

Analisis Stabilitas Hasil Enam Genotipe Cabai menggunakan Metode Additive Main Effect Multiplicative Interaction (AMMI)

Stability Analysis of Six Chilli Pepper Populations Using Additive Main Effect Multiplicative Interaction (AMMI)

Dwi Wahyuni Ganefanti, D. Suryati dan Hasannudin

Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu

Jln. Raya Kandang Limun Bengkulu 38371A

Dw_ganefanti@yahoo.co.uk

ABSTRACT

The objective of this study was to identify the stability of six chilli pepper genotypes, using Additive Main Effect Muitiplicative Interaction (AMMI) method. The design was Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replication as blocks. The genotypes used were: 21C3, 31K1, 35C3, 29I2, 24D2, 10H2, and two commercial varieties Laris and Mario. The genotypes were planted in three different locations. Combined analysis of variance showed that genotype x environment interaction was observed on two years trials. Based on AMMI analysis it was found that PCA1 and PCA2, explained most of the interaction effect (>99%). The genotypes found stable in three locations were 29I2, 31K1 dan 35C2.

Key words: AMMI, Pepper, multilocation trials.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi stabilitas enam genotipe cabai, menggunakan metode Additive Main Effect Muitiplicative Interaction (AMMI). Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap tiga ulangan, Penelitian dilakukan di tiga lokasi, dengan dua kali penanaman (2 tahun). Genotipe yang digunakan adalah 21C3, 31K1, 35C3, 29I2, 24D2, 10H2, dengan dua varietas komersial sebagai pembanding Laris dan Mario. Terdapat interaksi antara genotipe dengan lingkungan berdasarkan analisis varian gabungan, baik pada percobaan tahun pertama maupun kedua. Berdasarkan analisis AMMI model PCA1 dan PCA2 merupakan model terbaik dan mampu menjelaskan keragaman hingga >99%. Genotipe yang stabil di tiga lokasi penanaman adalah 29I2, 31K1 dan 35C2.

Kata kunci : AMMI, cabai

PENDAHULUAN

Program Pemuliaan tanaman merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil cabai. Program yang bertujuan untuk mendapatkan varietas unggul berdaya hasil tinggi dan dapat diterima oleh petani sebagai konsumen. Uji multilokasi adalah salah satu tahapan yang harus dilakukan sebelum suatu varietas dilepas ke petani. Dari hasil uji multilokasi diharapkan diperoleh genotipe-genotipe cabai yang beradaptasi baik dan stabil pada lingkungan tertentu (*adaptation of genotypes to specific environmental*) dan cabai stabil pada beberapa lingkungan (*stability of genotypes*). Genotipe hasil pengujian multilokasi dapat dilepas sebagai varietas baru.

Pertumbuhan tanaman merupakan fungsi dari genotipe dan lingkungan (Allard, 1960), dimana penampilan tanaman tergantung genotipe, lingkungan dan interaksinya. Respon tanaman yang spesifik pada lingkungan beragam mengakibatkan adanya interaksi genotipe lingkungan, pengaruh interaksi yang besar secara langsung akan mengurangi kontribusi genetik dalam penampilan akhir (Gomez dan Gomez, 1985). Pengembangan tanaman diarahkan untuk mendapatkan varietas yang dapat beradaptasi luas dengan kondisi lingkungan beragam (Pfieffer *et al.*, 1995). Pada era sekarang, pengembangan tanaman sudah mulai diarahkan pada tanaman yang spesifik lokasi.

Analisis *Additive Main Effect Muitiplicative Interaction* (AMMI) adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk menjelaskan dan menginterpretasikan tanggap genotipe terhadap variasi lingkungan. Metode ini telah dilaporkan oleh Sumertajaya (1998), Kusumaningsih (2004), Hadi dan Sa'diyah (2004) dan Dias dan Krzanowski (2006). Metode ini telah digunakan untuk mengevaluasi stabilitas hasil jagung manis oleh Sujiprihati *et al.* (2006); Kaya *et al.* (2002) pada tanaman bread wheat dan tanaman wheat di Lithuania oleh Tarakonovas dan Rozgas (2006). Dimana analisis menggunakan metode ini,

menggabungkan pengaruh aditif pada analisis ragam dan pengaruh multiplikatif pada analisis komponen utama (Mattjik dan Sumertajaya, 2002).

