

Nama: Endang Wahyuningrum

INTERPRETASI ANALISIS AMMI DENGAN BIPLLOT

Judul: (Kasus Analisis Interaksi Genotip Tanaman Padi dengan Lingkungan pada Percobaan Lokasi Ganda)

Tanggal: September, 2003

ABSTRACT

Multilocation trials play an important role in agronomic research. These are often used to analyse the adaptability of genotypes in different environments. Multilocation trials also are used to find out which environment is the best location to adapt for each genotype that is the highest yielding in the environment and to determine the pattern of response of genotypes across environments. ANOVA is used to compute genotype and environment additive effects. However, it cannot be used to analyse a genotype-environmental interaction. Principle component analysis (PCA) is only used to analyse non additive interaction effects. The statistical analysis recommended here combines the Anova with PCA that is Additive Main effects and Multiplicative Interaction (AMMI) with PCA. It begins with the usual analysis of variance to compute genotype and environment additive effects, and then applies PCA to analyse non additive interaction effects. The results of AMMI analysis is presented graphically in the form of biplots. The use of these procedure is exemplified using secondary data set of the mean yield of padi from The Center of Indonesian Padi Research in Sukamandi.

Kata kunci: AMMI, Biplot, Komponen Utama Interaksi, Interaksi, Genotip, Lingkungan, Lokasi ganda, Anova

PENDAHULUAN

Perkembangan analisis statistik yang handal merupakan salah satu faktor penunjang kemajuan dalam bidang genetika. Penelitian di bidang pertanian seringkali dilakukan melalui percobaan lokasi ganda. Percobaan lokasi ganda merupakan pengulangan percobaan di beberapa lokasi dengan menggunakan rancangan percobaan dan perlakuan yang sama. Faktor yang sering diujikan pada percobaan ini adalah faktor genotip tanaman dan lokasi. Faktor lokasi atau lingkungan meliputi tempat, tahun, perlakuan pertanian (penyiraman, pemupukan, pemberantasan hama dan sebagainya), atau kombinasinya. Pengamatan dilakukan terhadap pengaruh utama (yaitu faktor lokasi dan faktor genotip) dan pengaruh interaksi antara faktor lokasi dengan faktor genotip.

Analisis ragam merupakan suatu model aditif yang hanya menerangkan keefektifan pengaruh utama (Snedecor dan Cochran 1980 dalam Sumertajaya., 1998). Anova dapat menguji pengaruh interaksi tanpa mampu menentukan pola interaksi antara genotip dan lingkungan. Analisis komponen utama hanya efektif menginformasikan pengaruh interaksi tanpa menjelaskan pengaruh utamanya.

Analisis AMMI sebagai salah satu analisis statistik yang biasa digunakan dalam percobaan lokasi ganda merupakan gabungan dari analisis ragam pada pengaruh aditif dan analisis komponen utama pada pengaruh interaksi. Analisis AMMI dengan bantuan biplot dapat digunakan untuk menjelaskan interaksi yang terjadi antara genotip dengan lingkungan.

Kajian dalam tulisan ini bertujuan untuk menginterpretasikan hasil analisis AMMI terhadap interaksi genotip tanaman padi dan lingkungan yang terjadi pada data sekunder dengan menggunakan metode biplot.

TINJAUAN PUSTAKA

Model Linier dua faktor

Model linier dua faktor (genotip tanaman padi dan lingkungan) untuk percobaan lokasi ganda pada tulisan ini diekspresikan sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + G_i + E_j + (GE)_{ij} + e_{ijk} \dots\dots\dots(1) \text{ dengan:}$$

Y_{ij} : Respon dari genotip ke-i pada lingkungan ke-j dalam kelompok ke-k
 Rata-rata dari genotip ke-i di lingkungan ke-j didefinisikan sebagai sebagai rata-rata dari R ulangan , yaitu:

$$y_{ij} = \frac{\sum_r y_{ijr}}{R} \quad (r = 1, \dots, R) \dots\dots\dots(2)$$

- μ : Nilai rata-rata umum
- G_i : Pengaruh genotip ke-i, $i=1,2,\dots,g$
- E_j : Pengaruh lingkungan ke-j, $j=1,2,\dots,l$
- $(GE)_{ij}$: pengaruh interaksi genotip ke-i di lingkungan ke-j
- e_{ijk} : Pengaruh galat dari genotip ke-i dalam kelompok ke-k yang dilakukan di lingkungan ke-j

