

ANALISIS STABILITAS HASIL GENOTIPE JAGUNG MENGUNAKAN METODE *FIXED AMMI*

Modana Lolita^{1§}, I Komang Gde Sukarsa², Made Susilawati³

¹Program Studi Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: modanalolita8@gmail.com]

²Program Studi Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: sukarsakomang@yahoo.com]

³Program Studi Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: mdsusilawati@unud.ac.id]

[§]Corresponding Author

ABSTRACT

Additive Main Effect and Multiplicative Interaction (AMMI) is a method that is used in research to study interaction between genotype and location. The aim of this research is to apply fixed AMMI in examining the production of corn genotype data and to explore yield stability of its based on biplot picture and AMMI Stability Value (ASV). This research uses six corn genotypes, eight trial locations, and three repetitions. The Interaction Principal Component Analysis (IPCA) that are significant to entered in the model based on analysis of variance fixed AMMI are $IPCA_1$, $IPCA_2$, and $IPCA_3$ with total diversity interaction as much as 92,16%. The biplot picture and ASV should the stable genotype in all location are genotype KUI Carotenoid Syn FS. 17-3-2-B-B \times T01 and genotype CML 305-B-B \times T01. In addition, corns that are able to adapt only in certain location is: genotype KUI Carotenoid Syn FS. 5-1-5-B-B \times T01, genotype KUI Carotenoid Syn FS. 25-3-2-B-B \times T01, genotype KUI Carotenoid Syn FS. 17-3-1-B \times T01, and genotype CML 130-B-B \times T01.

Keywords: AMMI, Biplot, Fixed AMMI, Stability

1. PENDAHULUAN

Peningkatan produktivitas dan kualitas hasil jagung dapat dilakukan melalui program pemuliaan tanaman. Dalam program pemuliaan tanaman, kestabilan dan daya adaptasi genotipe di berbagai lokasi merupakan salah satu tujuan paling penting untuk meningkatkan produksi tanaman. Respon tanaman yang spesifik terhadap lokasi yang berbeda mengakibatkan adanya interaksi antara genotipe dan lokasi (Gomez & Gomez, 1995).

Rancangan percobaan merupakan salah satu cara yang digunakan dalam pemuliaan tanaman. Dalam rancangan percobaan, interaksi akan ada apabila genotipe dan lokasi sudah dianggap sebagai faktor. Jika genotipe dan lokasi sudah dianggap sebagai faktor maka rancangan perlakuan yang tepat digunakan adalah rancangan dua faktor sehingga dalam analisis ragam dapat diperhitungkan adanya interaksi. Dalam pendugaan faktor interaksi harus ada pengulangan, baik sebagai

pengulangan biasa atau rancangan acak lengkap (RAL) maupun sebagai kelompok atau rancangan acak kelompok (RAK). Apabila ada pengaruh interaksi, uji lanjut yang digunakan dalam analisis ragam adalah uji perbandingan berganda. Namun uji tersebut tidak cukup untuk mendeteksi stabilitas suatu genotipe sehingga diperlukan metode lain untuk melihat stabilitas tersebut. Salah satu metode yang digunakan adalah *additive main effect and multiplicative interaction (AMMI)*.

AMMI merupakan metode yang digunakan peneliti untuk mengamati interaksi antara genotipe dengan lokasi. Interaksi genotipe dengan lokasi (IGL) adalah perubahan keragaman dari dua atau beberapa genotipe pada beberapa lokasi yang berbeda (Mattjik & Sumertajaya, 2000).

Menurut Mattjik, *et al* (2011) model *AMMI* pada dasarnya adalah model dengan faktor tetap (*fixed model*). Jika diasumsikan genotipe

dan lokasi ditentukan secara subjektif oleh peneliti dan kesimpulan hanya terbatas pada genotipe dan lokasi yang dicobakan, maka analisis *AMMI* yang digunakan adalah model *AMMI* tetap (*fixed AMMI*). Analisis stabilitas *AMMI* dapat dilihat melalui gambaran biplot *AMMI* dan indeks stabilitas *AMMI* (ISA).

Penelitian ini menggunakan data enam genotipe jagung, delapan lokasi percobaan, dan tiga ulangan. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan hasil analisis data genotipe jagung menggunakan metode *fixed AMMI* dan menentukan stabilitas enam genotipe jagung berdasarkan gambaran biplot dan ISA.

