

**PEMANFAATAN ANALISIS REGRESI DAN AMMI UNTUK EVALUASI STABILITAS
HASIL GENOTIPE PADI DAN PENGARUH INTERAKSI
GENETIK DAN LINGKUNGAN**

***The Application of Regression Analysis and Ammi to Evaluate the Stability of Rice Genotype
and Interaction Effect Between Genotype and Environment***

Yuni Widyastuti, Satoto, dan I.A. Rumanti

Balai Penelitian Tanaman Padi, Jl.Raya Sukamandi Km. 9, Subang 41256 Jawa Barat
E-mail :yoeni_11@yahoo.co.id

(Makalah diterima, 17 Nopember 2012 – Disetujui, 24 April 2013)

ABSTRAK

Beberapa metode analisis statistika digunakan untuk menggambarkan respon genotipe (G) terhadap lingkungan (E). Analisis regresi merupakan rata-rata indeks $G \times E$ untuk menghitung respon genotipe terhadap lingkungan yang beragam. Metode di atas kemudian dikembangkan dengan mengkaji rata-rata pengaruh $G \times E$ secara lebih jelas dengan menggabungkan pengaruh aditif pada analisis ragam dengan pengaruh multiplikatif pada analisis komponen utama (AMMI model). Analisis regresi untuk mengevaluasi penampilan suatu genotipe pada lintas musim dan lokasi menunjukkan bahwa Ciherang, Hibrindo R1, dan hibrida IH806 menempati urutan atas perihal kestabilan dan adaptabilitas hasil. Selanjutnya analisis multivariat perlu dilakukan untuk mengidentifikasi genotipe yang beradaptasi luas atau spesifik lokasi. Melalui analisis multivariat teridentifikasi bahwa Hibrido R1 dan IH806 adalah genotipe dengan hasil tinggi dan stabil. Sedangkan IH805, IH808, dan IH809 spesifik untuk lokasi Batang, Jember, Ngawi dan Madiun.

Kata kunci: Padi, stabilitas hasil, regresi, dan AMMI.

ABSTRACT

Some statistical analyses were employed to depict responses of genotype (G) on environment (E). Regression analysis reflects the average index of $G \times E$ to calculate the genotype responses to heterogenous environment. Regression deviation was employed to count the stability of the result obtained through such a method, which, further be developed to test the average effect of $G \times E$ through a combination of additive effects of multivariate analysis with multiplication effect on the primary component (AMMI model). Regression analysis showed that Ciherang, Hibrindo R1, IH806 hybrid was more superior than others in terms of stability and product adaptability, whereas IH805, IH808, and IH809, are specific for locations Batang, Jember, Ngawi, and Madiun, respectively.

Key words: rice, product stability, regression, AMMI.

PENDAHULUAN

Program pemuliaan tanaman erat kaitannya dengan pengaruh lingkungan. Menurut Allard dan Bradshaw (1964), pertumbuhan suatu genotipe tanaman merupakan fungsi dari genotipe dan lingkungan. Hal ini berarti bahwa penampilan tanaman tergantung pada genotipe, kondisi lingkungan tumbuh, dan interaksi antara genotipe dengan lingkungan. Salah satu alasan lambannya pengembangan varietas baru adalah tingginya interaksi genotipe x lingkungan yang menyebabkan perbedaan stabilitas dan adaptasi suatu genotipe pada kondisi lingkungan yang beragam (Fukai dan Cooper, 1995). Menurut Gomez dan Gomez (1985), respon tanaman yang spesifik terhadap lingkungan yang beragam mengakibatkan adanya interaksi antara genotipe dan lingkungan (G x E). Apabila pengaruh interaksi tersebut besar maka secara langsung akan mengurangi kontribusi dari genetik pada penampilan akhir genotipe tersebut.

Oleh karena itu, sebelum suatu galur atau kombinasi padi hibrida dilepas ke masyarakat, estimasi mengenai daya adaptasi dan kesesuaian dengan lingkungan tumbuh merupakan hal penting untuk pengembangan varietas tersebut nantinya. Uji adaptasi memberikan kesempatan kepada pemulia untuk mengidentifikasi adaptabilitas suatu genotipe pada lingkungan tertentu dan stabilitas pada berbagai lingkungan yang berbeda (Shreedhar *et al.*, 2011). Analisis stabilitas mencirikan keragaan suatu genotipe di berbagai lingkungan sekaligus membantu pemulia untuk memilih genotipe yang unggul. Informasi stabilitas dan adaptabilitas suatu calon varietas menjadi sangat penting karena varietas tersebut nantinya akan ditanam oleh petani pada lingkungan yang berbeda-beda sehingga diperlukan varietas yang stabil memberikan hasil tinggi dan adaptif terhadap lintas kondisi lingkungan.