Analisis AMMI

Analisis AMMI (Additive Main Effects and Multiplicative Interaction) adalah suatu tehnik analisis data percobaan dua faktor yang merupakan gabungan dari analisis ragam pada pengaruh aditif dengan kendala $\sum_i G_i = \sum_j E_j = 0$ dan analisis komponen utama pada pengaruh interaksi (KUI) (Gauch dan Zobel 1990 dalam Sumertajaya 1998). Menurut Crossa (1990), salah satu tujuan utama penggunaan analisis AMMI adalah menjelaskan interaksi perlakuan dengan lingkungan. Sebelum dilakukan analisis interaksi, terlebih dahulu dilakukan analisis ragam untuk melihat pengaruh aditif genotip dan lingkungan. Selanjutnya, pengaruh multiplikatif diperoleh dari penguraian interaksi genotip dengan lingkungan menjadi komponen utama interaksi (KUI) dengan model

$$(GE)_{ij} = \sqrt{\lambda_1} v_{i1} s_{j1} + \dots + \sqrt{\lambda_m} v_{im} s_{jm} + \delta_{ij}$$

$$= \sum_{n=1}^m \sqrt{\lambda_n} v_{in} s_{jn} + \delta_{ij} = \dots \dots \dots (3)$$

dengan:

m : banyaknya KUI yang nyata pada taraf 5% sehingga persamaan (1) menjadi

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + E_j + \sum_{n=1}^m \sqrt{\lambda_n} v_{in} s_{jn} + \delta_{ij} + e_{ijk} \dots \dots \dots (4)$$

yang memungkinkan penyertaan secara sekuensial dimulai dengan tidak adanya KUI sampai seluruh KUI masuk dalam model.

- $\sqrt{\lambda_n}$: nilai singular untuk komponen bilinear ke-n, $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_m$
- v_{in} : pengaruh ganda genotip ke-i melalui komponen bilinear ke-n
- s_{jn} : pengaruh ganda lingkungan ke-j melalui komponen bilinear ke-n
- δ_{ij} : galat dari pemodelan linier
- N : banyaknya KUI yang dipertahankan

Pendugaan pengaruh interaksi diperoleh dari penguraian nilai singular terhadap data matriks dugaan pengaruh interaksi genotip dengan lingkungan dimisalkan matriks X_{ij} yaitu:

$$X_{ij} = (\hat{GE})_{ij} = Y_{ij} - \hat{\mu} - \hat{G}_i - \hat{E}_j \dots \dots \dots (5)$$

dengan $\hat{\mu}$, \hat{G} dan \hat{E} sebagai penduga μ , G_i dan E_j

Penguraian nilai singular matriks $X=UAV'$ dengan U ortonormal dan V ortogonal sehingga $U'U=I$ dan $V'V=VV'=I$. Elemen diagonal A adalah yang merupakan akar dari akar karakteristik (ciri) positif matrik $X'X$ dengan $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_m \geq 0$

V' merupakan matriks yang kolom-kolomnya adalah vektor karakteristik - vektor karakteristik dari $X'X$, sedangkan U dihitung dari $U=XVA^{-1}$. Skor komponen ke-n dari genotip ke-i adalah ($\lambda_n^{0,5} v_{in}$); skor komponen ke-n dari lingkungan ke-j adalah ($\lambda_n^{0,5} s_{jn}$). Pengaruh interaksi genotip dengan lingkungan dapat diduga dengan mengalikan skor komponen utama interaksi genotip ($\lambda_n^{0,5} v_{in}$) dengan lingkungan ($\lambda_n^{0,5} s_{jn}$).

Dengan mendefinisikan $\lambda_n^{0,5} s_{jn}$ sebagai matrik diagonal yang unsur-unsur diagonalnya berupa elemen-elemen matriks A dipangkatkan 0,5 dan $G = UA_{0,5}$ serta $H = VA_{0,5}$, sehingga hasil penguraian nilai singular dapat ditulis dalam bentuk $X=GH'$. Kolom-kolom pada matriks G adalah dugaan skor komponen untuk genotip sedangkan pada matriks H adalah dugaan skor komponen untuk lingkungan.

Jika analisis ragam dilakukan terhadap data asal, maka penguraian derajat bebas (db) untuk setiap komponen adalah $(g+1)l - 2n$, dengan $g+1-l$ adalah banyaknya parameter yang diduga dan $2s$ banyaknya kendala untuk komponen ke-s (Piepho, 1995 dalam Suwardi, 2001), sedangkan jumlah kuadrat interaksi (JK) adalah banyaknya ulangan kali akar ciri ke-s, r .

