

# STABILITAS HASIL DAN ADAPTABILITAS GENOTIPE JAGUNG HIBRIDA TOLERAN KEKERINGAN MENGGUNAKAN METODE ADDITIVE MAIN EFFECT MULTIPLICATIVE INTERACTION (AMMI)

## Yield Stability and Adaptability Genotype of Hybrids Maize Dry Tolerant Using Additive Main Effect Multiplicative Interaction (AMMI) Methods

Fadjry Djufry<sup>1</sup> dan Martina S. Lestari<sup>2</sup>

1. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan, Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 17,5 Sudiang – Makassar 90242

2. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Papua

E-mail :dfadjry2006@yahoo.com

(Makalah diterima, 20 Oktober 2012 – Revisi, 21 Desember 2012)

### ABSTRAK

Provinsi Papua memiliki potensi lahan pertanian cukup luas yang tersebar di 20 kabupaten. Sentra pengembangan pertanian khususnya komoditi jagung banyak dibudidayakan di lahan dataran rendah beriklim kering di kabupaten Keerom, Jayapura dan Merauke. Komoditi jagung hibrida banyak diusahakan pada agroekosistem yang beragam sehingga diperlukan varietas yang dapat beradaptasi luas pada berbagai lingkungan. Penelitian bertujuan untuk menilai stabilitas hasil dan adaptabilitas 9 galur harapan jagung hibrida dan 3 varietas pembanding di 3 lokasi di Papua. Penelitian dilaksanakan mulai April - September 2010 di 3 sentra produksi jagung yaitu Kabupaten Jayapura (Nimbokrang), Kabupaten Keerom (Arso) dan Kota Jayapura (Koya Barat). Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok disetiap lokasi percobaan dengan 12 perlakuan, dan setiap perlakuan diulang 3 kali. Selanjutnya dianalisis menggunakan *additive main effects and multiplicative interaction* (AMMI) untuk mengetahui stabilitas hasil dan adaptabilitas setiap galur. Bahan penelitian terdiri atas 9 galur harapan jagung hibrida yaitu G1001, G1002, G1003, G1004, G1005, G1006, G1007, G1008, G1009, dan 3 varietas pembanding yaitu Makmur 4, AS1, dan Bima 4. Setiap galur ditanam pada petak berukuran 3,75 m x 4 m, dengan jarak tanam 75 cm x 45 cm dan 1 tanaman perumpun. Stabilitas dan adaptabilitas galur-galur yang diuji dihitung dengan metode analisis AMMI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, kisaran hasil 9 galur yang diuji adalah 4.00 – 7.44 t/ha dengan rata-rata 5.86 t/ha. Hasil tertinggi dimiliki galur G1006 (7.44 t/ha). Hasil analisis gabungan memperlihatkan bahwa, lokasi, galur dan interaksinya sangat nyata untuk hasil biji. Penggunaan model AMMI menunjukkan bahwa Galur G1002, G1003, G1008 dan Galur G1009 teridentifikasi sebagai galur stabil pada tiga lokasi uji (beradaptasi luas). Galur G1006 beradaptasi spesifik untuk lokasi Arso, G1005 spesifik untuk lokasi Nimbokrang dan galur G1007 untuk spesifik lokasi Koya Barat, dan Galur G1009 berpotensi diusulkan sebagai varietas unggul jagung hibrida berdaya hasil tinggi.

Kata Kunci: AMMI, Genotip jagung hibrida, toleran kekeringan.

