



Stabilitas Genetik Hasil Tebu Pada Beberapa Varietas Tebu Unggul Harapan

Genetic Stability of Sugarcane Yield On Promising Sugarcane Varieties

**Cahya Nurcahya)¹⁾, Wiwit Budi Widyasari¹⁾, Nurika Aini Yunisari¹⁾
dan Sylvia Lindawati¹⁾**

1) Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia, Pasuruan - Jawa Timur

Alamat korespondensi, Email: cahya220806@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu kriteria dalam menentukan varietas tebu unggul adalah memiliki produksi tebu serta stabilitas yang tinggi. Hambatan dalam menentukan varietas unggul tebu adalah besarnya pengaruh interaksi genetik x lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan stabilitas genetik hasil tebu pada beberapa varietas tebu unggul harapan P3GI. Penelitian dilakukan di 4 lokasi yaitu Jatiroto, Malang, Pasuruan dan Madura pada masa tanam (MT) 2016/2017 dan MT 2017/2018. Penelitian ini menggunakan 14 varietas unggul harapan dan 2 varietas unggul bina sebagai varietas baku, dengan rancangan acak kelompok lengkap yang diulang 3 kali. Hasil tebu digunakan untuk menilai stabilitas varietas dengan metode AMMI (*Additive Main Effects and Multiplicative Interaction*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa 66,7% keragaman dipengaruhi oleh lingkungan, 16,4% genotipe dan 13,2% interaksi genotipe x lingkungan. Hasil analisis AMMI menunjukkan PC1 sebagai komponen utama interaksi yang nyata dengan kontribusi mencapai 64,5% dari total keragaman interaksi genotipe x lingkungan. Penilaian stabilitas berdasarkan nilai absolut PC1 dan biplot AMMI1 menunjukkan varietas G8, G1 dan G10 memiliki peringkat stabilitas paling tinggi namun produksi tebu yang rendah. Varietas G4 beradaptasi baik pada lokasi Jatiroto dan Malang. Varietas G6, G7, G11 dan G14 memiliki potensi produksi tebu dan stabilitas tinggi sehingga berpotensi untuk dilepas sebagai varietas unggul baru.

Kata kunci: stabilitas, AMMI, tebu, seleksi

ABSTRACT

One of the criteria in determining sugarcane superior is having high yield and stability. Obstacle in determining superior sugarcane varieties are the high influence of Genotype x Environment Interaction (GEI). The purpose of this study is to determine the genetic stability of cane yield on some promising sugarcane varieties. The study was conducted in 4 locations, namely Jatiroto, Malang, Pasuruan and Madura in the 2016/2017 and 2017/2018 planting seasons. In this study, 14 promising varieties were used and 2 superior varieties were used as standard varieties with a complete randomized block design which was repeated 3 times. Sugarcane yield was used to assess the stability of varieties using AMMI (Additive Main Effects and Multiplicative Interaction) method. The results showed that 66.7% of the diversity was

influenced by the environment, 16.4% by genotype and 13.2% by genotype x environment interaction. Stability assessment based on absolute values of PC1 and AMMI biplot showed varieties G8, G1 and G10 had the highest stability but low sugarcane production. The G4 variety adapted well at Jatiroto and Malang. The varieties G6, G7, G11 and G14 have the potential for sugarcane production and high stability so that they have the potential to be released as new high yielding varieties.

Key words: stability, AMMI, sugarcane, selection

PENDAHULUAN

Tanaman tebu merupakan salah satu komoditas penting penghasil gula di Indonesia. Bergesernya pola budidaya tebu dari lahan sawah ke lahan tegalan menyebabkan semakin beragamnya kondisi lingkungan dalam budidaya tebu. Hal ini menyebabkan produksi tebu menjadi sangat beragam. Upaya peningkatan produksi tebu perlu didukung oleh tersedianya varietas unggul yang memiliki daya adaptasi yang luas dan dapat dikembangkan di berbagai kondisi lingkungan.

Salah satu kriteria dalam menentukan varietas unggul tebu adalah memiliki produksi tebu serta stabilitas yang tinggi. Hambatan dalam penentuan varietas unggul tebu adalah besarnya pengaruh interaksi genetik x lingkungan. Kan *et al* (2010) menjelaskan bahwa interaksi genotipe x lingkungan menjadi penting apabila nilainya nyata dan menyebabkan perubahan nyata pada penampilan genotipe di lingkungan yang berbeda. Seleksi akan lebih mudah apabila ragam lingkungan tidak berbeda nyata.

Kompleksitas interaksi genotipe x lingkungan pada tebu semakin menyulitkan pemulia dalam menentukan varietas unggul yang memiliki daya adaptasi yang luas (Khan *et al.* 2013). Oleh karena itu pemuliaan tebu diarahkan untuk menghasilkan varietas tebu unggul spesifik

lokasi, untuk memaksimalkan produksi (Meena *et al*, 2017). Penentuan stabilitas suatu genotipe memerlukan kajian pada berbagai lokasi (uji adaptasi atau multilokasi). Menurut Hadi dan Sa'diyah (2004) uji adaptasi merupakan salah satu kajian penting dalam pemuliaan tanaman karena hasil dari kajian ini dipakai untuk menilai dan menyeleksi genotipe-genotipe yang keragaannya stabil pada berbagai lingkungan berbeda atau beradaptasi baik pada suatu lingkungan spesifik. Melalui kajian ini dapat diketahui genotipe-genotipe yang memiliki adaptasi luas maupun spesifik lokasi.