Metode yang digunakan untuk menentukan banyaknya Komponen Utama Interaksi (KUI) yang dipertahankan dalam model

adalah Postdictive Success (keberhasilan total) dan Predictive Success (keberhasilan ramalan) (Gauch, 1988).

Tergantung pada banyaknya sumbu komponen utama yang tersisa, model ditandai sebagai AMMI0, AMMI1, ... , AMMI*F*. Dengan AMMI0 untuk model dimana tidak ada sumbu komponen utama yang dipaskan, sedangkan AMMI*F* untuk model penuh. Ini diperoleh dengan analisis komponen utama dimana sumbu pertama (yaitu sumbu dengan akar ciri terbesar), mencakup semua model, sementara sebagian besar noise berakhir disumbu terakhir.

Metode Biplot

Pada dasarnya, analisis biplot merupakan suatu upaya untuk memberikan peragaan grafik dari matriks data *X* dalam suatu plot dengan menumpangtindihkan vektor-vektor dalam ruang berdimensi rendah, biasanya dua (atau tiga) yang mewakili vektor-vektor baris matriks *X* (gambaran objek) dengan vektor-vektor yang mewakili kolom matriks *X* (gambaran peubah). Dari peragaan ini diharapkan akan diperoleh gambaran tentang objek, misalnya kedekatan antar objek, dan gambaran tentang peubah, baik tentang keragamannya maupun tentang korelasinya, serta keterkaitan antara objek-objek dan peubahnya. Perhitungan dalam analisis biplot didasarkan pada penguraian nilai singular (Singular Value Decomposition) suatu matrik.

Dalam tulisan ini metode biplot digunakan untuk membantu analisis AMMI dalam meringkas pola hubungan antar genotip, antar lingkungan, dan tiap genotip di lingkungan yang berbeda. Suatu genotip dikatakan mempunyai daya adaptasi yang baik pada suatu lingkungan jika genotip tersebut memiliki rata-rata hasil yang tinggi dan skor komponen utama interaksi genotip dan lingkungan bertanda sama. Adaptasi genotip dapat digambarkan dalam biplot AMMI-1. Sedangkan Biplot AMMI-2 menggambarkan pengaruh interaksi yang ditunjukkan oleh jarak titik amatan dari titik pusat koordinat.

BAHAN DAN METODE

Data yang digunakan dalam kasus ini adalah data sekunder yang bersumber dari Balai Penelitian Tanaman Padi, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. Faktor pengaruh yang diamati adalah 12 level faktor genotip, 13 level faktor lingkungan dan dengan 3 ulangan seperti terlihat pada Lampiran 1 (Wahyuningrum, 2003).

Tabel 1. Genotip dan Lingkungan yang diujikan

Kode	Lingkungan	Kode	Genotip
L1	Sragen	G1	B10385-MR-6-3
L2	Pati	G2	B8210G-KN-4-6-6-B-2
L3	Sukoharjo		B9307E-MR-17
L4	Nganjuk		B10030D-CT-B
L5	Badung		B9890F-CT-B
L6	Gianyar		IR39357-71-1-1-2-2
L7	Tabanan		BP143-MR-4-3-1
L8	Lombok Barat		B9645E-MR-89-1
L9	Lombok Tengah		B10384-MR-1-7-2
L10	Asahan		B10393-MR-5-2-3
L11	Deli Serdang		B10393-MR-13-1-3
L12	Sukarami		DODOKAN
L13	Tasikmalaya		

Kesignifikanan setiap pengaruh diuji dengan menggunakan ANOVA , dan jika pengaruh interaksi nyata dengan taraf uji 5% maka dilanjutkan dengan menerapkan AMMI.

Penentuan model AMMI terbaik dipilih berdasarkan Postdictive Success (keberhasilan total) dan Predictive Success (keberhasilan ramalan). Persepsi analisis AMMI terhadap interaksi genotip tanaman padi dengan lingkungan diperoleh melalui peragaan biplot. Semua penghitungan dan analisis dilakukan dengan menggunakan prosedur IML SAS matrik (SAS Institut 1990) , Minitab 11 dan Microsoft Excel .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Ragam

Sebelum dilakukan analisis ragam terlebih dahulu dilakukan uji asumsi analisis ragam terhadap set data dan hasilnya menunjukkan bahwa asumsi kenormalan galat dan asumsi kehomogenan ragam galat terpenuhi pada taraf nyata 5%.