Model linear percobaan multilokasi dengan *fixed AMMI* secara lengkap dapat ditulis sebagai berikut:

$$Y_{ger} = \mu + \alpha_g + \beta_e + \sum_{k=1}^n \sqrt{\lambda_k} \varphi_{gk} \rho_{ek} + \vartheta_{ge} + \varepsilon_{ger} \quad (1)$$

dengan:

$$g = 1, 2, \dots, a; e = 1, 2, \dots, b; r = 1, 2, \dots, m.$$

Y_{ger} menyatakan nilai pengamatan pada genotipe ke- g , lokasi ke- e , dan ulangan ke- r , μ menyatakan nilai tengah (rata-rata umum), α_g menyatakan pengaruh utama genotipe ke- g terhadap respon yang diamati, β_e menyatakan pengaruh utama lokasi ke- e terhadap respon yang diamati, $\sqrt{\lambda_n}$ menyatakan nilai singular komponen bilinear ke- n , φ_{gn} menyatakan pengaruh ganda genotipe ke- g melalui komponen bilinear ke- n , ρ_{en} menyatakan pengaruh ganda lokasi ke- e melalui komponen bilinear ke- n , ϑ_{ge} menyatakan galat dari pemodelan bilinear, ε_{ger} menyatakan pengaruh acak galat faktor tetap genotipe ke- g , faktor tetap lokasi ke- e , ulangan ke- r , ($\varepsilon_{egr} \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma_\varepsilon^2)$).

Penentuan banyaknya komponen utama interaksi (KUI) yang dapat masuk ke dalam model dapat ditentukan melalui penguraian nilai singular matriks interaksi Z . Penguraian nilai singular untuk matriks Z dapat dimodelkan sebagai berikut:

$$Z = USA^T \quad (2)$$

matriks U dan A merupakan matriks dengan

kolom orthonormal, dan matriks S merupakan matriks diagonal dengan elemen diagonalnya merupakan akar kuadrat nilai eigen positif bukan nol. Unsur-unsur diagonal dari matriks S disebut nilai singular matriks Z (Jolliffe, 2002).

Pada biplot *AMMI* kontur elips yang digunakan diperoleh dari perhitungan jari-jari elips. Apabila suatu genotipe berada didalam kontur maka dapat dikatakan bahwa genotipe tersebut stabil. Sedangkan jika genotipe berada di luar kontur maka genotipe tersebut dapat dikategorikan sebagai genotipe yang tidak stabil atau dapat dikatakan bahwa genotipe stabil pada lokasi tertentu. Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan jari-jari elips (Mattjik, *et al.*, 2011) adalah:

$$r_i = \pm \lambda_i \sqrt{\frac{(2(n-1)}{n(n-p)} F_{p,n-p}(\alpha))} \quad (3)$$

dengan:

r_i menyatakan panjang jari-jari; $i = 1$ untuk jari-jari panjang; $i = 2$ untuk jari-jari pendek, n menyatakan banyaknya pengamatan (genotipe + lokasi), p menyatakan banyaknya peubah, λ_i menyatakan nilai singular, $F_{p,n-p}(\alpha)$ menyatakan nilai sebaran F dengan derajat bebas pertama (db_1) dan derajat bebas kedua (db_2) berturut-turut adalah p dan $n - p$, dengan nilai alpha yang digunakan adalah $\alpha = 5\%$.

Untuk mempermudah melihat tingkat stabilitas suatu genotipe terhadap lokasi digunakan indeks stabilitas. Penentuan indeks stabilitas genotipe ditentukan oleh skor KUI_1 dan skor KUI_2 dari masing-masing genotipe (Mattjik, *et al.*, 2011). ISA didefinisikan sebagai berikut:

$$ISA = \sqrt{\left[\frac{\frac{1}{\lambda_1^2}}{\frac{1}{\lambda_2^2}} (\text{nilai } KUI_1) \right]^2 + (\text{nilai } KUI_2)^2} \quad (4)$$

Indeks dibangun berdasarkan konsep jarak, semakin besar indeks stabilitas suatu genotipe, semakin jauh pula jarak genotipe dari titik pusat sumbu koordinat sehingga genotipe tersebut semakin tidak stabil, begitu pula sebaliknya.