Analisis AMMI dapat menjelaskan interaksi genotipe dengan lokasi. Dalam menyajikan pola tebaran titik-titik genotipe dengan kedudukan relatifnya pada lokasi maka hasil penguraian nilai singuler diplotkan antara satu komponen genotipe dengan komponen lokasi secara simultan. Penyajian dalam bentuk plot yang demikian disebut biplot. Biplot AMMI meringkas pola hubungan antar genotipe, antar lingkungan, dan antara genotipe dan lingkungan. Biplot tersebut menyajikan nilai komponen utama pertama dan rataan. Biplot antara nilai komponen utama kedua dan nilai komponen utama pertama bisa ditambahkan jika komponen utama kedua tersebut nyata (Mattjik dan Sumertajaya, 2002).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi stabilitas enam genotipe cabai hasil seleksi UNIB dan dua varietas komersial sebagai pembanding menggunakan *Additive Main Effect Muitiplicative Interaction* (AMMI).

METODE PENELITIAN

Percobaan dilaksanakan pada tahun 2007 dan 2008 di tiga lokasi di dalam provinsi Bengkulu, yaitu di lahan pertanian rakyat Kel. Surabaya Kota Bengkulu, lahan pertanian rakyat Medan Baru Kota Bengkulu, dan lahan pertanian rakyat Kabupaten Bengkulu Utara. Tanah yang digunakan berjenis Ultisol.

Bahan tanaman yang digunakan adalah enam genotipe cabai hasil persilangan 2/5 (Talang semut/tit super) hasil seleksi UNIB yaitu: 10H2, 21C3, 24D2, 29I2, 31K1, 35C3, dan dua varietas komersial yaitu Laris dan Mario sebagai pembanding. Pupuk yang digunakan yaitu Urea (150kg ha⁻¹), SP-36 (350 kg ha⁻¹) dan KCl (250 kg ha⁻¹) serta pupuk kandang (10 ton ha⁻¹). Untuk mengendalikan hama dan penyakit, digunakan pestisida dengan dosis dan frekuensi tergantung tingkat serangan.

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLT) tersarang, dengan tiga ulangan sebagai kelompok. Ukuran petak percobaan 1.2 x 6 m, setiap petak terdiri dari 2 baris tanaman dengan 10 tanaman tiap baris, setiap genotipe 2 petakan dengan 40 tanaman.

Benih dikecambahan pada kertas tissue basah, kemudian ditempatkan pada wadah plastik dan ditutup, dibiarkan selama 3-5 hari. Sesudah berkecambah ditempatkan pada tray pembibitan yang telah disiapkan terlebih dahulu menggunakan media tanah:merang padi:pupuk kandang (2:1:1). Benih dipelihara sampai berumur 4 minggu.

Lahan diolah sampai gembur kemudian dibuat bedeng penanaman, selanjutnya ditebar pupuk kandang dan pupuk dasar, kemudian dilanjutkan dengan pemasangan mulsa plastik hitam perak. Pada saat akan tanam mulsa dilubangi untuk tempat penanaman. Jarak tanam yang digunakan adalah 60 x 60 cm.

Pengamatan dan analisis data dilakukan terhadap bobot buah per tanaman. Tahapan analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi analisis ragam gabungan dengan pendekatan anova klasik dan dilanjutkan dengan analisis AMMI. Untuk memudahkan interpretasi, dibuat biplot berdasarkan KU1 dan KU2. Analisis data tersebut dilakukan dengan fasilitas software SAS 6.12.

Tahapan analisis AMMI yang dilakukan adalah:

1. Menyusun matrik pengaruh interaksi dalam bentuk matrik Igxl
2. Melakukan penguraian bilinear terhadap matriks Igxl melalui SVD (*singular value decomposition*)
3. Menentukan banyaknya komponen utama (KU) nyata melalui postdictive success
4. Membuat biplot AMMI berdasarkan KU1 dan KU2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Ragam Gabungan dan AMMI

Dari hasil analisis ragam gabungan terlihat bahwa pengaruh utama lokasi, genotipe, dan pengaruh interaksi genotipe x lokasi berpengaruh nyata ($P<0,001$). Hasil ini menunjukkan bahwa tingkat produksi cabai sangat dipengaruhi oleh faktor genotipe dan lingkungan. Jika dilihat dari sumbangannya keragaman yang diberikan oleh masing-masing pengaruh, terlihat pengaruh lokasi pada tahun pertama merupakan penyumbang keragaman produksi terbesar (48,89%), tetapi pada tahun kedua pengaruh genotipe memberikan sumbangannya terbesar (45,74%), sumbangannya keragaman yang lebih kecil adalah interaksi genotipe dengan lingkungan. Dengan demikian tingkat produksi cabai akan sangat tergantung pada kondisi lokasi dimana cabai tersebut ditanam, juga ditentukan oleh jenis genotipe yang ditanam.