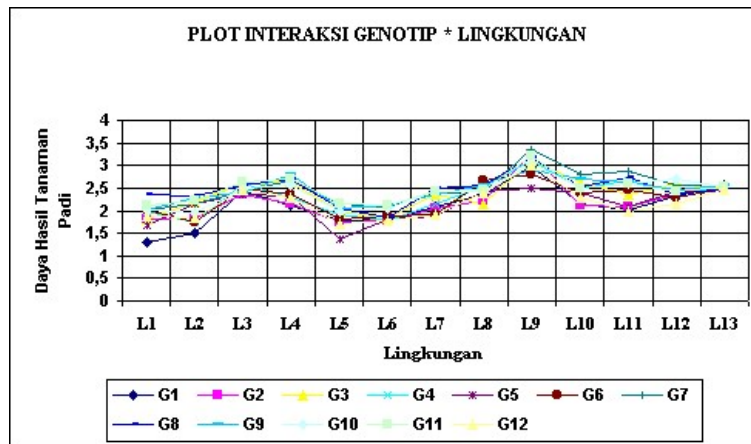
Dalam analisis ragam untuk masing-masing lingkungan diperoleh koefisien keragaman pada kisaran < 20%. Menurut Gomez & Gomez kondisi ini memungkinkan dilakukannya analisis ragam gabungan.

Tabel 2. ANOVA Gabungan

Sumber Keragaman	db	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	Nilai-F	Nilai-P
Lingkungan	12	45.9868	3.8322	152,80	0.0001
Genotip	11	8.8492	0.8045	11,33	0.0001
Interaksi (LxG)	132	9.3692	0.0710	2,83	0.0001
Galat	312	7.8249	0.0251		
Total	467	72.0301			

Dari hasil ANOVA gabungan pengaruh genotip, lingkungan berbeda nyata pada $\alpha = 5\%$. Pengaruh utama genotip yang berbeda nyata menunjukkan bahwa paling sedikit pada lingkungan yang sama ada satu genotip tanaman padi yang memberikan respon berbeda dengan genotip tanaman padi lain. Pengaruh utama lingkungan yang berbeda nyata menunjukkan bahwa secara umum lingkungan mempengaruhi daya hasil tanaman padi, dan pengaruh lingkungan memberikan sumbangan terbesar yang artinya bahwa tingkat daya hasil tanaman padi sangat bergantung pada lingkungan dimana jenis genotip ditanam.

Faktor genotip dan lingkungan dikatakan berinteraksi apabila pengaruh faktor genotip berubah pada saat perubahan taraf faktor lingkungan berubah, begitu pula sebaliknya. Hasil ANOVA menunjukkan pengaruh interaksi yang nyata pada $\alpha = 5\%$ dengan makna bahwa paling sedikit ada satu genotip memberikan respon yang berbeda pada lingkungan yang berbeda. Dengan adanya pengaruh interaksi yang nyata, maka analisis dapat dilanjutkan dengan prosedur AMMI. Jika diperhatikan plot data daya hasil tanaman padi pada Gambar 1 terlihat adanya interaksi antara genotip dan lingkungan karena terdapat adanya perubahan respon pada setiap taraf faktor genotip di saat perubahan taraf faktor lingkungan terjadi.



Gambar 1. Plot data daya hasil tanaman padi

Penguraian Nilai Singular

Dari matrik dugaan pengaruh interaksi, dilakukan pemodelan bilinear melalui penguraian nilai singular terhadap matrik dugaan pengaruh interaksi Z. Penguraian tersebut menghasilkan 11 komponen yang bersesuaian dengan akar ciri bukan nol yaitu: 0.9587, 0.7565, 0.5505, 0.4139, 0.1479, 0.1107, 0.103, 0.0552, 0.0221, 0.0045, 0.0001. Kontribusi setiap komponen terhadap total jumlah kuadrat interaksi secara berurutan adalah 30.7%, 24.2%, 17.6%, 13.3%, 4.7%, 3.5%, 3.3%, 1.8%, 0.7%, 0.14%, 0.02%

Penentuan model AMMI terbaik berdasarkan keberhasilan total (Postdictive Success)

Berdasarkan kriteria keberhasilan total dengan menggunakan uji-F, KUI yang dipertahankan yaitu KUI 1, KUI 2, KUI 3, KUI 4. KUI yang tidak nyata dimasukkan kedalam sisaan. Karena dari 11 KUI (Lampiran 2 dan 3) hanya 4 KUI yang dipertahankan maka model dugaannya adalah model AMMI 4.