2. METODE PENELITIAN

a. Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Yasin, *et al* (2014). Data sekunder yang digunakan berupa data hasil biji genotipe jagung fungsional dengan percobaan enam perlakuan genotipe, delapan lokasi, dan tiga ulangan pada musim hujan tahun 2010. Berikut merupakan tabel kode nama genotipe dan lokasi percobaan:

Tabel 1. Genotipe Jagung

Genotipe	Kode
CML 130-B-B × T01	G1
KUI Carotenoid Syn FS. 17-3-2-B-B × T01	G2
CML 305-B-B × T01	G3
KUI Carotenoid Syn FS. 5-1-5-B-B × T01	G4
KUI Carotenoid Syn FS. 17-3-1-B × T01	G5
KUI Carotenoid Syn FS. 25-3-2-B-B × T01	G6

Tabel 2. Lokasi Percobaan

Lokasi	Kode
Kebun Percobaan Maros	E1
Kebun Percobaan Bajeng	E2
Kabupaten Polman	E3
Kabupaten Donggala	E4
Kebun Percobaan Pandu	E5
Kebun Percobaan Muneng	E6
Lombok Timur	E7
Kebun Percobaan Sebapo	E8

b. Teknik Analisis Data

Tahapan analisis dalam penelitian ini adalah: (1) menganalisis data pada analisis ragam percobaan genotipe jagung pada berbagai lokasi dengan analisis ragam dua faktor RAKL. (2) membentuk matriks data berukuran 6×8 . Entri-entri matriks tersebut merupakan data rata-rata dari hasil enam genotipe jagung di delapan lokasi berbeda. (3) menguraikan nilai SVD berdasarkan konsep Analisis Komponen Utama. (4) analisis ragam model *fixed AMMI*. (5) menghitung kontribusi masing-masing nilai KUI. (6) menghitung indeks stabilitas *AMMI*. (7) menginter-

pretasikan kestabilan genotipe berdasarkan hasil biplot $AMMI_2$ dan indeks stabilitas *AMMI*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Analisis Ragam Produksi Jagung

Pengujian analisis ragam dilakukan untuk melihat apakah ada pengaruh interaksi genotipe dengan lokasi. Berikut merupakan hasil analisis ragam data pengamatan sebelum dilanjutkan dengan analisis *AMMI*.

Tabel 3. Analisis Ragam Produksi Jagung

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel}
Genotipe	5	123,61	24,72	44,95*	2,311
Lokasi	7	176,49	25,21	45,84*	2,109
Interaksi	35	76,19	2,17	3,96*	1,548
Kelompok	2	0,04	0,02	0,04	3,093
Galat	94	51,72	0,55		
Total	143	428,05			

Keterangan: *) Signifikan

Hasil analisis ragam untuk interaksi produksi jagung dari enam genotipe jagung pada delapan lokasi di atas menunjukkan bahwa pengaruh utama (genotipe dan lokasi) dan pengaruh interaksi antara genotipe dengan lokasi berpengaruh nyata karena $F_{hitung} > F_{tabel}$.

b. Penguraian Nilai Singular

Hasil penguraian nilai singular diperoleh enam nilai singular tak nol, yaitu 3,661032; 2,502181; 1,937493; 1,378454; 0,3039594; $2,426457 \times 10^{-15}$. Berdasarkan nilai singular tersebut terlihat bahwa banyaknya KUI yang dapat dipertimbangkan untuk model *fixed AMMI* adalah komponen pertama sampai keenam. Diperoleh pula enam nilai eigen yaitu $\lambda_1 = 13,40316$; $\lambda_2 = 6,260912$; $\lambda_3 = 3,753880$; $\lambda_4 = 1,900135$; $\lambda_5 = 0,09239132$; $\lambda_6 = 5,887693 \times 10^{-30}$.

c. Analisis Ragam Data Hasil Produksi Jagung dengan *Fixed AMMI*

Dari penguraian nilai singular dengan memperoleh enam nilai eigen, kemudian dilakukan kembali perhitungan analisis ragam model *fixed AMMI*. Analisis ragam model *fixed*

AMMI ini memperlihatkan skor KUI yang signifikan dan dapat masuk ke dalam model

Tabel 4. Analisis Ragam Data Hasil Produksi Jagung dengan *Fixed AMMI*

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel}
Genotipe	5	123,61	24,722	44,95	2,311
Lokasi	7	176,49	25,213	45,84	2,109
Interaksi	35	76,19	2,177	3,96	1,548
KUI ₁	11	40,21	3,66	6,65*	1,891
KUI ₂	9	18,78	2,09	3,80*	1,981
KUI ₃	7	11,26	1,61	2,93*	2,109
KUI ₄	5	5,70	0,32	0,58	2,311
KUI ₅	3	0,28	0,09	0,16	2,701
Kelompok	2	0,04	0,02	0,04	3,093
Galat	94	51,725	0,55		
Total	143	428,055			