Metode statistik parametrik digunakan secara luas dalam pemuliaan tanaman untuk memperkirakan kestabilan fenotipik suatu genotipe. Lin *et al.* (1986) mengidentifikasi tiga konsep stabilitas. Konsep pertama, suatu genotipe dinilai stabil apabila keragaman antar lingkungan kecil. Becker dan Leon (1988) menyebutnya stabilitas statis atau biologis. Parameter yang digunakan untuk mendiskripsikan tipe stabilitas ini adalah koefisien keragaman (CVi) yang dikemukakan oleh Francis dan Kannenburg (1978) dan varian genotipe lintas lingkungan (S_i^2) serta koefisien determinan (r^2). Konsep stabilitas ini bermanfaat untuk karakter kualitatif, ketahanan penyakit atau cekaman lingkungan.

Konsep kedua, genotipe dianggap stabil apabila hasilnya pada suatu lingkungan setara dengan hasil rata-rata semua genotipe pada lingkungan tersebut, disebut stabilitas dinamis atau agronomis (Becker dan Leon, 1988). Parameter stabilitas yang digunakan pada

stabilitas dinamis adalah koefisien regresi atau β_i (Finlay dan Wilkinson, 1963), ekovalensi atau W_i^2 (Wricke, 1962) dalam Indris (2012) dan keragaman stabilitas atau σ^2 (Shukla, 1972). Konsep ketiga menyatakan suatu genotipe stabil jika galat kuadrat tengah dari model regresi pada indeks lingkungan bernilai rendah. Indeks lingkungan merupakan rata-rata hasil semua genotipe pada tiap lingkungan dikurangi rata-rata total semua genotipe di semua lokasi. Tipe ini juga termasuk stabilitas dinamis. Parameter stabilitas tipe ini ditampilkan melalui simpangan regresi atau δ_i^2 oleh Eberhart dan Russel (1966) serta Perkins dan Jinks (1968).

Beberapa metode untuk menjelaskan dan menginterpretasikan tanggap genotipe terhadap variasi lingkungan telah banyak dikembangkan. Metode tersebut digunakan untuk menentukan besar kecilnya interaksi genotipe x lingkungan dan pengaruhnya terhadap stabilitas hasil. Analisis regresi merupakan salah satu metode yang sering digunakan. Metode regresi pertama ditemukan oleh Finlay dan Wilkinson (1963) kemudian dimodifikasi oleh Eberhart dan Russel (1966). Untuk menentukan adaptabilitas dan stabilitas suatu genotipe, parameter seperti rerata hasil, koefisien regresi (β_i) dan simpangan dari regresi (δ_i^2) digunakan. Menurut Finlay dan Wilkinson (1963), varietas ideal adalah varietas yang memiliki potensi hasil maksimum di lingkungan yang paling produktif dan memiliki stabilitas maksimum. Varietas yang stabil merupakan varietas yang memiliki koefisien regresi (β_i) sama dengan satu dan simpangan regresi (δ_i^2) sama dengan nol. Menurut Eberhart dan Russel (1966), suatu genotipe dengan hasil tinggi dan memenuhi kedua kriteria di atas akan mempunyai penampilan yang baik di semua lingkungan. Metode di atas cukup efektif untuk memilih genotipe-genotipe yang stabil dan spesifik. Namun pendekatan di atas masih menyisakan keragaman interaksi yang cukup besar. Hal ini terjadi karena pendekatan ini hanya menjelaskan komponen linier dari pengaruh interaksi sehingga apabila pola interaksi genotipe terhadap lingkungan tidak linier akan menyisakan keragaman yang cukup besar (Sumertajaya, 2007).

Pada perkembangannya, analisis stabilitas hasil diharapkan dapat menjelaskan pengaruh interaksi genotipe x lingkungan dengan lebih detail. Pada tahun 1988, Gauch dan Zobel memperkenalkan metode *additive main effect multiplicative interaction* (AMMI). Analisis AMMI merupakan gabungan dari pengaruh aditif pada analisis ragam dan pengaruh multiplikatif pada analisis komponen utama. Penguraian pengaruh interaksi dilakukan dengan model bilinear, sehingga kesesuaian tempat tumbuh bagi genotipe dapat dipetakan dengan jelas. Terlihat dengan jelas dalam pemetaan genotipe dan lingkungan secara simultan dengan menggunakan biplot (Mattjik dan Sumertajaya, 2002). Dengan demikian

analisis AMMI dapat meningkatkan keakuratan dugaan respon interaksi galur dengan lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari stabilitas sembilan genotipe padi hibrida dan tiga varietas pembandingnya menggunakan beberapa pendekatan analisis statistika serta mendapatkan informasi model statistika yang paling sesuai untuk menentukan stabilitas hasil suatu genotipe padi.