Penentuan model AMMI terbaik berdasarkan keberhasilan ramalan (Predictive Success)

Berdasarkan keberhasilan ramalan dengan validasi silang, model yang menghasilkan dugaan daya hasil terbaik adalah model

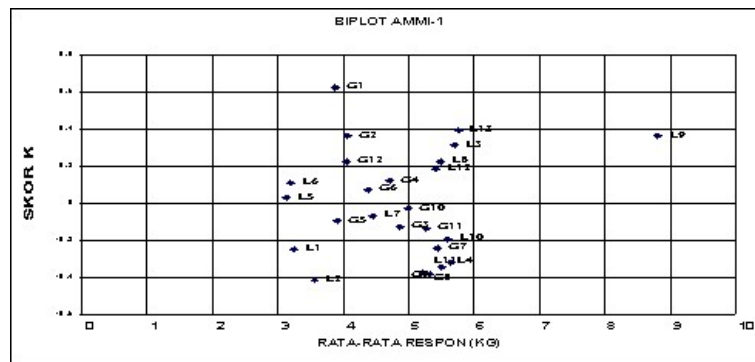
AMMI 4 dengan nilai RMSPD terkecil 0.1911. Nilai rata-rata RMSPD untuk AMMI5, AMMI6, dan seterusnya selalu bertambah, sehingga jika AMMI5 dimasukkan kedalam model tidak menambah keakuratan model, tetapi menambah cemaran pada model.

Pada ANOVA untuk model AMMI 4, kontribusi KUI terhadap jumlah kuadrat (JK) interaksi adalah 90.5% dan kontribusi sisaan adalah 9.5%. JK perlakuan dibagi menjadi dua komponen yaitu model dan sisaan. Model terdiri dari pengaruh utama, KUI1, KUI2, KUI3, KUI4, dan galat gabungan. Kontribusi JK model terhadap JK perlakuan 97,9% dan sisaan sebesar 2,1%. Hasil ini menggambarkan bahwa pereduksian interaksi tidak menghilangkan informasi data, karena hanya 2,1% dari JK perlakuan yang sulit diduga.

Interpretasi Analisis AMMI dengan Biplot

Biplot AMMI-1

Informasi tentang pengaruh utama genotip, lingkungan dan interaksi dapat diketahui melalui gambar biplot AMMI-1. Pengaruh utama sama, jika plot titik genotip dan lingkungan terletak pada satu garis yang sejajar dengan sumbu tegak. Sedangkan pengaruh interaksi sama jika plot titik genotip dan lingkungan terletak pada garis sejajar sumbu datar.



Gambar 2. Plot Genotip dan Lingkungan (rata-rata Vs skor KUI-1)

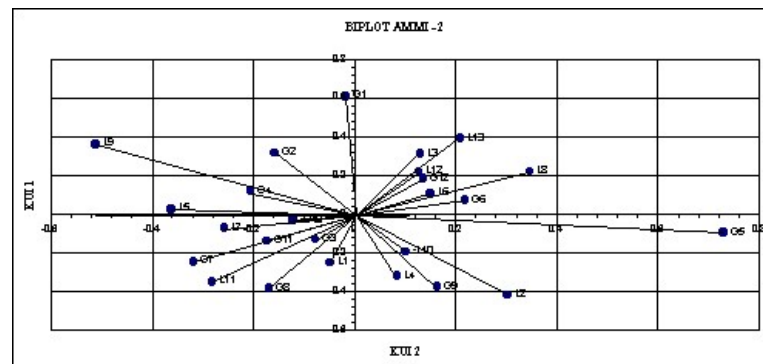
Gambar 2 memperlihatkan plot titik G2 (varietas jenis B8210G-KN-4-6-6-B-2) dan G12 (DODOKAN) yang terletak pada garis yang hampir sama yang sejajar dengan sumbu tegak, informasi yang dapat diperoleh adalah genotip G2 dan G12 memberi pengaruh yang sama terhadap daya hasil padi di setiap lingkungan yang dicobakan karena mempunyai rata-rata daya hasil yang sama (masing-masing 4,0657 kg/plot dan 4,0464 kg/plot), tetapi interaksinya terhadap masing-masing lingkungan berbeda. Demikian juga dengan plot titik L8 (Lombok Barat) dan L11 (Deli Serdang) memberi pengaruh yang sama terhadap daya hasil padi setiap genotip yang dicobakan (masing-masing 5,48 kg/plot dan 5,51 kg/plot), tetapi interaksinya terhadap masing-masing genotip berbeda.