Telah banyak metode analisis yang digunakan untuk mengetahui stabilitas suatu genotipe. Salah satu metode analisis yang banyak digunakan adalah metode AMMI (*Additive Main Effects and Multiplicative Interaction*). Penggunaan metode analisis AMMI dalam percobaan uji multilokasi untuk mengevaluasi stabilitas genetik suatu genotipe telah banyak dilaporkan oleh peneliti pada berbagai komoditas seperti Suwanto (2010) pada tanaman padi, Krisnawati *et al.* (2016) pada kedelai, Maiyanti (2007) pada kentang, Darai *et al* (2017) pada miju-miju (*lentil*), Guerra *et al* (2009), Rea *et al* (2011), Silveira *et al* (2013), Regis *et al* (2018) dan Meena *et al* (2017) pada tanaman tebu. Metode AMMI menyajikan hasil analisis dalam bentuk

grafik sehingga mudah dipahami dan diinterpretasikan. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan stabilitas genetik karakter produksi tebu pada beberapa varietas harapan, yang merupakan varietas baru hasil persilangan serta belum pernah dilakukan pengujian sebelumnya.

METODE

Waktu dan tempat

Penelitian dilaksanakan di 4 lokasi sentra produksi gula di Jawa Timur yaitu di Kebun Jatiroto, Lumajang, Kebun Sempalwadak, Malang, Kebun Kejobo, Pasuruan dan Madura. Waktu Penelitian selama 2 tahun, pada masa tanam (MT) 2016/2017 dan MT 2017/2018.

Bahan dan alat

Bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini berupa benih tebu 16 varietas yang terdiri dari 14 varietas unggul harapan dan dua varietas unggul bina sebagai pembandingan (Tabel 1), herbisida, pupuk Za dan SP 36.

Prosedur penelitian

Percobaan di setiap lokasi menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap dengan 3 ulangan. Masing-masing varietas ditanam pada petak berukuran 6 juring x 6 meter dengan jarak antar juring atau Pusat Ke Pusat (PKP) menyesuaikan dengan

kultur teknis di masing-masing lokasi pengujian. Pada setiap juring ditanam bibit sebanyak 25 bagal 2 mata tunas, sehingga pada setiap petak ditanam 300 mata tunas

Produksi tebu per hektar digunakan untuk menilai stabilitas produksi tebu varietas yang diuji menggunakan metode AMMI. Analisis varians model AMMI disajikan pada Tabel 2. Model AMMI (Duarte and Vencovsky, 1999) secara lengkap adalah tercantum pada Gambar 1.

Tabel 1. Varietas yang digunakan pada penelitian

Table 1. The varieties used in this study

No <i>No</i>	Kode Varietas <i>Varieties Code</i>	Varietas <i>Varieties</i>
1	G1	PS 05-553
2	G2	PS 05-489
3	G3	PS 06-119
4	G4	PS 06-166
5	G5	PS 05-530
6	G6	PS 09-1531
7	G7	PS 09-1532
8	G8	PS 09-1527
9	G9	PS 09-1528
10	G10	PSJT 97-153
11	G11	PSJT 97-55
12	G12	PSJT 95-684
13	G13	PSJT 94-41
14	G14	PSJT 94-60
15	G15	Kidang Kencana
16	G16	Bululawang

$$Y_{ijr} = \mu + g_i + e_j + \sum_{k=1}^m \lambda_k \alpha_{ik} \gamma_{jk} + \varepsilon_{ijr} \quad (1)$$

- i = 1,2,...,a
- j = 1,2,...,b
- k = 1,2,...,m; banyaknya Komponen Utama Interaksi (KUI/IPC) yang nyata pada taraf 5%
- m = banyaknya Komponen Utama Interaksi yang dipertahankan dalam model
- Y_{ijr} = nilai genotipe ke-i, pada ulangan ke-r, pada lingkungan ke-j
- μ = rata-rata umum g
- g_i = efek genotipe ke-i
- e_j = efek lingkungan ke-j
- λ_k = nilai penciri untuk komponen bilinier ke-k, dengan $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_k$
- α_{ik} = elemen vektor penciri genotipe
- γ_{jk} = elemen vektor penciri lingkungan
- ε_{ijr} = sesatan

Gambar 1. Model AMMI (Duarte and Vencovsky, 1999)

Figure 1. AMMI Model (Duarte and Vencovsky, 1999)