### ABSTRACT

Papua province has the potential of agricultural land that is wide enough spread in several districts. Agricultural development centers in particular commodity corn farmed in many lowland dry climate Keerom district, Jayapura and Merauke. Commodity maize hybrids grown in many diverse agro ecosystems that required extensive varieties that can adapt to various environments. The study aims to assess the stability and adaptability results promising lines 9 and 3 varieties of hybrid maize comparator in 3 locations in Papua. The study was conducted from April to September 2010 at three centers namely maize production Jayapura (Nimbokrang), Keerom (Arso) and Jayapura City (West Koya). Research using randomized block design experiment with 12 treatment in each locations, and three replications. Then analyzed using the additive and multiplicative interaction (AMMI) to determine yield stability and adaptability of each strain. The research material consisted of nine strains of hybrid maize expectation that G1001, G1002, G1003, G1004, G1005, G1006, G1007, G1008, G1009, and 3 varieties as check namely Makmur 4, AS1, and Bima 4. Each strain is grown on plots measuring 3.75 mx 4 m, with a spacing of 75 cm x 45 cm and 1 plant. Stability and adaptability of the tested strains was calculated according to the AMMI analysis methods. The results showed that the average results of nine strains tested were 4.00 to 7.44 t/ha with a mean of 5.86 t/ ha. Results highest strain G1006 (7.44 t/ha). The results of combined analysis showed that the location, and the interaction is very real strain on grain yield. Use of AMMI models indicate that the strain G1002, G1003, G1008 and G1009 strain identified as a strain stabilized at three test sites (adapted broad), strain G1006 adapt Arso site-specific, site-specific Nimbokrang G1005 and G1007 for the specific strain of West Koya, and Strain G1009 proposed as potentially yielding varieties of high yielding maize hybrids.

Key words: AMMI, dry tolerant, Genotype hybrid maize.

## PENDAHULUAN

Jagung merupakan tanaman sereal penting yang dibudidayakan hampir di berbagai daerah pertanian di Papua. Jagung digunakan sebagai bahan pakan, bahan baku industri dan bahan pangan yang penting bagi peningkatan ketahanan pangan Nasional (Subandi et al. 2003). Produksi dan produktivitas jagung di Papua belum optimal karena tingginya variasi agroekosistem dan rendahnya pemanfaatan kultivar baru seperti kultivar hibrida. Dalam program pemuliaan jagung, pencarian genotipe dengan hasil tinggi diadaptasi dalam lingkungan yang beragam adalah salah satu tujuan paling penting bagi peningkatan produksi tanaman pangan.

Pelepasan varietas merupakan salah satu tahapan penting dalam pembentukan genotipe baru. Sebelum dilepas dan dikembangkan ke masyarakat sebagai varietas unggul, genotipe perlu mendapat pengujian daya hasil pada berbagai lokasi. Uji multilokasi bertujuan untuk mengetahui daya hasil dan daya adaptasi dari genotipe-genotipe diberbagai lokasi yang berbeda dan mengkaji interaksi genotipe x lingkungan. Menurut Tariq et al. (2003) dan Min et al. (2003), bahwa kajian uji stabilitas dan adaptasi genotipe/galur pada berbagai lingkungan bermanfaat dalam pemberian rekomendasi varietas yang dapat dibudidayakan pada suatu tempat. Selanjutnya informasi tentang stabilitas fenotipe bermanfaat untuk seleksi varietas dan program pemuliaan tanaman (Admassu et al., 2008).

Menurut Baihaki dan Wicaksana (2005), informasi interaksi  $G \times E$  sangat penting bagi negara-negara yang variabilitas biogeofisiknya luas seperti Indonesia. Pemulia dapat memanfaatkan potensi lingkungan spesifik dalam kebijakan penentuan penerapan kebijakan wilayah sebaran suatu varietas unggul baru. Dalam hal ini ada dua alternatif pilihan, yaitu : (1) melepas varietas unggul baru dengan potensi hasil tinggi untuk kisaran spatial yang luas (*wide adaptability*), (2) melepas varietas unggul baru dengan potensi hasil tinggi pada wilayah tumbuh yang spesifik (*spesifik lingkungan tumbuh-specific adaptability*).

Daya adaptasi genotipe dapat diamati dengan mempelajari interaksi antara genotipe x lingkungan atau genotipe x musim tanam (Finlay dan Wilkinson, 1963). Adaptabilitas dan stabilitas adalah kemampuan suatu genotip untuk tetap hidup dan melakukan perkembangbiakan dalam keadaan lingkungan yang beragam (Nor dan Cady, 1979). Stabilitas hasil merupakan karakter yang diwariskan melalui daya sangga populasi yang secara genetik heterogen.

*Additive main effects and multiplicative interaction* model (AMMI model) merupakan suatu model multivariat yang digunakan dalam penelitian pemuliaan untuk mengkaji genotype x environment interaction (GEI) pada suatu percobaan uji multilokasi. Gauch & Zobel (1996), mengemukakan bahwa model AMMI merupakan suatu model penggabungan dari pengaruh aditif pada analisis ragam dan pengaruh multiplikatif pada analisis komponen utama. Selanjutnya Ruswandi et al. (2008), mengemukakan bahwa metode AMMI dapat menyeleksi hibrida superior potensial baik yang stabil pada lingkungan yang luas maupun pada lingkungan yang spesifik.