Sedangkan plot titik L9 (Lombok Tengah) dan L1 (Sragen) menerangkan bahwa pengaruh utama kedua lingkungan tersebut maupun interaksinya terhadap semua genotip yang dicobakan memberikan pengaruh yang tidak sama terhadap daya hasil padi. Demikian juga plot titik G5 (B9890F-CT-B) dan G7 (BP143-MR-4-3-1) menerangkan bahwa pengaruh utama kedua genotip tersebut maupun interaksinya terhadap semua lingkungan memberikan pengaruh yang tidak sama terhadap daya hasil padi.

Genotip-genotip yang interaksinya rendah terhadap lingkungan menunjukkan nilai KUI-1 yang mendekati nol. Demikian juga untuk lingkungan yang mempunyai nilai KUI-1 mendekati nol menunjukkan interaksinya yang rendah terhadap genotip. Genotip G10 (B10393-MR-5-2-3) dengan nilai KUI-1 nya -0,03 menunjukkan interaksinya yang rendah terhadap lingkungan –lingkungan tempatnya ditanam., sama halnya dengan lingkungan L5 (Badung) dengan nilai KUI-1 nya 0,03 menunjukkan interaksinya yang rendah terhadap genotip-genotip yang ditanam ditempat tersebut.

Biplot AMMI-2

Pada biplot AMMI-2, jika suatu genotip dan lingkungan jaraknya berdekatan maka, hal ini menunjukkan bahwa genotip tersebut dapat tumbuh dengan baik dilingkungan terkait. Kesesuaian tempat tumbuh dapat juga diinterpretasikan dari besarnya sudut yang dibentuk oleh garis genotip dan lingkungan yaitu menginformasikan adanya korelasi antara genotip dan lingkungan tersebut. Semakin kecil sudut yang terbentuk menginformasikan semakin besarnya korelasi yang terjadi diantara genotip dan lingkungan tersebut, demikian pula sebaliknya.



Gambar 3. Plot Genotip dan Lingkungan (Skor KUI-1 Vs KUI-2)

Pada Gambar 3. terlihat bahwa garis genotip 10 (varietas jenis B10393-MR-5-2-3) dan lingkungan 7 (Tabanan) membentuk sudut mendekati 00 yang menunjukkan adanya korelasi tinggi antara G10 dan L7 dengan makna bahwa G10 sangat sesuai jika ditanam di L7, dan sebaliknya sedangkan lingkungan 5 (Badung) sangat tidak cocok untuk G5 (B9890F-CT-B) karena keduanya membentuk sudut mendekati 180 derajat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Interpretasi analisis AMMI dengan biplot terhadap interaksi genotip dan lingkungan pada biplot AMMI -1 menunjukkan adanya pengaruh utama genotip dan lingkungan, sedangkan biplot AMMI-2 menginformasikan bahwa genotip G10 (B10393-MR-5-2-3) tidak cocok ditanam di semua lingkungan yang dicobakan, demikian juga lingkungan L5 (Badung) bukanlah tempat yang cocok bagi genotip-genotip yang cobakan. Genotip 10 (varietas jenis B10393-MR-5-2-3) sangat sesuai jika ditanam di lingkungan 7 (Tabanan) karena keduanya berkorelasi tinggi, sebaliknya lingkungan 5 (Badung) sangat tidak cocok untuk G5 (B9890F-CT-B). Genotip G7 (BP143-MR-4-3-1) dapat direkomendasikan sebagai genotip yang berdaya hasil tinggi yang mempunyai nilai daya hasil diatas rata-rata umum.

Saran

Penelitian lebih lanjut yang dapat dilakukan berkaitan dengan tulisan ini adalah menggunakan Biplot untuk analisis data non pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