MATERI DAN METODOLOGI

Materi

Sembilan kombinasi padi hibrida introduksi dari PT Advanta Seeds Indonesia (yaitu IH801, IH802, IH803, IH804, IH805, IH806, IH807, IH808, dan IH809) dan tiga varietas pembanding yaitu Maro, Hibrindro R1, dan Cihorang digunakan sebagai materi uji adaptasi. Uji adaptasi padi hibrida dilaksanakan di 15 lokasi. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (*Randomized Complete Block Design*) dengan empat ulangan. Ukuran petak 4 m x 5 m, jarak tanam 25 cm x 25 cm, umur bibit 21 hari setelah tebar dengan jumlah bibit satu per lubang tanam. Dosis, jenis, dan waktu aplikasi pupuk disesuaikan dengan rekomendasi setempat.

Analisis Data

Analisis data menggunakan program IRRISTAT. Data dianalisis per lokasi kemudian dilakukan analisis gabungan. Beda nyata terkecil 5% digunakan untuk melihat signifikansi hasil gabah hibrida terhadap varietas pembanding. Parameter stabilitas dihitung menggunakan analisis regresi berdasarkan nilai S_i^2 , CV_i , W_i^2 , β_i dan analisis multivariat.

Analisis Statistika

Analisis ragam digunakan untuk menganalisa data hasil gabah lintas musim dan lingkungan sesuai dengan prosedur Gomez dan Gomez (1984), sekaligus menentukan signifikansi dari ragam genotipe, lingkungan, dan interaksi antara genotipe dengan lingkungan (G x E). Studi dilakukan terhadap enam metode statistik yang sering digunakan untuk menghitung parameter stabilitas dan adaptabilitas yaitu:

1. Varian genotipe antar lingkungan (S_i^2)

$$S_i^2 = \sum_{j=1}^q \frac{(X_{ij} - \bar{X}_i)^2}{q-1}$$

2. Koefisien variabilitas genotipe antar lingkungan (CV_i), dikemukakan oleh Francis dan Kannenberg (1978) yaitu:

$$CV_i = \left(\frac{S_i}{\bar{X}_i} \right) \times 100$$

dimana CV_i adalah koefisien variasi pada genotipe ke- i dan S_i serta \bar{X}_i merupakan standar deviasi dan total rata-rata hasil suatu genotipe di semua lingkungan.

3. Ekuivalensi (W_i^2), merupakan jumlah kuadrat yang disumbangkan oleh satu genotipe kepada interaksi genotipe x lingkungannya. Pendekatan menggunakan interaksi genotipe x lingkungan pada setiap genotipe ini dikemukakan oleh Wricke (1962) dalam Idris *et al.* (2012). Ukuran perbedaan kestabilan merupakan nilai konsistensi semua genotipe pada semua lingkungannya. Genotipe yang memiliki nilai ekuivalensi paling kecil merupakan genotipe yang paling stabil.

$$W_i^2 = \sum_{j=1}^q (X_{ij} - \bar{X}_i - \bar{X}_j + \bar{X}_{..})^2$$

dimana W_i^2 adalah parameter ekuivalensi pada genotipe ke- i yang diuji pada lingkungan berbeda.

4. Koefisien regresi (β_i). Analisis stabilitas ini dikemukakan oleh Finlay dan Wilkinson (1963). Pada analisis ini digunakan regresi antara genotipe dengan rata-rata genotipe di setiap lingkungan. Pada pendekatan ini $\beta_i = 1$, $\beta_i < 1$, dan $\beta_i > 1$ merupakan ekspresi dari stabilitas rata-rata, tinggi dan stabilitas rendah. Genotipe dengan nilai koefisien regresi mendekati atau sama dengan 1 (satu), serta diikuti dengan rata-rata hasil lebih tinggi dari rata-rata umum maka genotipe tersebut beradaptasi pada semua lingkungan.

$$\beta_i = \frac{\sum_{j=1}^q (X_{ij} - \bar{X}_i)(\bar{X}_j - \bar{X}_{..})}{\sum_{j=1}^q (\bar{X}_j - \bar{X}_{..})^2}$$

dimana β_i adalah koefisien regresi genotipe ke- i . X_{ij} = nilai rata-rata suatu genotipe ($i = 1, 2, \dots, p$), pada lingkungan j ($j = 1, 2, \dots, q$). \bar{X}_i = rata-rata hasil genotipe i . \bar{X}_j = rata-rata hasil genotipe pada lingkungan j . $\bar{X}_{..}$ = rata-rata umum.