Analisis AMMI dapat menjelaskan interaksi galur dengan lokasi. Hasil analisis AMMI dapat ditampilkan secara grafik dalam bentuk biplot supaya mudah menginterpretasi interaksi

antara genotipe dan lingkungan (Yan et al. 2000; Yan et al. 2007). Dalam menyajikan pola sebaran titik-titik genotipe dengan kedudukan relatifnya pada lokasi, maka hasil penguraian nilai singular diplotkan antara satu komponen genotipe dengan komponen lokasi secara simultan. Biplot AMMI meringkas pola hubungan antar galur, antar lingkungan, dan antara galur dan lingkungan. Biplot tersebut menyajikan nilai komponen utama pertama dan rata-rata. Biplot antara nilai komponen utama kedua dan nilai komponen utama pertama bisa ditambahkan jika komponen utama kedua tersebut nyata (Mattjik dan Sumertajaya, 2002; Aggia et al. 2009). Dengan demikian analisis AMMI dapat meningkatkan keakuratan dugaan respon interaksi galur dengan lingkungannya.

Penelitian ini bertujuan untuk untuk menilai stabilitas hasil dan adaptabilitas 9 galur harapan jagung hibrida pada tiga lokasi menggunakan analisis *additive main effects and multiplicative interaction* (AMMI).

## METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan 9 galur harapan jagung hibrida yaitu G1001, G1002, G1003, G1004, G1005, G1006, G1007, G1008, dan G1009. Varietas pembanding yaitu, Makmur 4, AS1, dan Bima. Penelitian dilaksanakan mulai April-September 2010 di 3 sentra produksi jagung yaitu, Kabupaten Jayapura, Kabupaten Keerom dan Kota Jayapura. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok pada setiap lokasi dengan 3 ulangan. Setiap petak percobaan ditanami 30 tanaman dengan jarak tanam 75 cm x 45 cm. Tanaman dipupuk sesuai dengan dosis anjuran Urea: 250kg/ha, SP36: 100kg/ha dan KCl: 100kg/ha. Pengendalian hama dan penyakit tanaman dilakukan sesuai tingkat serangan dilapangan. Peubah yang diamati adalah hasil tongkol kering (t/ha).

Analisis ragam dilakukan secara parsial untuk setiap lokasi. Analisis ragam gabungan untuk hasil produksi mengikuti metode Gomes dan Gomes (1995). Bila uji F menunjukkan interaksi galur dan lingkungan ( $G \times E$ ) nyata, maka diteruskan dengan analisis interaksi  $G \times E$  menggunakan analisis model AMMI dengan software GenStat 14 dan untuk memudahkan interpretasi dilanjutkan dengan analisis biplot. Analisis AMMI mengikuti metode AMMI (Gauch 1992) sebagai berikut :

$$Y_{ge} = \mu + \alpha_g + \beta_e + \sum \lambda_n Y_{gn} \delta_{en} + \rho_{ge}$$

Dimana :

- $Y_{ge}$  = hasil galur ke-g pada lingkungan ke-e
- $\mu$  = rata-rata umum
- $\alpha_g$  = simpangan galur ke-g terhadap rata-rata umum
- $\beta_e$  = simpangan lingkungan ke-e terhadap rata-rata umum
- $\sum$  = jumlah sumbu PCA (Principle Component Analysis) dalam model
- $\lambda_n$  = nilai singular untuk PCA sumbu ke-n
- $Y_{gn}$  = nilai vektor ciri galur untuk PCA sumbu ke-n
- $\delta_{en}$  = nilai vektor ciri lingkungan untuk PCA sumbu ke-n
- $\rho_{ge}$  = galat sisa

Suatu galur dianggap stabil jika posisinya berada dekat dengan sumbu utama. Galur dianggap spesifik pada lokasi tertentu dapat dilihat melalui posisi masing-masing galur terhadap garis lokasi.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil analisis ragam pada Tabel 1 menunjukkan pengaruh galur nyata pada semua lokasi. Koefisien keragaman berkisar antara 7.73-11.68%. Koefisien keragaman di tiap lokasi yang kurang dari 25% menunjukkan bahwa semua lokasi dapat dianalisis secara bersama-sama menggunakan analisis ragam gabungan karena koefisien keragaman dari tiap lokasi masih dapat ditoleransi (Hadi dan Sa'diyah, 2004).