1. Crossa, J 1990. Statistical Analysis of Multilocation Trials. Adv. In Agron. 44: 55-85
2. Gauch, H.G., Zobel, R.W. 1988. Predictive and postdictive succes of statistical analysis of yield trials . Theor Appl Genet 76: 1-10
3. Gomez, K.A. , Gomez, A.A. 1995. Prosedur Statistika untuk Penelitian Pertanian. Edisi ke dua. Penerbit Universitas Indonesia. Indonesia.
4. Kempthorne, O. 1952. The design and analysis of experiments. Wiley, New York
5. Koopmans, L. H. 1987. Introduction to Contemporary Statistical Methods. PWS Publisher, Boston. (Terjemahan oleh Bambang Sumantri 1996)
6. Mattjik, A. A. & I. M. Sumertajaya 2000, Perancangan percobaan dengan aplikasi SAS dan Minitab. Jilid 1. IPB Press. Bogor
7. Piepho, H. P. 1994. Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) for Regional Yield Trials: A Comparison to Additive Main Effects and Multiplicative (AMMI) Analysis. Theor Appl Genet 89:647-654
8. Searle, S.R. 1987. Linear models for unbalanced data. Wiley, New York
- Searle, S.R., Casella, G., McCulloch, C.E. 1992. Variance Components. Wiley, New York

9. Steel, R.G.D., Torrie, J.H. 1980. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach, 2nd , McGraw Hill, New York.
10. Suharjo, Budi dan Siswadi. 1999. Analisis Eksplorasi Data Peubah Ganda dan SPSS 7.5. Jurusan FMIPA-IPB. Bogor
11. Sumertajaya, I Made. 1998. Perbandingan Model AMMI dan Regresi Linier untuk menerangkan pengaruh interaksi percobaan lokasi ganda. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
12. Suwardi. 2001. Metode AMMI pada model Campuran. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
13. Wahyuningrum, Endang. 2003. AMMI Campuran dan BLUP untuk memprediksi daya hasil interaksi genotip tanaman padi dengan lingkungan pada percobaan lokasi ganda. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.

LAMPIRAN

Lampiran 1.

Data rata-rata daya hasil tanaman padi

Kode	Lingkungan													REFRATA
Genotip	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	REFRATA
G1	1.21	1.77	5.42	4.04	2.66	2.8	3.92	5.11	8.46	4.22	3.62	4.96	6	3.8707
G2	2.79	2.85	5.05	4.12	2.5	2.61	3.71	4.52	10.1	3.95	3.94	5.04	5.79	4.0657
G3	2.84	4.36	6.27	6.45	3.43	2.87	5.14	4.22	9.19	6.4	5.18	6.24	5.62	4.8721
G4	3.42	2.5	6.23	4.8	3.22	2.77	4.27	5.89	9.17	5.89	6.59	5.46	5.57	4.6966
G5	2.3	4.16	5.15	5	1.39	2.78	3.1	5.36	5.74	5.18	3.89	5.4	5.42	3.9193
G6	3.59	2.57	5.79	5.05	2.76	3.1	3.22	6.73	7.3	5.27	5.56	4.74	5.68	4.3829
G7	3.53	4.19	5.35	6.66	4.12	3.92	5.28	5.46	10.7	7.42	7.7	6.02	5.9	5.4436
G8	5.03	4.95	6.07	6.72	3.76	2.92	5.65	6.07	9.71	5.99	6.9	5.09	5.69	5.3230
G9	3.56	4.74	5.3	7.34	3.66	4.02	5.12	6.2	7.95	6.82	6.47	5.62	6.08	5.2057
G10	3.62	3.25	5.68	5.99	3.53	3.78	5.33	5.43	8.82	5.68	6.36	6.73	5.88	5.0057
G11	4.01	4.41	6.5	6.77	4.11	4	5.44	5.54	9.9	5.67	6.27	5.41	5.88	5.2793
G12	3.11	2.96	5.55	4.74	2.42	2.65	3.18	5.23	8.73	4.73	3.64	4.19	5.52	4.0464
REFRATA	3.251	3.56	5.7	5.64	3.13	3.19	4.45	5.48	8.81	5.6	5.51	5.41	5.75	4.6763

Lampiran 2.

Nilai akar ciri penguraian matrik dugaan pengaruh interaksi

Akar Ciri	Jumlah kuadrat KUI	Proporsi	Kumulatif
0.9387	2.8761	0.3070	0.3070
0.7565	2.2694	0.2422	0.5492
0.5505	1.6514	0.1763	0.7255
0.4140	1.2418	0.1325	0.8580
0.1479	0.4436	0.0473	0.9053
0.1107	0.3322	0.0355	0.9408
0.1030	0.3060	0.0330	0.9738
0.0552	0.1656	0.0177	0.9914
0.0221	0.0661	0.0071	0.9985
0.0045	0.0136	0.0014	0.9999
0.0002	0.0005	0.0002	1.0000

Lampiran 3

Nilai Komponen Utama Interaksi untuk Lingkungan (matriks H) dan akar ciri yang bersesuaian