5. Nilai simpangan regresi (δ_i^2), merupakan parameter stabilitas menurut Eberhart dan Russel (1966). Analisis ini menerangkan bahwa kedua linier (β_i) dan non linier (δ_i^2) yang merupakan komponen dari interaksi G x L adalah penentu kestabilan suatu genotipe.

$$\delta_i^2 = \frac{1}{q-2} \left[\left(\sum_{j=1}^q X_{ij}^2 \right) - \left(\frac{\left(\sum_{j=1}^q X_{ij} \right)^2}{\sum_{j=1}^q I_j^2} \right) \right]$$

dimana δ_i^2 adalah parameter deviasi pada genotipe ke- i . X_{ij} = nilai rata-rata suatu genotipe ($i = 1, 2, \dots, p$), pada lingkungan j ($j = 1, 2, \dots, q$). I_j = indeks lingkungan ke- j

Koefisien regresi (β_i) mendekat atau sama dengan 1

dan δ_i^2 sama dengan 0 mengindikasikan kestabilan rata-rata. Nilai $\beta_i > 1$ mengindikasikan genotipe tersebut mempunyai sensitivitas yang tinggi terhadap lingkungan (stabilitas dibawah rata-rata) dan spesifik beradaptasi pada lingkungan yang optimum. Nilai $\beta_i < 1$ mengindikasikan bahwa genotipe tersebut sangat rentan terhadap perubahan lingkungan dan memiliki adaptasi spesifik terhadap lingkungan marginal.

6. Analisis multivariat (*Additive Mean Effect Multiplicative Interaction*=AMMI). Analisis ini menggabungkan pengaruh aditif pada analisis ragam dan pengaruh multiplikatif pada analisis komponen utama. Asumsi yang harus dipenuhi dalam AMMI antara lain galat harus menyebar normal dan ragam homogen. AMMI dapat menjelaskan interaksi genotipe x lingkungan dengan menampilkan pola sebaran posisi relatif genotipe terhadap lingkungan. Biplot AMMI dapat mengurai hubungan antar genotipe, antar lingkungan dan interaksi antara genotipe x lingkungan (Mattjik 2005). Model linier AMMI adalah sebagai berikut:

$$y_{ijk} = \mu + b_{k(j)} + \alpha_i + \tau_j + \gamma_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

dimana y_{ijk} adalah nilai pengamatan pada genotipe ke- i , lingkungan ke- j dan ulangan ke- k . μ adalah rata-rata umum. α_i adalah pengaruh utama faktor tetap genotipe ke- i . τ_j adalah pengaruh utama faktor acak lingkungan ke- j . γ_{ij} adalah pengaruh acak interaksi antara faktor tetap genotipe ke- i , faktor acak lingkungan ke- j dan ϵ_{ijk} merupakan pengaruh acak galat faktor tetap genotipe ke- i , faktor acak lingkungan ke- j , ulangan ke- k .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Ragam Gabungan

Analisis ragam gabungan pada karakter hasil gabah kering giling dari 15 lokasi pengujian adaptasi selama MK 2008 dan MH 2008/2009, mengindikasikan adanya perbedaan nyata dan sangat nyata pada sumber ragam genotipe dan lokasi. Begitu pula dengan interaksi genotipe dan lokasi yang menampilkan perbedaan sangat nyata. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat produksi padi hibrida sangat dipengaruhi oleh lokasi dan interaksi antara genotipe dan lokasi (Tabel 1).

Analisis Stabilitas

Stabilitas didefinisikan sebagai keragaman hasil suatu genotipe pada beberapa lingkungan. Genotipe dengan keragaman antar lingkungan kecil disebut sebagai genotipe stabil. Hasil analisis stabilitas melalui metode regresi ditampilkan pada Tabel 2. Varian genotipe mengindikasikan variabilitas hasil dari rata-rata hasil suatu genotipe. Menurut kriteria S_i^2 , semakin kecil varian semakin stabil suatu genotipe, pada Tabel 2 varietas Ciherang merupakan genotipe terstabil. Analisis stabilitas menggunakan koefisien varian (CV) menunjukkan hasil hampir sama dengan S_i^2 . Kedua pendekatan tersebut menampilkan varietas Ciherang, Hibrindo, IH806, dan IH801 sebagai empat genotipe terstabil.