Tabel 2. Analisa Varian Model AMMI

Table 2. Analysis of varian AMMI model

Keragaman <i>Variation</i>	Derajat bebas <i>Degree of freedom</i>	Jumlah kuadrat <i>Sum of square</i>	Kuadrat tengah <i>Means square</i>	F hitung <i>F value</i>
Ulangan dalam Lokasi	e(r-1)	JKe(r)	KTe(r)	KTe(r)/ KTs
Lokasi	e-1	JKe	KTe	KTe/ KTs
Varietas	g-1	JKg	KTg	KTg/ KTs
Lokasi*Varietas	(e-1)(g-1)	JKexg	KTexg	KTexg/ KTs
PC 1	g+e-1-2	JK PC1	KT PC1	KT PC1/ KTs
PC 2	g+e-1-4	JK PC2	KT PC2	KT PC2/KTs
.....
PC n	g+e-1-2n	JK PCn	KT PCn	KT PCn/ KTs
Sesatan		JKs	KTs	

Pada penelitian ini digunakan metode keberhasilan total (*Postdictive Success*) untuk menentukan banyaknya komponen utama interaksi yang masuk ke dalam model AMMI, berdasarkan pada banyaknya komponen utama interaksi yang nyata berdasarkan uji F. Hasil analisis AMMI diinterpretasikan dalam bentuk biplot. Biplot pada analisis AMMI berupa biplot AMMI1

dan AMMI2. Biplot AMMI1 merupakan biplot antara nilai komponen utama pertama (PC1, *Principal Component*) dengan rata-rata hasil sedangkan biplot AMMI2 merupakan biplot antara nilai komponen utama kedua (PC2) dengan nilai komponen utama pertama (PC1). Biplot AMMI1 menggambarkan respon genotipe terhadap lingkungan sedangkan biplot AMMI2 menggambarkan

pengaruh interaksi antara genotipe dan lingkungan. Pada biplot AMMI1 genotipe dan lingkungan yang memiliki tanda PC1 yang sama (positif atau negatif) menandakan interaksi positif (Onofri and Ciriciofolo, 2017).

Perhitungan analisis varian gabungan dilakukan menggunakan bantuan program SAS sedangkan perhitungan model AMMI menggunakan bantuan program GEA-R for Windows versi 4.1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis varian gabungan menunjukkan bahwa produksi tebu sangat dipengaruhi oleh faktor genotipe, lingkungan dan interaksi genotipe x lingkungan (Tabel 3). Besarnya pengaruh interaksi genotipe x lingkungan menunjukkan bahwa setiap varietas yang diuji memiliki keterbatasan daya adaptasi dan memberikan respon yang berbeda jika ditanam pada lingkungan yang

berbeda. Rea *et al* (2011) dan Meena *et al* (2017) melakukan pengujian terhadap stabilitas produksi tebu pada beberapa lingkungan yang berbeda juga melaporkan bahwa hasil sangat dipengaruhi oleh genetik, lingkungan serta interaksi antara keduanya.

Faktor lingkungan memberikan kontribusi yang paling besar dari total keragaman mencapai 66,7% kemudian genotipe 16,4% dan interaksi genotipe x lingkungan 13,2%. Besarnya kontribusi keragaman lingkungan menunjukkan bahwa kondisi lingkungan satu dan yang lain sangat berbeda. Hal ini adalah wajar karena percobaan uji multilokasi diarahkan untuk melihat stabilitas genetik di lokasi yang berbeda. Hasil serupa juga dilaporkan oleh Guerra *et al.* (2009), Rea *et al* (2011), Silveira *et al* (2013) dan Regis *et al* (2018) yang menunjukkan bahwa lingkungan memberikan kontribusi keragaman paling besar dibanding sumber keragaman yang lain.

Tabel 3. Anova gabungan genotipe, lokasi dan interaksi

Table 3. Analysis of variance genotypes, locations and interaction

Keragaman <i>Variation</i>	Derajat bebas <i>Degree of freedom</i>	Jumlah kuadrat <i>Sum of square</i>	Kuadrat tengah <i>Means square</i>	Proporsi <i>Proportion</i>	Kumulatif <i>Cumulative</i>
Ulangan dalam Lokasi	8	2.985,24	373,16 *	0,037	0,037
Lokasi	3	54.256,20	18.085,40 **	0,667	0,703
Varietas	15	13.376,84	891,79 **	0,164	0,868
Lokasi*Varietas	45	10.771,10	239,36 *	0,132	1,000
Sesatan	120	18.345,91	152,88		
Total	191	99.735,29			

Keterangan: Koefisien keragaman 15,96% ; * nyata pada taraf 5%; ** nyata pada taraf 1%; tn=tidak nyata pada taraf 5%.