Lingkt	KUI-1	KUI-2	KUI-3	KUI-4	KUI-5	KUI-6	KUI-7	KUI-8	KUI-9	KUI-10	KUI-11
L1	-0.25007	-0.04733	0.414248	0.424041	0.10174	-0.10987	-0.12949	-0.16069	-0.10939	0.024324	-0.0175
L2	-0.42	0.302016	-0.3309	0.329385	0.013431	0.07648	-0.0499	0.152742	0.116411	-0.04338	-0.0181
L3	0.311365	0.13006	0.041547	0.12654	0.173762	-0.14428	0.33874	-0.09372	0.182004	0.017516	-0.00062
L4	-0.31807	0.085563	-0.15701	-0.01197	-0.18987	-0.03083	0.118441	-0.10832	-0.07395	-0.03514	0.076135
L5	0.028182	-0.36192	0.001717	-0.06837	-0.21436	-0.03635	0.158027	-0.08642	-0.04644	-0.12307	-0.03497
L6	0.108038	0.149176	-0.04155	-0.16719	-0.29779	0.012324	-0.23264	-0.19656	0.1494	0.081379	-0.01803
L7	-0.07277	-0.25703	-0.24597	-0.06856	-0.05697	-0.29249	0.040304	0.192788	-0.08208	0.128006	-0.01789
L8	0.223543	0.346229	0.434212	-0.04501	-0.12691	0.02383	0.028899	0.201153	-0.04819	0.035532	0.028355
L9	0.360628	-0.51154	-0.11697	0.27285	0.041843	0.250911	-0.09584	0.042797	0.034665	0.034351	0.03503
L10	-0.19488	0.101208	-0.0449	-0.2365	0.149691	0.344561	0.173158	-0.07392	-0.11138	0.083365	-0.02826
L11	-0.34817	-0.28102	0.329195	-0.33913	0.130706	0.005569	-0.07926	0.120251	0.152937	-0.05555	0.006389
L12	0.182605	0.136697	-0.2403	-0.2319	0.330753	-0.14683	-0.2034	-0.09423	-0.06795	-0.04337	0.019759
L13	0.389395	0.208089	-0.04332	0.015612	-0.05603	0.046963	-0.06725	0.104313	-0.09585	-0.10338	-0.0303

Lampiran 4**Nilai Komponen Utama Interaksi untuk Genotip (matriks G) dan akar ciri yang bersesuaian**

Gen	KUI-1	KUI-2	KUI-3	KUI-4	KUI-5	KUI-6	KUI-7	KUI-8	KUI-9	KUI-10	KUI-11
G1	0.621958	-0.01777	-0.17752	-0.27772	-0.19249	-0.06109	0.143781	0.188956	-0.01241	0.023044	0.018012
G2	0.361211	-0.15795	-0.11638	0.330874	0.06387	0.04045	-0.31811	0.05806	-0.00023	-0.11415	-0.01852
G3	-0.12965	-0.07599	-0.47884	0.015692	0.228457	-0.01753	0.269009	-0.1367	-0.05288	-0.08736	0.010897
G4	0.118388	-0.20507	0.353668	-0.1652	0.310799	0.022694	0.125304	0.044003	0.060602	0.032168	-0.06046
G5	-0.0976	0.729409	-0.14499	-0.01857	0.179027	0.014396	-0.10111	0.093305	0.110553	0.04419	0.005183
G6	0.073127	0.218203	0.531149	-0.0812	-0.05005	0.002022	0.053526	-0.12719	-0.00431	-0.12438	0.04339
G7	-0.24611	-0.31834	-0.06257	-0.24988	-0.00339	0.381787	-0.13499	0.015322	0.050251	0.036356	0.035934
G8	-0.38153	-0.16813	0.159952	0.325305	0.022971	-0.13684	0.082734	0.279707	-0.08	0.027032	0.029642
G9	-0.37381	0.162923	-0.05076	-0.18441	-0.29537	0.036225	-0.01842	0.036464	-0.12552	-0.05808	-0.06047
G10	-0.03032	-0.12109	-0.01613	-0.22495	0.075324	-0.31197	-0.24628	-0.16577	-0.11719	0.08242	0.012851
G11	-0.13927	-0.17332	-0.05807	0.144611	-0.23686	-0.16224	0.045741	-0.11027	0.281232	0.016029	-0.00833
G12	0.223397	0.127121	0.060485	0.385203	-0.10191	0.192096	0.098821	-0.17589	-0.1101	0.122933	-0.00814

[Kembali](#)