Keterangan: *) Signifikan

Dengan membandingkan nilai F_{hitung} dan F_{tabel} dapat dilihat pada Tabel 4 bahwa nilai F_{hitung} KUI₁, KUI₂, dan KUI₃ lebih besar dari pada nilai F_{tabel}. Dengan demikian keputusan adalah tolak H₀. Hal ini berarti KUI₁, KUI₂, dan KUI₃ berpengaruh terhadap daya hasil produksi jagung, sehingga daya hasil dapat diterangkan dengan menggunakan *fixed AMMI* model *AMMI*₃.

d. Nilai Kontribusi Komponen Utama Interaksi (KUI)

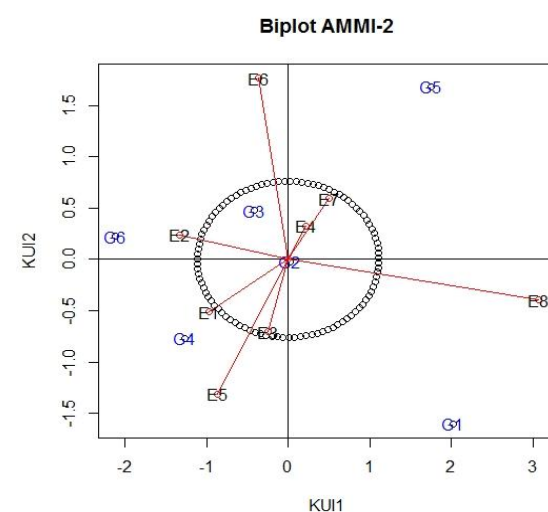
Penentuan nilai KUI yang dapat masuk dalam model dapat dilakukan dengan menghitung nilai kontribusi masing-masing KUI. Kontribusi masing-masing KUI adalah KUI₁ sebesar 52,75%; KUI₂ sebesar 24,64%; KUI₃ sebesar 14,77%; KUI₄ sebesar 7,48%; KUI₅ sebesar 0,36%; dan KUI₆ sebesar 0%. Berdasarkan analisis ragam model *fixed AMMI* dan kontribusi masing-masing KUI dapat dilihat bahwa KUI yang dapat masuk ke dalam model adalah KUI₁, KUI₂, dan KUI₃. Ketiga komponen utama tersebut mampu memberikan keragaman total produksi tanaman jagung sebesar $52,75\% + 24,64\% + 14,77\% = 92,16\%$ yaitu suatu tingkat keragaman yang tinggi. Penentuan stabilitas genotipe digunakan skor KUI₁ dan

skor KUI₂, sehingga dari dua KUI yang digunakan kontribusi keragaman yang diberikan sudah cukup tinggi yaitu sebesar $52,75\% + 24,64\% = 77,39\%$. Menurut Trisnayanti, *et al* (2015), hal ini sudah melebihi dari 50% atau sudah cukup untuk dapat menentukan stabilitas genotipe.

e. Daerah Kepercayaan Biplot

Biplot *AMMI*₂ dari analisis *AMMI* dapat digunakan untuk melihat genotipe-genotipe yang stabil pada seluruh lokasi percobaan. Dalam membantu melihat genotipe-genotipe yang stabil digunakan daerah kepercayaan elips pada biplot dengan titik pusat (0,0). Penentuan stabilitas genotipe digunakan dua nilai KUI dengan keragaman terbesar pertama dan kedua, hal ini dikarenakan gambaran biplot hanya terbatas pada dua dimensi. Kontribusi keragaman yang diberikan dari dua nilai KUI yang digunakan cukup tinggi yaitu sebesar 77,39%. Menurut Trisnayanti, *et al* (2015), hal ini sudah melebihi 50% atau sudah lebih dari cukup untuk dapat menentukan stabilitas genotipe.

Hasil plot Gambar 1 menggambarkan keragaman interaksi sebesar 77,39% dengan masing-masing nilai KUI₁ sebesar 52,75% dan KUI₂ sebesar 24,64%. Kontur yang terbentuk sebagai daerah kepercayaan berbentuk elips.



Gambar 1. Biplot *AMMI*₂

Konsep kestabilan juga ditunjukkan dari ISA yang melihat posisi relative genotipe terhadap

titik pusat biplot $AMMI_2$. Hasil perhitungan ISA dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil ISA untuk masing-masing genotipe kemudian diurutkan berdasarkan peringkat dari genotipe dengan indeks terkecil hingga genotipe dengan indeks terbesar.