Ekovalensi (W_i^2) menggunakan kuadrat tengah interaksi genotipe x musim sebagai kriteria stabilitas. Nilai W_i^2 yang rendah mengindikasikan kestabilan suatu genotipe, hibrida IH806 merupakan genotipe

Tabel 1. Analisis Ragam Gabungan Hasil 9 Hibrida dan 3 Varietas Pembanding pada 15 Lokasi Pengujian

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah
Genotipe (G)	11	30,12	2,74*
Lokasi (L)	14	66,56	4,08**
G x L	154	56,85	0,37**
G x Reg Lingk.	11	9,21	0,84*
Simpangan	143	47,64	0,33*
Total	179	153,53	

Keterangan: ** : berpengaruh sangat nyata pada taraf 1%
 * : berpengaruh sangat nyata pada taraf 5%

Tabel 2. Parameter Analisis Stabilitas

Genotipe	Rata-rata hasil GKP	P	S_i^2	P	CV_i	P	W_i^2	P	β_i	P	δ_i^2	P
IH801	6,87	11	0,69	4	4,92	4	12,67	11	0,52	10	0,37	9
IH802	7,97	2	0,89	8	5,57	6	18,06	12	0,18	12	0,61	12
IH803	7,21	4	1,39	12	9,78	12	8,91	10	1,45	9	0,46	10
IH804	7,10	8	1,05	11	7,38	11	6,54	9	1,53	11	0,18	3
IH805	7,76	3	0,83	6	5,36	5	5,15	6	1,09	2	0,23	5
IH806	8,08	1	0,64	3	4,01	3	2,77	1	0,94	4	0,18	4
IH807	6,97	7	0,85	7	6,18	8	6,11	8	1,02	1	0,46	11
IH808	7,17	5	0,83	5	5,87	7	4,47	4	1,09	3	0,33	7
IH809	7,16	6	0,97	10	6,89	10	4,36	3	1,23	6	0,27	6
Maro	7,03	9	0,92	9	6,51	9	4,94	5	1,35	8	0,11	1
Hibrindo												
R1	6,97	10	0,49	2	3,51	2	5,18	7	0,76	7	0,33	8
Ciherang	6,85	12	0,41	1	2,99	1	3,45	2	0,84	5	0,14	2

Keterangan: S_i^2 = varian genotipe lintas lingkungan. CV = koefisien varian. W_i^2 = ekovalensi. β_i = koefisien regresi. δ_i^2 = deviasi. P = peringkat. Hasil rerata umum = 7,26 t/ha.

paling stabil menurut kriteria Wricke (1962) dalam Indris (2012) dilanjutkan oleh Ciherang. Stabilitas lingkungan menurut Finlay dan Wilkinson (1963) menunjukkan koefisien regresi (nilai β_i) untuk hasil gabah berkisar antara 0,18 (IH802) sampai 1,53 (IH804). Besarnya variasi koefisien regresi ini mengindikasikan perbedaan tanggap genotipe terhadap perubahan lingkungan. Variasi nilai β_i yang besar ini memberikan keuntungan bagi pemulia untuk menyeleksi genotipe baik yang sesuai maupun tidak pada suatu lingkungan. Analisis menurut Finlay dan Wilkinson (1963) ini menunjukkan bahwa hibrida IH805, IH806, IH808 merupakan genotipe yang stabil karena mempunyai rata-rata hasil gabah tinggi (7,76; 8,08; dan 7,17 t/ha) dan memiliki nilai β_i mendekati satu (1) yaitu 1,09; 0,81; dan 1,09. Adapun IH807 stabil dengan hasil rendah dibawah rata-rata umum. Sedangkan hibrida IH803 dan IH809 walaupun memberikan hasil lebih tinggi dibanding ketiga varietas pembanding namun dinilai genotipe yang tidak stabil pada beragam kondisi lingkungan karena memiliki nilai β_i lebih dari 1 yaitu 1,45 dan 1,23 (Tabel 2).

Analisis stabilitas menurut Eberhart dan Russel (1966), menunjukkan bahwa hibrida IH805 dan IH806 memberikan hasil gabah di atas rerata umum (7,26 t/ha) yaitu 7,76 dan 8,08 t/ha dengan nilai koefisien regresi (β_i) sebesar 1,09 dan 0,94 selain itu kedua hibrida ini memiliki simpangan regresi yang tidak berbeda nyata dengan 0 (nol). Hal ini merupakan indikasi bahwa IH805 dan IH806 mampu memberikan hasil tinggi pada berbagai kondisi lingkungan (stabilitas rata-rata) (Tabel 2).