Note: Coefficient variation 15,96%; * significant at 5%; ** significant at 1%; tn=not significant at 5%

Pada penelitian ini koefisien keragaman yang dihasilkan masuk dalam kategori sedang yaitu sebesar 15,96%. Sousa *et al* (2015) menyebutkan bahwa koefisien keragaman menunjukkan keragaman data, tingkat ketelitian dalam sebuah penelitian serta pengendalian faktor lingkungan. Menurut Gomez dan Gomez (1995) tinggi dan rendahnya nilai koefisien keragaman bergantung kepada jenis percobaan, tanaman yang digunakan, dan karakter yang diukur. Hanafiah (1991) menyebutkan kriteria besar kecilnya koefisien keragaman tergantung pada heterogenitas lingkungan tempat percobaan dilaksanakan. Koefisien keragaman dikatakan besar apabila mencapai minimal 10% pada kondisi homogen atau 20% pada kondisi heterogen. Kategori sedang apabila nilai koefisien keragaman mencapai minimal 5-10% pada kondisi homogen atau 10-20% pada kondisi heterogen serta dikatakan kecil jika nilai koefisien keragaman mencapai maksimal 5% pada kondisi homogen atau 10% pada kondisi heterogen.

Penggunaan analisis AMMI pada penelitian ini, untuk mengevaluasi stabilitas genetik varietas yang diuji. Analisis AMMI merupakan gabungan dari pengaruh aditif pada analisis ragam dan pengaruh multiplikatif pada komponen utama interaksi (Mattjik 1996). Lebih jauh Mattjik (1998) menjelaskan analisa AMMI dapat digunakan untuk melihat kesesuaian suatu konfigurasi terhadap konfigurasi yang lain dalam satu atau lebih variabel. Hal ini berguna untuk menggambarkan kesamaan dan perbedaan konfigurasi-konfigurasi yang dibandingkan melalui variabel-variabel yang ada. Penggunaan model AMMI dimulai dengan menghitung ragam aditif dengan analisa ragam biasa kemudian diikuti dengan

menghitung ragam interaksi dengan analisa komponen utama.

Metode AMMI menyajikan hasil analisis dalam bentuk grafik sehingga mudah dipahami dan diinterpretasikan. Selain itu terdapat informasi penting yang diperoleh dari penggunaan metode AMMI yaitu daya adaptabilitas genotipe terhadap lingkungan; penilaian stabilitas dapat diperoleh dari nilai absolut PC1 (Duarte and Vencovsky, 1999); visualisasi hasil dalam bentuk grafik biplot (biplot AMMI1) yang menampilkan informasi daya hasil, adaptabilitas, dan stabilitas (Hernandez and Crossa 2000).

Penguraian jumlah kuadrat interaksi genotipe x lingkungan melalui analisis AMMI menghasilkan tiga nilai singular (48,1256, 29,7864, dan 19,6741) dan tiga nilai komponen utama interaksi (PC) (Tabel 4). Penguraian nilai singular berguna untuk memprediksi pengaruh interaksi genotipe x lingkungan. Menurut Samonte *et al* (2005) pendugaan interaksi genotipe x lingkungan menggunakan analisis AMMI lebih tepat dan akurat karena lebih mendekati nilai pengamatan yang sebenarnya.

Berdasarkan metode keberhasilan total (*postdictive success*) dari 3 komponen utama, hanya 1 komponen utama yang menunjukkan signifikan pada taraf 1% yaitu PC1 dengan kontribusi mencapai 64,5% dari total keragaman interaksi genotipe x lingkungan. Hal ini mengindikasikan peran komponen utama yang lainnya dapat diabaikan. Oleh karena hanya PC 1 yang menunjukkan beda nyata maka konstruksi biplot antara nilai skor PC1 (ordinat) dan nilai rata-rata produksi tebu (absis) dapat digunakan untuk mengeksplorasi interaksi genotipe x lingkungan menggunakan model AMMI1 (Kaya *et al*, 2002).

Tabel 4. Anova Gabungan Model AMMI

Table 4. Analysis of varian AMMI model

Keragaman <i>Variation</i>	Derajat bebas <i>Degree of freedom</i>	Jumlah kuadrat <i>Sum of square</i>	Kuadrat tengah <i>Means square</i>	Proporsi <i>Proportion</i>	Kumulatif <i>Cumulative</i>
Ulangan dalam					
Lokasi	8	2.985,24	373,16 [*]	0,037	0,037
Lokasi	3	54.256,20	18.085,40 ^{**}	0,667	0,703
Varietas	15	13.376,84	891,79 ^{**}	0,164	0,868
Lokasi*Varietas	45	10.771,10	239,36 [*]	0,132	1,000
PC 1	17	6.948,22	408,72 ^{**}	0,645	0,645
PC 2	15	2.661,67	177,44 ^{tn}	0,247	0,892
PC 3	13	1.161,21	89,32 ^{tn}	0,108	1,000
Sesatan	120	18.345,91	152,88		
Total	191	99.735,29			

Keterangan: Koefisien keragaman 15,96% ; * nyata pada taraf 5%; ** nyata pada taraf 1%; tn=tidak nyata pada taraf 5%.

Note: Coefficient variation 15,96%; * significant at 5%; ** significant at 1%; tn not significant at 5%

Tabel 5. Rata-rata dan skor PC genotipe produksi tebu (ton/ha) di 4 lokasi pengujian.

