.
- Iqbal, A. M., F. A. Nehvi, S. A. Wani, H. Qadri, Z. A. Dar & A. A. Lone. 2010. Combining ability studies over environments in Rajmash (*Phaseolus Vulgaris* L.) in Jammu and Kashmir, India. *Journal of Plant Breeding and Crop Science* Vol. 2(11), pp. 333-338
- Kementerian Pertanian. 2011. Basis Data Pertanian. http://www.deptan.go.id/tampil.php?page=inf_basisdata (diakses

- tanggal 16 September 2012).
- Kimani, J. M. & J. Derera. 2009 Combining ability analysis across environments for some traits in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under low and high soil phosphorus conditions. *Euphytica* 166:1–13.
- López-Sesé, A. I. & J. Staub. 2002. combining ability analysis of yield components in cucumber. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 127(6):931–937.
- Malik, S.I., H. N. Malik, N. M. Minhas & M. Munir . 2004. General and specific combining ability studies in maize diallel crosses. *Int. J. Agri. Biol.*, Vol. 6, No. 5: 856–859.
- Olfati, J.A., H. Samizadeh, B. Rabiei & G.H. Peyvast. 2012. Griffing's methods comparison for general and specific combining ability in cucumber, *The scientific world journal*. Vol. 2012, pp.1-4.
- Sheikh, S. & I. Singh.2000. Combining ability analysis over environments in bread wheat in diallel cross data. *Agric. Sci. Digest*, 20 (2): 137-138.
- Suhendi, D., A.W. Susilo & S. Mawardi. 2004. Analisis daya gabung karakter pertumbuhan vegetatif beberapa klon kakao (*Theobroma cacao* L.), *Zuriat*, vol. 15, no.2, hlm. 125-132
- Sujiprihati, S., Rahmi Yuniarti, Muhamad Syukur & Undang. 2007. Pendugaan nilai heterosis dan daya gabung beberapa komponen hasil pada persilangan dialel penuh enam genotipe cabai (*Capsicum annum* L.). *Bul. Agron.* (35) (1) 28-35.
- Uddin, M. N., M.M.Hossain, M. M. Rahman, S. Ahmad & A.K.M.
- Quamruzzaman. 2009. Combining ability and gene action in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Saarc J. Agri.*, 7 (1), 64-72.
- Zare, M., R. Choukan, E. M. Heravan, M. R. Bihamta & K. Ordoorkhani. 2011.
- Gene action of some agronomic traits in corn (*Zea mays* L.) using diallel cross analysis. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 6(3), pp. 693-703.
- Zhang, Y & Kang, M.S. 2003. DIALLEL-SAS: A SAS program for griffing's diallel analyses. Hal: 1-19. *In: M.S. Kang (Ed.) Handbook of Formulas and Software for Plant Geneticists and Breeders*. Food Product Press® and Haworth Reference Press, Imprint of The Hawort Press, Inc. New York.