Evaluasi kestabilan suatu genotipe lintas lingkungan menggunakan beberapa pendekatan statistik parametrik telah dilakukan oleh Atabe (2008), Kadhem *et al.* (2010), dan Shreedar *et al.* (2011). Melalui pemanfaatan analisis regresi untuk mengevaluasi penampilan suatu genotipe pada lintas musim dan lokasi menunjukkan bahwa Ciherang merupakan varietas paling stabil dilanjutkan hibrida IH806 yang menempati urutan atas untuk hibridayang diuji perihal kestabilan dan adaptabilitas hasil. Menurut Idris *et al.* (2012), analisis regresi tidak dapat mengungkap dampak keseluruhan variabilitas lokasi dan musim terhadap hasil, namun pendekatan ini dapat digunakan sebagai skrining awal untuk menyeleksi genotipe yang diharapkan. Selanjutnya analisis multivariat perlu dilakukan untuk mengidentifikasi genotipe yang beradaptasi luas atau spesifik lokasi.

Analisis Multivariat

Analisis ragam AMMI menunjukkan bahwa sebesar 43,35% keragaman pada hasil gabah merupakan pengaruh dari lingkungan, hanya 19,62% pengaruh dari genotipik tanaman dan 37,03% adalah pengaruh interaksi genotipe x lingkungan. Adapun pengaruh genotipe x lingkungan dapat diterangkan sebagai berikut: kontribusi pengaruh interaksi masing-masing komponen IAKU1 sampai dengan IAKU4 berturut-turut sebesar 33,54%, 18,99%, 14,58%, dan 10,84%. Berdasarkan nilai kontribusi tersebut terlihat bahwa dua komponen pertama memiliki peranan yang dominan dalam menerangkan keragaman

pengaruh interaksi, yaitu sebesar 52,52%. Ini berarti keragaman yang tidak diterangkan oleh model sebesar 47,48%. Hal ini menunjukkan dugaan respon pengaruh interaksi genotipe x lingkungan cukup tinggi (Tabel 3).

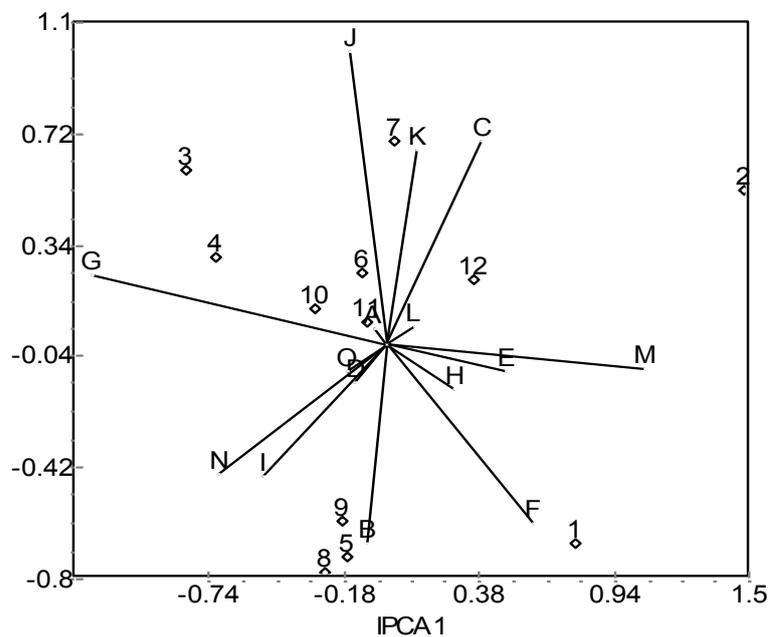
Biplot IAKU2 merupakan alat visualisasi dari analisis AMMI yang dapat dipergunakan untuk melihat genotipe-genotipe yang stabil pada seluruh lokasi pengujian atau spesifik lokasi pada lokasi tertentu. Gambar 1

menunjukkan biplot antara IAKU1 dan IAKU2. Garis yang menghubungkan galur ke titik pusat (0,0) menunjukkan keeratan hubungan antara genotipe dengan lingkungan, dimana semakin pendek garis yang menghubungkan genotipe dengan titik pusat maka semakin tinggi tingkat kestabilan genotipe tersebut. Dari gambar tersebut terlihat bahwa hibrida harapan terbagi pada kelompok stabil dan spesifik lokasi.