Table 5. Means and genotype PC value of cane yield (ton/ha) at 4 location

Varietas <i>Varieties</i>	Rerata produksi tebu (ton/ha) <i>Means of cane yield (ton/ha)</i>	PC 1 <i>PC 1</i>	PC 2 <i>PC 2</i>	PC 3 <i>PC 3</i>
G1	68,5	-0,0672	0,2699	0,1809
G2	65,3	-1,0000	0,1482	-0,1283
G3	73,9	-0,6395	-0,2153	0,1714
G4	85,5	0,4593	0,0058	-0,2378
G5	76,2	-0,3275	-0,0383	-0,0004
G6	88,2	-0,2966	-0,2744	-0,4039
G7	87,5	0,1726	-0,1180	0,1194
G8	79,0	-0,0253	-0,3363	-0,2628
G9	75,0	0,4983	-0,0226	0,2450
G10	59,8	-0,1451	0,8444	-0,1012
G11	83,5	0,2890	0,1864	0,3906
G12	73,9	-0,1782	-0,4074	0,5309
G13	69,6	0,3251	-0,5093	-0,1122
G14	82,4	0,2123	0,3297	0,0434
G15	85,4	0,3254	0,1073	-0,0081
G16	85,9	0,3974	0,0299	-0,4269

Tabel 6. Rata-rata dan skor PC lingkungan produksi tebu (ton/ha) di 4 lokasi pengujian.

Table 6. Average and environment PC value of cane yield (ton/ha) at 4 location

Lokasi <i>Location</i>	Rerata produksi tebu (ton/ha) <i>Means of cane yield (ton/ha)</i>	PC 1 <i>PC 1</i>	PC 2 <i>PC 2</i>	PC 3 <i>PC 3</i>
Jatiroto	89,1	1,0000	-0,2136	0,2805
Madura	55,2	-0,3856	-0,6764	-0,3933
Malang	97,7	0,1116	0,7150	-0,4182
Pasuruan	67,9	-0,7261	0,1750	0,5310

Nilai PC1, PC2 dan PC3 genotipe dan lingkungan disajikan pada Tabel 5 dan Tabel 6. Dari tabel tersebut terlihat bahwa nilai PC1, PC2, dan PC3 baik genotipe maupun lingkungan bervariasi. Genotipe dan lokasi yang memiliki notasi yang sama saling berinteraksi positif. Menurut Samonte *et al* (2005) genotipe yang mempunyai skor $PC1 > 0$ mempunyai respon positif (beradaptasi baik) terhadap lingkungan yang memiliki nilai $PC1 > 0$, tetapi menunjukkan respon negatif terhadap lingkungan yang memiliki nilai $PC1 < 0$ dan sebaliknya genotipe yang mempunyai skor $PC1 < 0$ mempunyai respon positif (beradaptasi baik) terhadap lingkungan yang memiliki nilai $PC1 < 0$, serta menunjukkan respon negatif terhadap lingkungan yang memiliki nilai $PC1 > 0$. Sebagai teladan, pada penelitian ini varietas G4, G7, G9 dan G 11 memiliki nilai $PC1 > 0$ maka akan beradaptasi baik dan memberikan respon positif serta hasil yang tinggi jika ditanam di lokasi Jatiroto dan Malang yang memiliki nilai $PC1 > 0$. Sebaliknya varietas tersebut akan menunjukkan respon negatif dan memberikan hasil yang rendah jika ditanam di lokasi Pasuruan dan Madura yang memiliki nilai $PC1 < 0$.

Menurut Suwanto (2010) stabilitas suatu genotipe dikelompokkan menjadi

genotipe stabil dan spesifik lokasi. Genotipe yang stabil adalah genotipe yang memiliki daya adaptasi yang tinggi pada berbagai kondisi lingkungan. Dalam hal ini genotipe stabil akan menunjukkan respon yang sama atau tidak berbeda nyata walaupun ditanam di berbagai lingkungan yang berbeda. Berbeda halnya dengan genotipe spesifik lokasi yang akan menunjukkan respon yang bervariasi pada lingkungan tumbuh yang berbeda. Genotipe spesifik lokasi akan memberikan respon positif pada lingkungan tertentu yang cocok dengan genotipe tersebut. Penilaian terhadap stabilitas suatu genotipe terhadap lingkungan dapat dilihat dari grafik AMMI biplot (Hernandez and Crossa 2000) serta nilai absolut PC1 genotipe (Duarte and Vencovsky 1999). Pada grafik biplot AMMI1 sumbu y (PC1) menunjukkan pengaruh interaksi atau perbedaan stabilitas genotipe terhadap lingkungan, sementara sumbu x menunjukkan rata-rata hasil genotipe. Dalam hal ini genotipe yang mendekati sumbu x cenderung lebih stabil dibandingkan dengan genotipe yang menjauhi sumbu x. Genotipe yang berada di kanan sumbu y memiliki rata-rata hasil lebih tinggi dibanding rata-rata umum seluruh genotipe (Onofri and Ciricofolo 2017). Pada grafik biplot dua variabel yang saling berdekatan cenderung memiliki karakter

yang sama. Jika grafik biplot dipecah menjadi 4 kuadran maka genotipe dan lokasi yang berada pada kuadran yang sama memiliki interaksi yang positif (Hadi dan Sa'diyah, 2004)