Tabel 1. Analisis ragam 12 galur harapan jagung hibrida untuk setiap lokasi di Papua

Lokasi	Kuadrat Tengah			KK (%)
	Ulangan	Galur	F hitung	
Keerom	0.165	4.924	11.719**	8.20
Koya Barat	0.040	2.284	6.297**	7.73
Nimborang	0.060	3.656	3.389**	11.68

Keterangan : \*\* = nyata (p= 0.05), KK = Koefisien Keragaman

Hasil analisis ragam gabungan terlihat bahwa lokasi, galur dan interaksi genotipe dengan lokasi berpengaruh nyata terhadap produksi jagung hibrida (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa tingkat produksi jagung hibrida sangat dipengaruhi oleh faktor lokasi, galur (genotipe) dan interaksi antara lokasi dengan genotipe. Sumbangan keragaman yang diberikan oleh masing-masing pengaruh terlihat bahwa pengaruh lokasi merupakan penyumbang terbesar kemudian pengaruh genotype dan pengaruh interaksi genotype dan lingkungan. Dengan demikian produksi jagung hibrida akan sangat bergantung pada jenis genotype dan kondisi lingkungan dimana jagung hibrida ditanam. Tiap galur jagung hibrida memiliki respon yang berbeda terhadap lingkungan atau lokasi. Oleh karena itu galur jagung hibrida yang mempunyai potensi hasil tinggi pada suatu lokasi belum tentu hasilnya konsisten pada lokasi yang lainnya. Menurut Vargas *et al.* (1998) interaksi genotipe dan lingkungan yang nyata akan mempengaruhi ekspresi tanaman. Ini artinya genotipe yang sama akan memberikan respon produksi yang berbeda pada lingkungan yang berbeda.

Tabel 2. Analisis Ragam Gabungan 12 genotipe jagung hibrida di tiga lokasi di Papua

SK	db	JK	% Kontribusi Komponen	KT	F hitung	P
Lokasi	2	67.0332	29.3194	33.5166	53.08**	<.001
Galur	11	73.9098	32.3271	6.7191	10.64**	<.001
Blok (Lokasi)	6	0.5311	0.2323	0.0885	0.14	0.990
Galur*Lokasi	22	45.4834	19.8938	2.0674	3.27**	<.001
Galat	66	41.6735		0.6314		
Total	107	228.6310				

Keterangan : (\*\*) Nyata pada  $\alpha = 0.05$  KK = 9.62%

Tabel 2 memperlihatkan hasil analisis ragam gabungan yang menunjukkan bahwa lokasi, galur dan interaksi galur dan lokasi berpengaruh nyata. Hal ini memungkinkan dilakukan analisis AMMI.

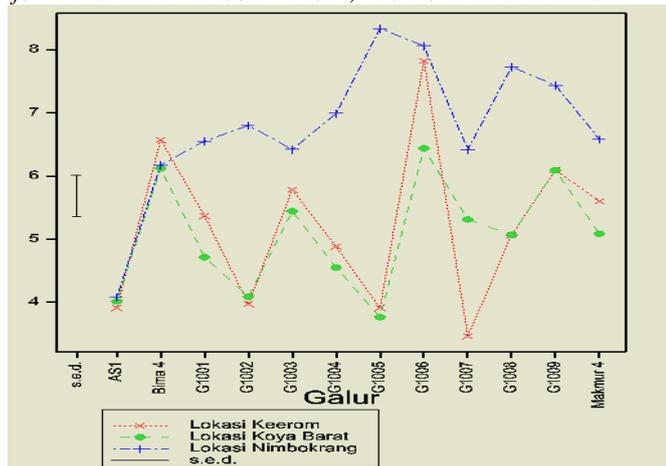
Lingkungan yang terbaik untuk penelitian multilokasi ditandai dengan besarnya nilai indeks lingkungan. Nilai indeks lingkungan dari 3 lokasi beragam dari -0.49 hingga 1.11 (Tabel 3). Lokasi pengujian Keerom dan Koya Barat kurang produktif dengan nilai -0.49 hingga -0.63, sedangkan lokasi Nimbokrang produktif dengan indeks lingkungan 1,11. Indeks lingkungan merupakan hasil rata-rata semua galur di suatu lingkungan dikurangi dengan hasil rata-rata galur disemua lingkungan. Lingkungan yang terbaik untuk penelitian multilokasi ditandai dengan besarnya nilai indeks lingkungan seperti Nimbokrang (+1,11) dengan rata-rata hasil 6.80 t/ha lebih tinggi dari pada rata-rata hasil di lokasi Keerom (5.20 t/ha) dan Koya Barat (5.06 t/ha).