Tabel 3. Analisis Ragam AMMI Sembilan Hibrida dan Tiga Varietas Pembanding pada Tujuh Belas Lokasi Pengujian

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	Kontribusi (%)	Kontribusi terhadap G x L (%)
Genotipe (G)	11	30.12	2.74	19.62	
Lingkungan (L)	14	66.56	4.75	43.35	
G x L	154	56.85	0.37	37.03	
IAKU1	24	19.06	0.79		33.54
IAKU2	22	10.80	0.49		18.99
IAKU3	20	8.29	0.41		14.58
IAKU4	18	6.16	0.34		10.84
Galat	70	12.54		8.17	
Total	179	153.53			

Keterangan: IAKU= Interaksi Analisis Komponen Utama



Gambar 1. Biplot pengaruh interaksi model AMMI2 untuk data hasil gabah padi hibrida (kesesuaian model: 52,52%)

Keterangan : 1: IH801, 2: IH802, 3: IH803, 4: IH804, 5: IH805, 6: IH806, 7: IH807, 8: IH808, 9: IH809, 10: Maro, 11: Hibrindo R1, 12: Ciherang. A: Banjarnegara MK, B: Batang MK, C: Cianjur MK, D: Jember MK, E: Klaten MK, F: Kuningan MK, G: Madiun MK, H: Malang MK, I: Ngawi MK, J: Batang MH, K: Cianjur MH, L: Jember MH, M: Malang MH, N: Ngawi MH

Tabel 4. Perbandingan Hasil Genotipe Terstabil Melalui Beberapa Model Stabilitas

Metode	Referensi	Tipe stabilitas	Genotipe terstabil
S_i^2	-	Statis/bilogis	Ciherang, Hibrindo R1
Cvi	Francis & Kannenberg (1978)	Statis/bilogis	Ciherang, Hibrindo R1
W_i^2	Wricke (1962) dalam Idris (2012)	Dinamis/agronomis	IH806, Ciherang
β_i	Finlay & Wilkinson (1962)	Dinamis/agronomis	IH807, IH805
δ_i^2	Eberhart & Russel (1966)	Dinamis/agronomis	Maro, Ciherang
AMMI	Gaugh (1988)	Gabungan	IH806, Hibrindo R1

Genotipe dikatakan stabil bila dekat dengan sumbu. Sedangkan genotipe spesifik lokasi merupakan genotipe yang jauh dari sumbu tapi letaknya berdekatan dengan garis lokasi (Mattjik dan Sumertajaya, 2000). Dengan demikian hibrida IH806 dianggap memiliki adaptasi dan stabilitas yang cukup baik pada kisaran lokasi yang luas. Genotipe ini memberi indikasi dapat ditanam dan dikembangkan secara lebih luas dibanding hibrida lainnya. Hibrida IH807 spesifik untuk lokasi Cianjur Jawa Barat (K) terbukti genotipe ini memberikan hasil tertinggi di lokasi Cianjur pada musim pengujian (8,06 t/ha), sedangkan IH805, IH808, dan IH809 spesifik untuk lokasi Batang Jawa Tengah (B) dan cocok ditanam pada musim kemarau. Selain itu ketiga hibrida ini juga sesuai ditanam di daerah Jember (D), Ngawi (N), dan Madiun (G).

Perbandingan Pendekatan Analisis Stabilitas

Analisis regresi Finlay dan Wilkinson (1963) dan Eberhart dan Russel (1966) sama efektifnya untuk mendeskripsikan respon suatu genotipe pada lingkungan yang beragam sehingga mudah untuk memilah genotipe-genotipe yang stabil. Meskipun demikian interpretasi secara biologis metodologi Eberhart dan Russel (1966) lebih menguntungkan dibanding metode lainnya karena menggunakan transformasi data. Namun pendekatan ini masih meninggalkan keragaman interaksi yang cukup besar yang terjadi karena pendekatan ini hanya menjelaskan komponen linier dari pengaruh interaksi sehingga apabila pola interaksi genotipe terhadap lingkungan tidak linier akan menyisakan keragaman yang cukup besar.

Analisis AMMI dapat menjelaskan interaksi galur dengan lokasi. Biplot sebagai alat visualisasi dari analisis AMMI dapat digunakan untuk melihat genotipe-genotipe stabil pada seluruh lokasi uji atau spesifik pada lokasi tertentu. Analisis multivariat melalui interaksi aditif komponen utama (IAKU) mendeskripsikan interaksi genotipe x lingkungan dan menyoroti adaptabilitas arti luas dan spesifik. Keuntungan model ini mampu mengidentifikasi kelompok genotipe-genotipe yang

mampu beradaptasi secara luas maupun spesifik lokasi tertentu.

Hasil analisis stabilitas melalui pendekatan statistika (regresi dan multivariat) dirangkum pada Tabel 4. Informasi pada Tabel 4 menunjukkan bahwa penggunaan metode statistik yang berbeda untuk mengidentifikasi kestabilan suatu genotipe menghasilkan peringkat kestabilan yang berbeda pula terhadap genotipe sama dengan lingkungan yang berbeda. Varietas yang teridentifikasi stabil melalui beberapa pendekatan statistik maka genotipe tersebut yang paling stabil. Pada penelitian ini, varietas Ciherang teridentifikasi sebagai genotipe terstabil disusul oleh Hibrindo R1. Sedangkan untuk hibrida, IH806 merupakan genotipe yang paling stabil dibandingkan hibrida lain yang diuji.