Tabel 1. Analisis ragam AMMI genotipe cabai di tiga lokasi tahun 1 dan tahun 2

Sumber keragaman	db	Jumlah	Sumbangan	Jumlah	Sumbangan
		kuadrat	keragaman	kuadrat	keragaman
		Tahun 1	(%)	Tahun 2	(%)
Lokasi	2	54057.86*	48.89	207421.9*	31.60
Ulangan (lok)	6	1392.08ns	1.25	3206.67ns	0.48
Genotipe	7	26084.88*	23.59	300178.4*	45.74
Gen x Lokasi	14	24555.69*	22.21	110313.5*	16.81

Interaksi antara jenis genotipe dan lokasi tanam berpengaruh nyata terhadap produksi. Hasil tersebut berarti jenis genotipe tertentu akan tumbuh baik pada lokasi tertentu tetapi tidak begitu halnya jika ditanam pada lokasi yang lain. Menurut Vargas *et al.* (1998) interaksi genotipe dan lingkungan yang nyata akan mempengaruhi ekspresi tanaman. Ini artinya genotipe yang sama akan memberikan respon produksi yang berbeda pada lingkungan yang berbeda.

Interaksi antara lokasi dengan genotipe nyata, sehingga dapat dilakukan analisis AMMI. Analisis AMMI berguna dalam menentukan genotipe-genotipe yang stabil di semua lokasi maupun genotipe-genotipe yang spesifik atau berinteraksi khas dengan lokasi tertentu.

Untuk menentukan banyaknya sumbu komponen utama yang dipakai sebagai penduga digunakan dua metode yaitu *postdictive success* dan *predictive success*. Metode *postdictive success* berhubungan dengan kemampuan suatu model yang tereduksi untuk menduga data yang digunakan dalam membangun model tersebut. Salah satu caranya adalah berdasarkan banyaknya sumbu tersebut yang nyata pada uji F analisis ragam. *Predictive success* berhubungan dengan kemampuan suatu model dugaan untuk memprediksi data lain yang sejenis tetapi tidak digunakan dalam membangun model tersebut (data validasi). Penentuan jumlah sumbu komponen utama berdasarkan *predictive success* dilakukan dengan validasi silang, yaitu membagi data menjadi dua kelompok, satu kelompok untuk membangun model dan kelompok lain digunakan untuk validasi (menentukan jumlah kuadrat sisaan). Hal ini dilakukan berulang-ulang, pada setiap ulangan dibangun model dengan berbagai sumbu komponen utama, yang terbaik adalah yang mempunyai rataan akar kuadrat tengah sisanya (*Root Mean Square Predictive Different* (RMSPD)) dari data validasi paling kecil.

Pada tahun 1, berdasarkan metode *postdictive success* diperoleh KUI1 yang nyata dan KUI2 yang tidak nyata, sedangkan pada tahun 2 diperoleh KU1 dan KU2 kedua-duanya nyata (Tabel 1).

Pada tahun 1, penguraian matriks pengaruh interaksi menghasilkan tiga komponen utama interaksi (KUI). Nilai akar ciri masing-masing KUI adalah 77,2668, 47,0642 dan 0,001. Kontribusi keragaman pengaruh interaksi yang dapat diterangkan oleh masing-masing komponen adalah 72,94, 27,06 dan 0,00%. Komponen utama interaksi yang nyata yang diperoleh dengan metode *postdictive success* menghasilkan satu komponen yang nyata. Hal ini berarti hasil tanaman cabai dapat diterangkan dengan menggunakan model AMMI1, dimana pengaruh interaksi direduksi menjadi satu komponen saja.