Tabel 3. Hasil 9 galur harapan jagung hibrida dan 3 varietas pembanding pada 3 lokasi penelitian di Papua

Varietas/Galur	Lokasi			
	Keerom	Koya Barat	Nimbokrang	Rata-rata
G1001	5.37	4.72	6.55	5,55
G1002	3.98	4.09	6.80	4,96
G1003	5.78	5.44	6.42	5,88
G1004	4.88	4.55	6.99	5,47
G1005	3.91	3.77	8.33	5,34
G1006	7.82	6.44	8.06	7,44
G1007	3.47	5.31	6.42	5,07
G1008	5.07	5.07	7.73	5,96
G1009	6.09	6.09	7.44	6,54
Makmur 4	5.60	5.09	6.58	5,76
AS1	3.91	4.02	4.08	4,00
Bima 4	6.57	6.12	6.17	6,29
Rata-rata	5,20	5,60	6,80	5,86
Indeks Lingkungan	-0,49	-0,63	1,11	
KK (%)	8,20	7,73	11,68	

Nilai indeks lingkungan berkaitan dengan tingkat produktivitas suatu lingkungan, dimana indeks lingkungan positif dinilai sebagai lingkungan yang produktif dan indeks lingkungan negatif sebagai lingkungan yang marginal. Semakin tinggi nilai indeks lingkungan, maka hasil tongkol yang diperoleh akan lebih tinggi, sebaliknya semakin kecil indeks lingkungan maka rata-rata hasil semakin rendah. Indeks lingkungan dapat dijadikan penduga tingkat kesesuaian suatu genotip pada lokasi uji. Lokasi dengan nilai indeks lingkungan besar cocok untuk pertumbuhan tanaman uji (Eberhart dan Russell, 1966).

Respon hasil yang berbeda dari tiap genotip pada tiap lingkungan terjadi akibat adanya interaksi antara genotip dan lingkungannya, sehingga hasil tongkol jagung hibrida yang diperoleh pada lokasi 1 belum tentu sama dengan hasil pada lokasi lainnya Gambar 1.



Gambar 1. Interaksi 12 Galur pada 3 lokasi terhadap produksi jagung hibrida.

Gambar 1 memperlihatkan interaksi antara galur dan lokasi. Interaksi menunjukkan bahwa pengaruh galur terhadap produksi jagung hibrida (t/ha) bergantung pada lokasi tanam.

Begitupula pengaruh lokasi terhadap produksi jagung hibrida bergantung pada jenis galur. Gambar 1 juga menunjukkan bahwa galur yang menghasilkan produksi jagung tertinggi adalah galur G1005 di Nimbokrang, sedangkan produksi terendah dihasilkan galur G1007 di Keerom.

Analisis ragam gabungan (Tabel 2.) dan plot interaksi (Gambar 1.) menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara galur-lokasi, sehingga dilanjutkan analisis AMMI. Hasil penguraian bilinear terhadap matriks pengaruh interaksi dengan penguraian nilai singular dari matriks pengaruh interaksi menghasilkan 12 akar ciri positif.

Tabel 4. Kontribusi Keragaman Utama Interaksi (KUI)

KUI	Nilai Singular	Akar Ciri	Kontribusi keragaman (%)	Kontribusi keragaman Kumulatif (%)
1	3.503379	12.27366	81.0063	81.0063
2	1.696417	2.877829	18.9937	100
3	0	0	0	100

Dari 12 akar ciri terdapat 2 akar ciri bukan nol yaitu 12.27366 dan 2.877829. Kontribusi ragam yang dapat diterangkan oleh masing-masing KUI adalah 81.006% dan 18.994%. Berdasarkan nilai kontribusi keragaman tersebut terlihat bahwa satu komponen pertama memiliki peranan yang dominan dalam menerangkan keragaman pengaruh interaksi yaitu sebesar 81.01%. Dengan demikian jumlah komponen utama interaksi yang perlu dipertimbangkan untuk membangun model AMMI adalah sebanyak dua. Analisis ragam AMMI untuk dua komponen ditunjukkan pada Tabel 5.