KESIMPULAN

1. Metode statistik seperti analisis sidik ragam, analisis regresi, dan analisis multivariat teridentifikasi dapat digunakan untuk menganalisis stabilitas genotipe lintas lingkungan.
2. Analisis multivariat terbukti mampu mengidentifikasi kelompok genotipe-genotipe yang mampu beradaptasi secara luas maupun spesifik lokasi tertentu.
3. Melalui pemanfaatan analisis regresi untuk mengevaluasi penampilan suatu genotipe pada lintas musim dan lokasi menunjukkan bahwa Ciherang menempati urutan atas perihal kestabilan dan adaptabilitas hasil disusul Hibrindo R1 dan hibrida IH806.

DAFTAR PUSTAKA

- Allard, R.W. and A.D. Bradshaw. 1964. Implication of Fenotype Environment Interaction in Applied Plant Breeding. *Crop Sci.* 4:503-507.
- Atabe, S.D. 2008. Phenotypic Stability for Several Rice Varieties (*Oryza sativa L.*). Ph.D. Thesis. College of Agriculture, Univ. of Baghdad, Iraq.

- Becker, H.C. and Leon, J. 1988. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breeding* 101:1-23.
- Eberhart, S.A. and W.A. Russel. 1966. Stability Parameters for Comparing Varieties. *Crop Science*. 6:36-40.
- Finlay, K.W. and G.N. Wilkinson. 1963. The Analysis of Adaptation in Plant Breeding program. *Aust. J. Res.* 13:742-754.
- Francis, T.R. and L.W. Kannenberg. 1978. Yield Stability Studies in Short-season Maize. I. A Descriptive Method for Grouping Genotypes. *Can. J. Plant Sci.* 58: 1029-1034.
- Fukai, S. and M. Cooper. 1995. Development of Drought Resistant Cultivar Using Physio-morphological Traits in Rice. *Field Crops Res.* 40:67-68.
- Gaugh, H.G. 1988. Model selection and validation for yield trials with interaction. *Biometrics* 44:705-715.
- Gaugh, H.G. and Zobel, R.W. 1988. Predictive and Postdictive Success of Statistical Analysis of Yield Trials. *Theoretical and Applied Genetics* 76:1-10.
- Gomez, K.A. and Gomez A. 1984. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. New York: John Wiley and Sons.
- Gomez, K.A., dan A.A. Gomez. 1985. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. Canada: John Willey & Sons, Inc.
- Idris, A.E., K.A. Mohamed, and H.I. Mohamed. 2012. Using Regression Indices and Multiple Criteria Analysis for Study of Some Rice Genotypes under Interaction of Variable Environmental Conditions. *American Journal of Experimental Agriculture*. 2(3): 407-425.
- Kadhém ,F., I. S. Al-Nedawi, S. D. Al-Atabe, and F. Y. Baktash. 2010. Association between Parametric and Nonparametric Measures of Phenotypic Stability in Rice Genotypes (*Oryza sativa L.*). *Diyala Agric. Sciences Journal* 2(2): 20-33.
- Lins, C.S., Binns, M.R. and Lefkovitch, L.P. 1986. Stability analysis: where do we stand. *Crop Sci.* 26:894-900.
- Mattjik, A.A. dan I.M. Sumertajaya. 2002. Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab. Edisi ke-2. Bogor: IPB Press.
- Mattjik, A.A. 2005. Interaksi Genotipe dan Lingkungan dalam Penyediaan Sumberdaya Unggul. Naskah Orasi Ilmiah Guru Besar Biometrika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor.
- Perkins, J.M. and Jinks, J.L. 1968. Environmental and Genotype Environmental Components of Variability Multiple Lines and Crosses *Heredity* 23: 339-356.
- Sreedhar, S., T.D. Reddy, and M.S. Ramesha. 2011. Genotipe x Environment Interaction and Stability for Yield and Its Components in Hybrid Rice Cultivars (*Oryza sativa L.*). *Int. J. Plant Breeding and Genetics* 5(3):194-208.
- Shukla, G.K. 1972. Some Aspects of Partitioning genotype x Environmental Components of Variability. *Heredity* 28:237-245.
- Sumertajaya, I.M. 2007. Analisis Statistika Interaksi Genotipe dengan Lingkungan. Bogor: Departemen Statistika. Fakultas Matematika dan IPA. Institut Pertanian Bogor. Hlm. 1-33.