Pada tahun 2, penguraian matriks pengaruh interaksi menghasilkan tiga komponen utama interaksi (KUI). Nilai akar ciri masing-masing KUI adalah 159,6752, 106,1834 dan 0,0001. Kontribusi keragaman pengaruh interaksi yang dapat diterangkan oleh masing-masing komponen adalah 69,34; 30,66 dan 0,00%. Komponen utama interaksi yang nyata yang diperoleh dengan metode *postdictive success* menghasilkan dua komponen yang nyata. Hal ini berarti hasil tanaman cabai dapat diterangkan dengan menggunakan model AMMI2, dimana pengaruh interaksi direduksi menjadi dua komponen.

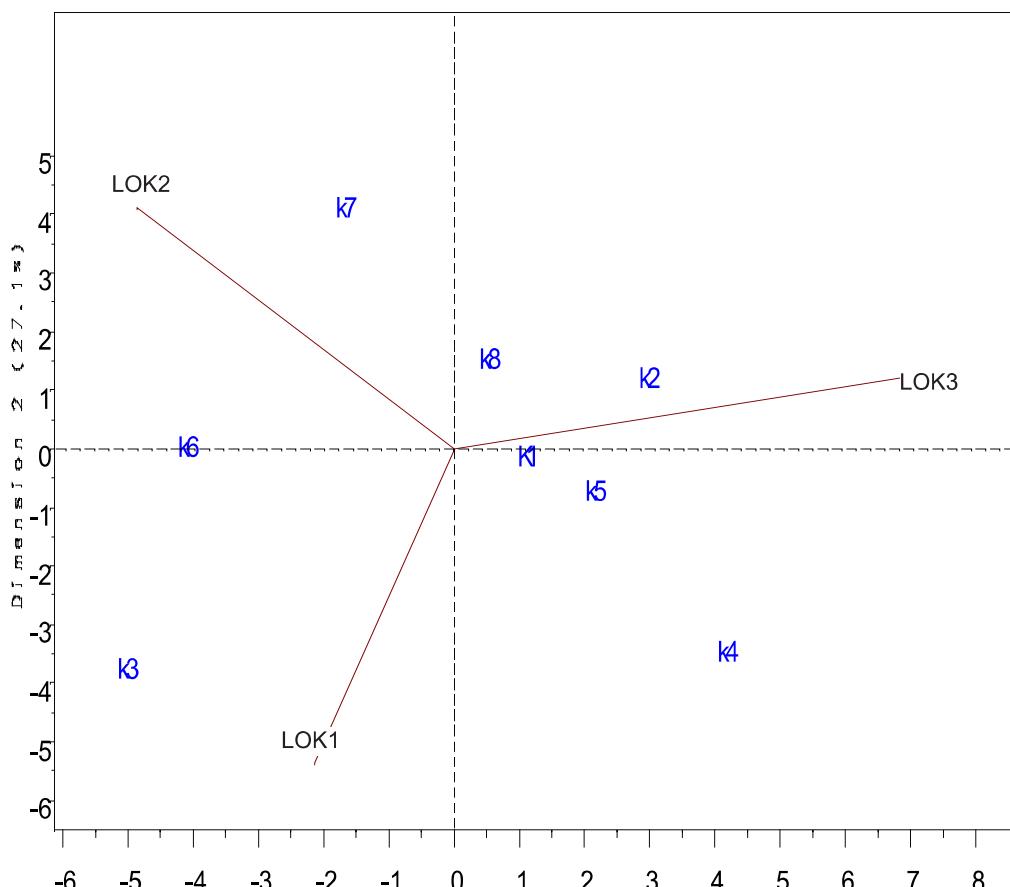
Untuk keperluan analisis stabilitas dan adaptabilitas, digunakan biplot AMMI2, beserta selang kepercayaan elips. Biplot AMMI2 merupakan plot antara KUI1 dengan KUI2.

Pada tahun 1, berdasarkan metode *postdictive success* juga memperkuat *predictive success*, dimana model AMMI2 memiliki nilai RMSPD terkecil yaitu 105,281 (AMMI1 dan AMMI3 memiliki RMSPD masing-masing 114,307). Pada tahun 2, berdasarkan metode *postdictive success* juga memperkuat *predictive success*, dimana model AMMI2 memiliki nilai RMSPD terkecil yaitu 262,262 (AMMI1 dan AMMI3 memiliki RMSPD masing-masing 277,512). Dari kedua metode penentuan banyaknya komponen yang digunakan untuk model AMMI diperoleh model AMMI2 sebagai model terbaik. Dengan

demikian respon interaksi genotip lingkungan tinggi. Menurut Mattjik (2005), model AMMI akan mampu meningkatkan keakuratan dugaan respon interaksi genotipe lingkungan jika hanya sedikit komponen AMMI saja yang nyata dan tidak mencakup seluruh kuadrat interaksi. Dengan sedikitnya komponen yang nyata sama artinya dengan menyatakan bahwa jumlah kuadrat sisanya hanya galat saja. Dengan menghilangkan galat ini berarti mengakuratkannya dugaan respon interaksi genotipe lingkungan.