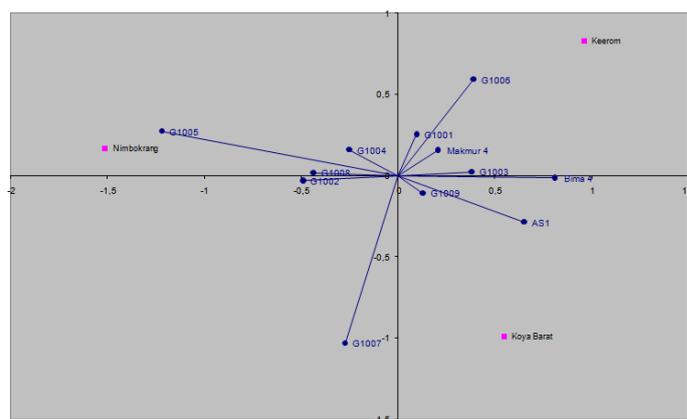
Tabel 5. Analisis ragam model AMMI 1 untuk hasil 9 galur dan 3 varietas jagung hibrida pada 3 lokasi di Papua.

SK	db	JK	KT	F-hit	Nilai Kritis F
Lokasi	2	67.0332	33.516	53.08*	3,135918
Galur	11	73.9098	6.7191	10.64*	1,936958
Blok	6	0.5311	0.0885	0.14	2,23948
Galur*Lokas	22	45.4834	2.0674	3.27**	1,705676
KUI 1	12	36.82	3.068	4.86***	1,902007
KUI 2	10	8.66	0.866	1.37	1,977476
Galat	66	41.6735	0.16		
Total	10	228.631			

Keterangan : (\*\*) Nyata pada  $\alpha = 0.05$

Biblot AMMI 2 sebagai alat visualisasi dari analisis AMMI dapat digunakan untuk melihat genotip-genotip stabil

pada seluruh lokasi uji atau spesifik pada lokasi tertentu. Biblot antara komponen utama 1 (IPCA 1) dan komponen utama 2 (IPCA 2) untuk hasil galur harapan jagung hibrida terlihat pada gambar 2. Garis yang menghubungkan galur ke titik pusat (0,0) memperlihatkan keamatan hubungan antara galur dan lingkungan. Semakin pendek jarak yang menghubungkan galur dengan titik pusat semakin tinggi tingkat kestabilan galur. Genotip dikatakan stabil jika berada dekat dengan sumbu, sedangkan genotipe yang yang spesifik lokasi adalah genotipe yang berada jauh dari sumbu utama tapi letaknya berdekatan dengan garis lokasi (Mattjik dan Sumertajaya, 2002). Dari biplot tersebut bahwa galur-galur jagung hibrida yang diuji terpisah menjadi kelompok galur stabil dan tidak stabil. Galur G1009 teridentifikasi sebagai galur stabil atau mampu beradaptasi luas, sedangkan delapan galur lainnya tergolong tidak stabil (beradaptasi spesifik lokasi). Galur G1009 selain stabil juga memiliki hasil 6.54 t/ha lebih tinggi dari pada varietas pembandingan Bima 4 (6.29 t/ha), Makmur 4 (5.76 t/ha), dan AS1 (4.00 t/ha). Galur Galur yang tidak stabil dan hanya beradaptasi spesifik lokasi dengan hasil tinggi yaitu galur G1006 (7.44 t/ha) beradaptasi pada lokasi Keerom, Galur G1005 (8.55 t/ha) beradaptasi pada lokasi Nimbokrang dan galur G1007 (5.31 t/ha) beradaptasi pada lokasi Koya Barat.



Gambar 2. Biblot antara Komponen Utama Interaksi 1 (IPCA 1) dan Komponen Utama Interaksi 2 (IPCA 2) untuk hasil galur harapan jagung hibrida.