Berdasarkan gambar biplot $AMMI_2$ dan ISA dapat diduga bahwa genotipe yang stabil untuk seluruh lokasi percobaan adalah genotipe yang berada di dalam area kontur dan memiliki jarak yang dekat dengan titik pusat (0,0). Genotipe-genotipe yang dikategorikan stabil pada seluruh lokasi percobaan bila berdasarkan biplot $AMMI_2$ dan ISA adalah G_2 dengan jarak

Tabel 5. Indeks Stabilitas $AMMI$ (ISA)

Genotipe	ISA	Peringkat
G1	1,63	6
G2	0,02	1*
G3	0,40	2
G4	0,93	3
G5	1,53	5
G6	1,34	4

Keterangan : *) genotipe paling stabil

sebesar 0,02 yang berada pada peringkat pertama dan G_3 dengan jarak 0,04. Sedangkan untuk genotipe yang tidak stabil atau genotipe yang hanya mampu beradaptasi pada suatu lingkungan tertentu adalah genotipe yang berada di luar area kontur dan memiliki jarak yang jauh dengan titik pusat (0,0). Genotipe-genotipe yang dikategorikan sebagai genotipe yang hanya mampu beradaptasi pada suatu lingkungan tertentu adalah G_4 , G_6 , G_5 , dan G_1 dengan masing-masing memiliki jarak terhadap titik pusat (0,0) sebesar 0,93; 1,34; 1,53; 1,63. Genotipe-genotipe yang hanya mampu beradaptasi pada suatu lokasi tertentu dapat dilihat berdasarkan korelasi antar peubah. Jika sudut di antara dua vektor peubah kecil, maka korelasi di antara dua peubah tersebut cenderung besar. Genotipe-genotipe yang mampu beradaptasi pada lokasi tertentu dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Klasifikasi Genotipe

Genotipe	Lokasi
G_4	Kebun Percobaan Maros, Kabupaten Polman, dan Kebun Percobaan Pandu
G_6	Kebun Percobaan Bajeng dan Kebun Percobaan Muneng
G_5	Kabupaten Donggala dan Lombok Timur
G_1	Kebun Percobaan Sebapo

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pembahasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa model *fixed AMMI* pada data hasil enam genotipe jagung di delapan lokasi dan tiga ulangan diperoleh tiga komponen utama interaksi yang signifikan dengan total keragaman 92,16%.

Penentuan kestabilan genotipe dengan menggunakan biplot $AMMI_2$ dengan keragaman interaksi sebesar 77,39% dan ISA diperoleh genotipe-genotipe yang dikategorikan mampu memberikan hasil yang baik pada seluruh lokasi percobaan adalah KUI Carotenoid Syn FS. 17-3-2-B-B x T01 dan CML 305-B-B x T01. Sedangkan KUI Carotenoid Syn FS. 5-1-5-B-B x T01 mampu memberikan hasil yang baik apabila ditanam di Kebun Percobaan Maros, Kabupaten Polman, dan Kebun Percobaan Pandu. KUI Carotenoid Syn FS. 25-3-2-B-B x T01 mampu memberikan hasil yang baik apabila ditanam di Kebun Percobaan Bajeng dan Kebun Percobaan Muneng. KUI Carotenoid Syn FS. 17-3-1-B x T01 mampu memberikan hasil yang baik apabila ditanam di Kabupaten Donggala dan Lombok Timur. CML 130-B-B x T01 mampu memberikan hasil yang baik apabila ditanam di Kebun Percobaan Sebapo.

Sebagai saran bagi pembaca yang tertarik dengan topik ini dapat membahas mengenai *Mixed AMMI*, *Generalized Linear Model AMMI (GLM-AMMI)*, dan *Expectation Maximization AMMI (EM-AMMI)*.

DAFTAR PUSTAKA

- Gomez, K. A & Gomez, A. A. (1995). *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian*. (Edisi ke-2). Terjemahan oleh Sjamsudin dan Baharsjah. Jakarta: UI-Press.
- Jolliffe, I. (2002). *Principal Component Analysis*. (Second Edition). New York: Springer.
- Mattjik, A. A., & Sumertajaya, I. M. (2000). *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab*. Bogor: IPB Press.
- Mattjik, A. A., Sumertajaya, I. M., Hadi, A. F., & Wibawa, G. N. A. (2011). *Pemodelan Additive Main-Effect and Multiplicative Interaction (AMMI): Kini dan yang Akan Datang*. Bogor: IPB Press.
- Trisnayanti, N. P. A. D., Suciptawati, N. P., & Sukarsa, I.G. (2015). Implementasi Metode Bootstrap dalam Inferensi Titik-Titik Biplot AMMI Model AMMI Campuran (Mixed AMMI). *Jurnal Matematika*, 4, 115-121.
- Yasin HG, M., Sumarno., & Nur. A. (2014). *Perakitan Varietas Unggul Jagung Fungsional*. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.