Biplot AMMI2 sebagai alat visualisasi dari analisis AMMI dapat digunakan untuk melihat genotipe-genotipe stabil pada seluruh lokasi

ujji atau spesifik pada lokasi tertentu. Genotipe dikatakan stabil jika berada dekat dengan sumbu, sedangkan genotipe spesifik lokasi adalah genotipe yang berada jauh dari sumbu utama tapi letaknya berdekatan dengan garis lokasi. Dengan demikian genotipe-genotipe stabil pada tiga lokasi adalah genotipe K1 (24D2), K2 (31K1), K5(29I2), K6(35C2) dan K8 (Laris) . Genotipe spesifik di lokasi 1 adalah K3 (21C3). Genotipe spesifik di lokasi 2 adalah K7 (Mario). Tidak terdapat genotipe spesifik di lokasi 3. Genotipe K4 (10H2) terletak jauh dari sumbu utama dan juga garis lokasi.



Keterangan: Lok1 = Lokasi Bengkulu

Lok2 = Lokasi Bengkulu2

Lok3 = Lokasi Bengkulu Utara.

$$K1 = 24D2 \quad K4 = 10H2$$

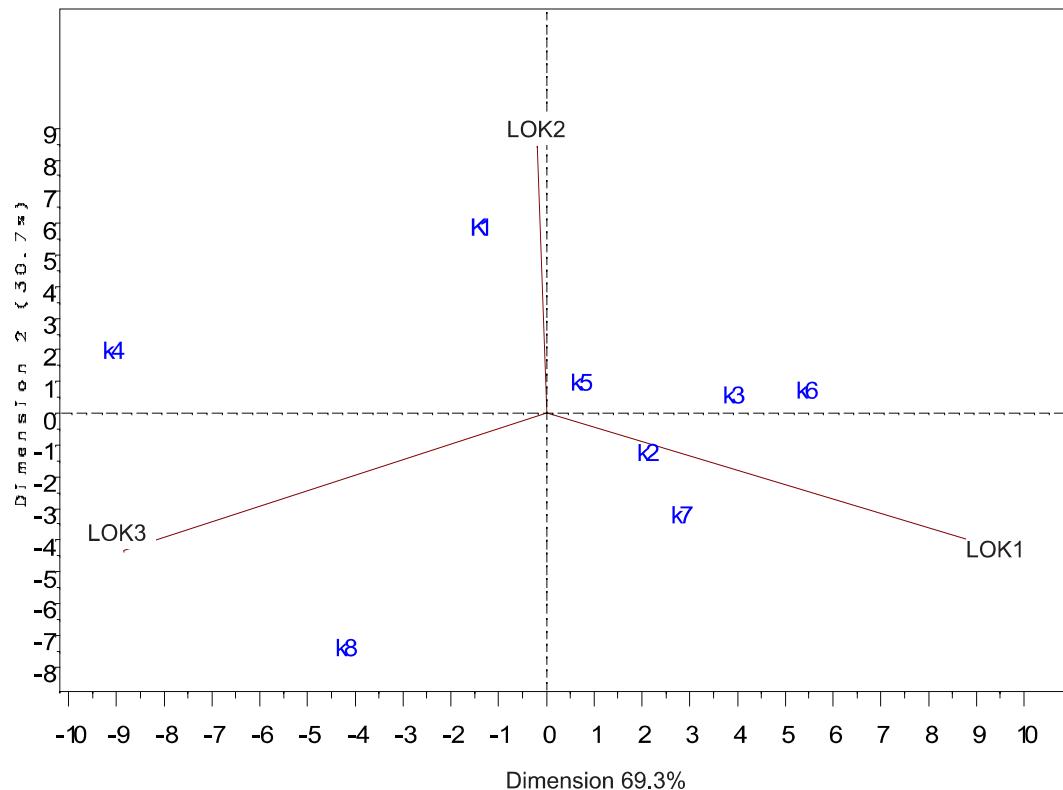
$$K_2 = 31K_1 \quad K_5 = 29J_2$$

$$K_3 = 21C_3 \quad K_6 = 35C_2$$

K7 = Mario

K8 = Laris

Gambar 1. Biplot AMMI untuk penentuan genotipe stabil dan spesifik lokasi tahun 1