### KESIMPULAN

- Galur G1002, G1003, G1008 dan Galur G1009 teridentifikasi sebagai galur stabil pada tiga lokasi uji (beradaptasi luas), berdaya hasil lebih tinggi dari varietas pembandingan Bima 4, Makmur 4 dan varietas AS1.
- Galur G1006 spesifik untuk lokasi Keerom, G1005 spesifik untuk lokasi Nimbokrang dan galur G1007 untuk spesifik lokasi Koya Barat.
- Galur G1009 berpotensi diusulkan sebagai varietas unggul jagung hibrida berdaya hasil tinggi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Admassu, S, Nigussie M and Zelleke H. 2008. Genotype environment interaction and stability analysis for grain yield of maize (*Zea mays*. L) in Ethiopia. *Asian Journal of Plant Sciences* 7(2): 163-169
- Anggia E.P., N. Rostini., Tri Hastini, E. Suryadi., S. Ruswandi dan D. Ruswandi., 2009. Seleksi hibrida jagung DR Unpad berdasarkan metode Eberhart – Russel dan AMMI. *Zuriat* Vol. 20 (2): 134-145.
- Baihaki dan Wicaksana. 2005. Interaksi genotip x lingkungan adaptabilitas dan stabilitas hasil dalam pengembangan tanaman varietas unggul di Indonesia. *Jurnal Zuriat* 16 (1): 1-8
- Eberhart, S.A. and W.A. Russell, 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.*, 6:36-40.
- Finlay, K.W., and G.N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in plant breeding progame. *Aust. J. Agric. Res.* 14:742-754.
- Gauch, H.G. 1992. Statistical analysis of regional yield trials: AMMI analysis of factorial designs. Elsevier Science Pub. Amsterdam, Netherland.
- Gauch, Jr., H.G. & R.W. Zobel. 1996. AMMI analysis of yield trial. In M.S. Kang and H.G. Gauch, Jr (Eds). *Genotype-by-environment interaction*. CRC Press, Boca Raton. New York, United State of America.
- Gomes, K.A., & A.A. Gomes. 1995. *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian*. Edisi Kedua. UI-Press.
- Hadi, A.F., dan H. Sa'diyah. 2004. Model AMMI untuk analisis interaksi galur x lokasi. *Jurnal Ilmu Dasar* 5(1):33-41.
- Krisnawati A., dan M.M Adie. 2009. Stabilitas dan hasil beberapa galur harapan kedelai. *Jurnal Penelitian tanaman Pangan*. Vol. 28(3):170-175.
- Mattjik, A.A. dan Sumertajaya. 2002. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab*. Edisi ke-2. IPB Press, Bogor.
- Min T. And. Saleh, G.B. 2003. Phenotypic stability of selected tropical maize genotypes at four locations. *Asian Journal of Plant Sciences* 2(10): 743-747
- Nor, K.M., and F.B. Cady. 1979. Methodology for indentifying wide stability in crops. *Agron. J.* 71:556-559.
- Ruswandi, D., Anggia E.P., E. Suryadi., S. Ruswandi, dan N. Rostini. 2008. Seleksi hibrida jagung DR Unpad berdasarkan stabilitas dan adaptabilitas hasil di delapan lokasi di Indonesia. *Zuriat* Vol. 19 (1): 71-85
- Sujiprihati, S., M. Syukur dan R. Yuniati. 2006. Analisis stabilitas hasil tujuh populasi jagung manis menggunakan metode *Additive main effects and multiplicative interaction* (AMMI). *Bul. Agron.* (34)(2) 93-97(2006).
- Tariq M, Irshad, M. Ulhaq, Kiami, A.A and Kamal, N. 2003. Phenotypic stability for grain in maize genotypes under varied rainfed enviroments. *Asian Journal of Plant Sciences* 2(1): 80-82
- Vargas, M., J. Crossa, K. Sayre, M. Reynolds, M.E. Ramirez, M. Talbot. 1998. Interpreting genotype x environment interaction in wheat by Partial Least Square Regression. *Crop Sci.* 38 (3):379-689.
- Yan W, Hunt LA, Sheng Q and Szlavnic Z. 2000. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. *Crop Science* 40: 597-605.
- Yan W, Kang MS, Ma B, Woods S and Cornelius PL. 2007. GGE biplot vs. AMMI analysis of genotype-by-environment data. *Crop Science* 47: 643-655.