Salah satu kriteria seleksi dalam pemilihan varietas tebu unggul adalah memiliki rata-rata produksi tebu (ton/ha) yang tinggi. Namun varietas yang memiliki produksi tebu yang tinggi dan stabil lebih diutamakan. Artinya varietas tebu tersebut memiliki daya hasil yang tinggi dan beradaptasi luas sehingga dapat dikembangkan di berbagai lingkungan yang berbeda. Samonte *et al* (2005), Tarakanovas and Ruzgas (2006) mengatakan genotipe

yang memiliki nilai absolut PC1 yang rendah akan menghasilkan pengaruh interaksi genotipe x lingkungan yang lebih rendah dibandingkan dengan genotipe yang memiliki nilai absolut PC1 yang tinggi dan sebaliknya. Sehingga genotipe yang memiliki nilai absolut PC1 yang rendah akan memberikan hasil yang relatif lebih stabil dibandingkan dengan genotipe yang memiliki nilai absolut PC1 yang tinggi pada lingkungan tumbuh yang berbeda. Berdasarkan nilai absolut PC1 dan grafik AMMI1 (Gambar 2) dapat diurutkan peringkat kestabilan varietas tebu yang diujikan (Tabel 8).

Tabel 7. Rata-rata produksi tebu di 4 lokasi pengujian.

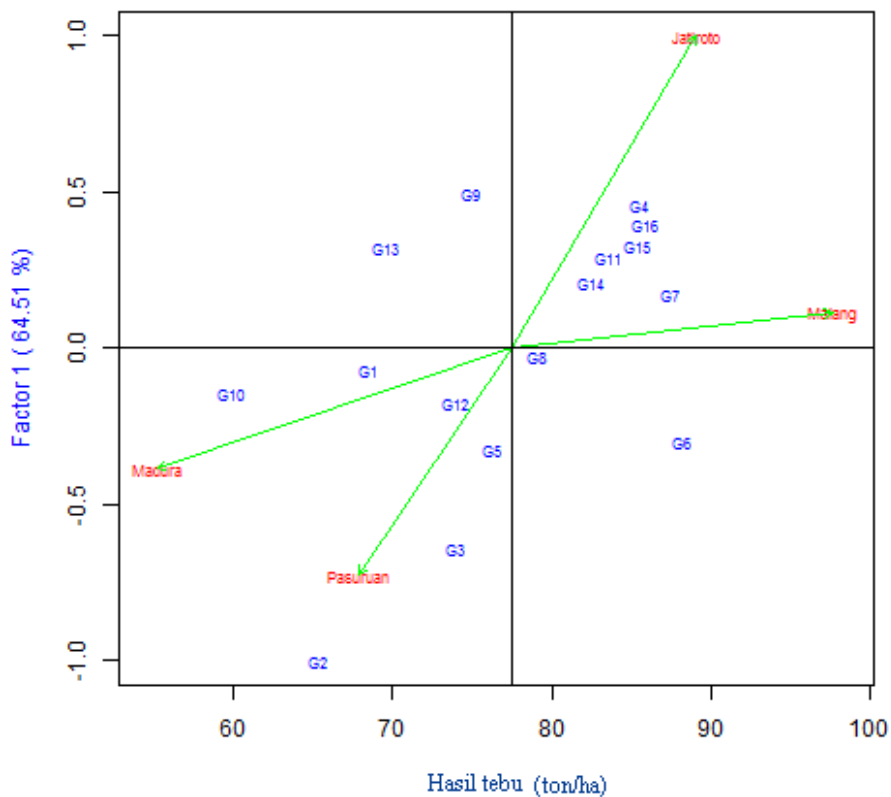
Table 7. Means of cane yield at 4 location

Varietas <i>Varieties</i>	Produksi tebu (ton/ha) <i>Cane yield (ton/ha)</i>				Rerata (ton/ha) <i>Average (ton/ha)</i>
	Jatiroto	Pasuruan	Malang	Madura	
G1	78,4	63,2	91,2	41,0	68,4
G2	52,7	71,3	86,6	50,7	65,3
G3	73,2	76,1	87,3	59,1	73,9
G4	106,0	65,5	109,3	61,3	85,5
G5	80,6	71,9	95,0	57,5	76,2
G6	91,9	77,6	107,0	76,4	88,2
G7	104,4	76,0	105,1	64,5	87,5
G8	90,0	65,3	96,2	64,6	79,0
G9	99,7	60,0	93,8	46,5	75,0
G10	63,4	54,7	94,3	26,7	59,8
G11	103,3	74,6	103,8	52,4	83,5
G12	86,9	72,0	82,0	54,7	73,9
G13	90,4	51,2	83,4	53,3	69,6
G14	97,6	71,2	108,1	52,9	82,4
G15	103,9	70,8	108,3	58,8	85,4
G16	103,7	64,7	111,6	63,5	85,9
Rerata varietas baku <i>Average standard varieties</i>	103,8	67,7	110,0	61,1	85,7