Keterangan: Lok1 = Lokasi Bengkulu1 K1 = 24D2 K4 = 10H2 K7 = Mario
 Lok2 = Lokasi Bengkulu2 K2 = 31K1 K5 = 29I2 K8 = Laris.
 Lok3 = Lokasi Bengkulu Utara. K3 = 21C3 K6 = 35C2

Gambar 2. Biplot AMMI untuk penentuan genotipe stabil dan spesifik lokasi tahun 2

Biplot AMMI2 sebagai alat visualisasi dari analisis AMMI dapat digunakan untuk melihat genotipe-genotipe stabil pada seluruh lokasi uji atau spesifik pada lokasi tertentu. Genotipe dikatakan stabil jika berada dekat dengan sumbu, sedangkan genotipe spesifik lokasi adalah genotipe yang berada jauh dari sumbu utama tapi letaknya berdekatan dengan garis lokasi. Dengan demikian genotipe-genotipe stabil pada tiga lokasi adalah genotipe K2 (31K1), K3 (21C3), K5 (29I2), K6 (35C2) dan K7 (Mario). Tidak terdapat genotipe spesifik di lokasi 1 dan 3. Genotipe spesifik di lokasi 2 adalah K1 (24D2). Genotipe K4(10H2) dan K8 (Laris) terletak jauh dari sumbu utama dan juga garis lokasi.

Perbandingan Rataan Produksi di Tiga lokasi pada dua tahun penanaman

Genotipe yang stabil di tiga lokasi penanaman pada tahun 1 adalah 24D2, 31K1, 29I2, 35C2 dan varietas pembanding Mario, sedangkan pada tahun 2 genotipe yang stabil adalah 31K1, 21C3, 29I2 dan 35C2 dan varietas pembanding Laris. Dari hasil pengamatan bobot buah per tanaman terlihat bahwa genotipe yang stabil di tiga lokasi pada dua tahun pengamatan adalah 31K1, 29I2 dan 35C2. Genotipe-genotipe ini mempunyai rata-rata bobot buah per tanaman untuk 31K1 adalah 221,6294 g tan⁻¹ (prediksi 7,43 ton ha⁻¹), 29I2 adalah 222,924 g tan⁻¹ (prediksi 7,43 ton ha⁻¹) dan 35C2 adalah

164,666 g tan⁻¹ (prediksi 5,48 ton ha⁻¹). Ketiga genotipe ini mempunyai kemampuan rata-rata di atas produksi nasional tahun 2005 5,84 ton ha⁻¹ (Direktorat Jenderal Produksi Hortikultura, 2007). Jika dilihat secara umum maka keenam genotipe yang diuji ini mempunyai kemampuan menghasilkan bobot buah per tanaman 196,3716 g (prediksi 6,545 ton ha⁻¹). Keenam genotipe yang diuji ini jika dilihat dari bobot buah tanaman menunjukkan kemampuan berproduksi di atas rata-rata nasional.

KESIMPULAN

Genotipe yang mempunyai stabilitas di tiga lokasi penanaman adalah 31K1 dengan bobot

buah per tanaman 221,6294 g tan⁻¹ (prediksi 7,42 ton ha⁻¹), 29I2 adalah 222,924 g tan⁻¹ (prediksi 7,43 ton ha⁻¹) dan 35C2 adalah 164,666 g tan⁻¹ (prediksi 5,48 ton ha⁻¹)

Secara umum keenam genotipe hasil persilangan 2/5 mempunyai produktivitas di atas rata-rata nasional.

SANWACANA

Penulis mengucapkan terima kasih kepada: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi DP4M melalui proyek Hibah Bersaing atas bantuan dana penelitian. Mahasiswa Eci gustina, Repiana purba, Erviana, Eko dan Wiwin atas bantuan pengamatan di lapang.