Tabel 8. Peringkat kestabilan varietas tebu berdasarkan nilai absolut PC 1

Table 8. Stability rating based on the absolute PC 1 value

Varietas Varieties	Produksi tebu (ton/ha) Cane yield (ton/ha)	nilai absolut PC 1 value of absolute PC 1	Peringkat kestabilan Stability rating
G8	79,0	0,0253	1
G1	68,5	0,0672	2
G10	59,8	0,1451	3
G7	87,5	0,1726	4
G12	73,9	0,1782	5
G14	82,4	0,2123	6
G11	83,5	0,2890	7
G6	88,2	0,2966	8
G13	69,6	0,3251	9
G15	85,4	0,3254	10
G5	76,2	0,3275	11
G16	85,9	0,3974	12
G4	85,5	0,4593	13
G9	75,0	0,4983	14
G3	73,9	0,6395	15
G2	65,3	1,0000	16



Gambar 2. Biplot AMMI rata-rata produksi tebu dengan PC1 genotipe dan lingkungan

Figure 2. AMMI biplot sugarcane yield average vs genotype and environment PC1

Dari Tabel 8 dan Gambar 2 terlihat bahwa varietas G8 memiliki nilai absolut PC1 paling rendah dibanding varietas lain, artinya varietas G8 lebih stabil dibandingkan varietas lain. Namun varietas G8 memiliki rata-rata produksi tebu (79,0 ton/ha) lebih rendah dari rata-rata varietas kontrol G15 dan G16 dengan rata-rata produksi tebu 85,7 ton/ha. Sementara itu varietas G4 memiliki produksi tebu (85,5 ton/ha) tidak berbeda nyata dengan rata-rata kontrol namun memiliki tingkat stabilitas yang rendah dan hanya berkorelasi positif dengan lingkungan Malang dan Jatiroto. Sehingga varietas G8 tidak direkomendasikan untuk dilepas sebagai varietas unggul sementara varietas G4 dapat direkomendasikan sebagai varietas unggul spesifik lokasi untuk daerah-daerah yang memiliki tipologi seperti daerah Jatiroto dengan tipologi lahan C2 Regosol, dan Malang dengan tipologi lahan C3 Aluvial. Dari 14 varietas harapan yang diuji terdapat 4 varietas yang memberikan rata-rata produksi tebu tidak berbeda nyata serta mempunyai stabilitas lebih tinggi dari kontrol yaitu varietas G6 (88,2 ton/ha), G7 (87,5 ton/ha), G11 (83,5 ton/ha), dan G14 (82,4 ton/ha).

KESIMPULAN

Faktor lingkungan mempunyai pengaruh dominan terhadap stabilitas hasil tebu. Metode AMMI mampu memetakan stabilitas hasil tebu varietas yang diuji. Berdasarkan nilai absolut PC1 dan biplot AMMI1 diperoleh 3 varietas yang memiliki stabilitas tinggi yaitu varietas G8, G1 dan G10 namun memiliki produktivitas rendah sehingga tidak direkomendasikan sebagai varietas unggul. Varietas G4 beradaptasi baik pada lingkungan dengan tipologi seperti Jatiroto dan Malang. Varietas G6, G7, G11

dan G14 memiliki stabilitas serta hasil tebu yang tinggi sehingga dapat diusulkan sebagai varietas unggul baru.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direksi PT Kebon Agung, Direksi PTPN XI, Direksi PTPN X yang telah membiayai kegiatan penelitian ini. Ucapan terima kasih tidak lupa kami sampaikan kepada Ibu Ekanti selaku Asisten Manager QC PG Jatiroto, Bpk. Maulana Indrawan selaku Kasi Risbang PG Kebon Agung, dan Bp Pujiono selaku teknisi kebun di P3GI yang telah membantu kegiatan dilapang.

DAFTAR PUSTAKA

- Darai, R., A. Sarker, Sah R.P., K. Pokhrel, and R. Chaudary. 2017. "AMMI Biplot Analysis for Genotype X Environment Interaction on Yield Trait of High Fe Content Lentil Genotypes in Terai and Mid-Hill Environment of Nepal." *Annals of Agricultural & Crop Sciences* 2 (1): 1–5.
- Duarte, J.B., and R. Vencovsky. 1999. "Interação Genótipos x Ambientes: Uma Introdução à Análise AMMI." 9. Monografis. Brazil: Sociedade Brasileira de Genética Ribeirão Preto.
- Gomez, Kwanchai A, and Kwanchai A Gomez. 1995. *Prosedur Statistik Percobaan Pertanian.Pdf*. Edisi 2. Jakarta: UI Press.
- Guerra, E.P., R.A. Oliveira, E. Daros, J. Luís, C. Zambon, O.T. Ido, and F.J.C. Bessalho. 2009. "Stability and Adaptability of Early Maturing Sugarcane Clones by AMMI Analysis." *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 9: 260–67.
- Hadi, A.F., and H. Sa'diyah. 2004. "Model AMMI Untuk Analisis Interaksi Genotipe X Lingkungan." *Jurnal Ilmu*