Tabel 2. Bobot buah per tanaman (g tan-1) 6 genotipe dan 2 varietas pembanding di tiga lokasi penanaman pada 2 tahun pengamatan

Genotipe	Lokasi Bengkulu 1		Lokasi Bengkulu 2		Lokasi Bengkulu Utara	
	Tahun 1	Tahun 2	Tahun 1	Tahun 2	Tahun 1	Tahun 2
10H2	167,09	165,60	60,65	395,72	168,83	336,67
21C3	145,34	181,15	61,02	273,35	61,02	123,04
24D2	137,54	231,01	70,12	438,30	132,51	265,03
29I2	141,80	287,03	66,05	414,08	142,52	286,04
31K1	121,98	313,98	62,48	400,66	143,55	287,10
35C2	125,51	236,28	74,82	316,90	74,82	159,64
Laris	96,61	108,00	47,32	176,33	97,92	195,84
Mario	79,75	193,41	60,60	249,66	77,52	155,04

Tabel 3. Rata-rata bobot buah per tanaman (g tan-1) 6 genotipe dan 2 varietas pembanding di tiga lokasi penanaman pada 2 tahun pengamatan

Genotipe	Lokasi Bengkulu 1	Lokasi Bengkulu 2	Lokasi Bengkulu Utara	Rataan
10H2	166,3485	228,1867	252,7544	215,7632
21C3	163,2495	167,1884	92,03	140,8226
24D2	184,2781	254,2134	198,7795	212,4237
29I2	214,4214	240,0667	214,284	222,924
31K1	217,9829	231,575	215,3304	221,6294
35C2	180,8998	195,865	117,235	164,6666
Laris	102,3095	111,825	146,8819	120,3388
Mario	136,5877	155,135	116,2825	136,0018

DAFTAR PUSTAKA

- Allard, R.W. 1960. Principles of Plant Breeding. John Willey & Sons, Inc, New York.
- Dias, C.F.S and W Krzanowski. 2006. Choosing components in the additive main effect and multiplicative interaction (*AMMI*) models. *Sci.Agric* (Piracicaba, Braz) .63(.2): 169-175.
- Gomez, K.A., and A.A. Gomez. 1985. Statistical Procedures for Agricultural Research. John Willey & Sons, Inc, Canada.
- Hadi, A F dan H. Sa'diyah. 2004. Model AMMI untuk analisis interaksi genotipe x lokasi. *Jur. Ilmu Dasar*. 5(1): 33-41.
- Kaya, Y., C. Palta and S. Tanen. 2002. Additive main effects and multiplicative interactions analysis of yield performances in bread wheat genotypes across environments. *Turk. J. Agric for* 26(2002) 275-279. Tubitak.
- Kusumaningsih, Y.H. 2004. Analisis AMMI Terampat (*Generalized Additive Main-effect and Multiplicative Interaction*) pada Percobaan Multilokasi (Studi Kasus Penelitian Galur Padi Balitpa Sukamandi). Skripsi. FMIPA IPB, Bogor (Tidak dipublikasikan)
- Mattjik, A.A. dan I.M. Sumertajaya. 2002. Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab. Edisi ke-2 IPB Press, Bogor.
- Mattjik, A.A. 2005. Interaksi Genotipe dan Lingkungan dalam Penyediaan Sumberdaya Unggul. Orasi Ilmiah Guru Besar Tetap Biometrika Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Pfeiffer, T.W., J.L. Grabou, and J.H. Orf. 1995. Early maturity soybean production system; genotype x environmental interaction between regions of adaptation. *Crop Sci.* 35:108-112
- Sumertajaya, I.M. 1998. Perbandingan model AMMI dan regresi linier untuk menerangkan pengaruh interaksi percobaan lokasi ganda. Tesis. Program Pascaarjana IPB. Bogor.
- Sujiprihati, S., M. Syukur dan R. Yuniar. 2006. Analisis stabilitas hasil tujuh populasi jagung manis menggunakan metode *Additive Main Effect Multiplicative Interaction* (AMMI). *Bul. Agron.* 34 (2).
- Tarakanovas, P and V.Rozgas. 2006. Additive main effects and multiplicative interaction analysis of grain yield of wheat varieties in Lithuania. *Agron. Research* 4(1): 91-98.
- Vargas, M., J. Crossa, K. Sayre, M. Reynolds, M.E. Ramirez, and M. Talbot. 1998. Interpreting genotype x environment interaction in wheat by Partial Least Square Regression. *Crop Sci.* 38(3): 379-689.