- Dasar* 5 (1): 33–41.
- Hernandez, M.V., and J. Crossa. 2000. “The Ammi AnaLysis And Graphing The Biplot.” In , 1–36. Mexico: Cimmyt, Int.
- Kan, A., M. Kaya, A. Gürbüz, A. Sanli, K. Özcan, and C.Y. Çiftçi. 2010. “A Study on Genotype x Environment Interaction in Chickpea Cultivars (*Cicer Arietinum* L .) Grown in Arid and Semi-Arid Conditions.” *Scientific Research and Essays* 5 (10): 1164–71.
- Kaya, Y., Ç. Palta, and S. Taner. 2002. “Additive Main Effects and Multiplicative Interactions Analysis of Yield Performances in Bread Wheat Genotypes across Environments.” *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 26: 275–79.
- Khan, I.A., N. Seema, S. Raza, S. Yasmine, and S. Bibi. 2013. “Environmental Interactions of Sugarcane Genotypes and Yield Stability Analysis of Sugarcane.” *Pakistan Journal of Botany* 45 (5): 1617–22.
- Krisnawati, A., P. Basunanda, Nasrullah, and M.M. Adie. 2016. “Analisis Stabilitas Hasil Genotipe Kedelai Menggunakan Metode Additive Main Effect and Multiplicative Interaction (AMMI).” *Informatika Pertanian* 25 (1): 41–50.
- Maiyanti, S.I. 2007. “168432-ID-Analisis-Data-Percobaan-Lokasi-Ganda-Dat.Pdf.” *Jurnal Penelitian Sain* 10 (3): 355–64.
- Mattjik, A.A. 1996. “Analisis Pengaruh Utama Aditif Dan Interaksi Ganda.” *Forum Statistika Dan Komputasi* 2 (1): 37–44.
- Mattjikz, A.A. 1998. “Aplikasi Analisis Pengaruh Utama Aditif Dengan Interaksi Ganda (UAIG) Pada Data Simulasi.” *Forum Statistika Dan Komputasi* 3 (1): 20–26.
- Meena, M.R., R. Karuppiayan, B. Ram, R. Kumar, and N. Kulshreshtha. 2017. “Genotypes x Environment Interactions and Stability Analysis of Sugarcane Clones (*Saccharum* Spp .) by AMMI Model in Sub-Tropical Regions of India.” *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding* 77 (4): 540–46. <https://doi.org/10.5958/0975-6906.2017.00071.2>.
- Onofri, A., and E. Ciricofolo. 2017. “Using R to Perform the AMMI Analysis on Agriculture Variety Trials.” *R News* 7 (1): 14–19.
- Rea, R., O. Sousa-vieira, M. Ramo’n, G. Alejos, A. Diaz, and R. Briceno. 2011. “AMMI Analysis and Its Application to Sugarcane Regional Trials in Venezuela.” *Sugar Tech* 13 (2): 108–13. <https://doi.org/10.1007/s12355-011-0070-8>.
- Regis, J.A.V.B., J.A.C. Andrade, A. Santos, A. Moraes, R.W.R. Trindade, H.J.R. Henriques, L.C. Oliveira, and B.H. Polis. 2018. “Adaptability and Phenotypic Stability of Sugarcane Clones.” *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 53 (1): 42–52. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2018000100005>.
- Samonte, S.O.P.B, L.T. Wilson, A.M. McClung, and J.C. Medley. 2005. “Targeting Cultivars onto Rice Growing Environments Using AMMI and SREG GGE Biplot Analyses.” *Crop Science* 45: 2414–24. <https://doi.org/10.2135/cropsci2004.0627>.
- Silveira, L.C.I., V. Kist, T.O.M. Paula, M.H.P. Barbosa, L.A. Peterneli, and E. Daros. 2013. “AMMI Analysis to Evaluate the Adaptability and Phenotypic Stability of Sugarcane Genotypes.” *Scientia Agricola* 70 (1): 27–32.
- Sousa, L.B., O.T. Hamawaki, R.O. Batista, V.M. Oliveira, and R.L. Hamawaki. 2015. “Evaluation of Soybean Lines and Environmental Stratification Using the AMMI , GGE Biplot , and Factor Analysis Methods.” *Genetics and Molecular Research* 14 (4): 12660–74.
- Suwarto. 2010. “Analisis Stabilitas Dan Adaptabilitas Menggunakan Analisis

AMMI (Additive Main Effect
Multiplicative Interaction).”
Agronomika 10 (1): 1–12.

Tarakanovas, P., and V. Ruzgas. 2006.
“Additive Main Effect and
Multiplicative Interaction Analysis of
Grain Yield of Wheat Varieties in
Lithuania.” *Agronomy Research* 4 (1):
91–98.