

**STABILITAS PARAMETRIK HASIL 14 GENOTIPE TOMAT
(*Solanum lycopersicum* L.) DI EMPAT LINGKUNGAN DATARAN RENDAH**

***PARAMETRIC STABILITY OF RESULTS OF 14 TOMATO GENOTYPES
(Solanum lycopersicum L.) IN FOUR LOWLAND ENVIRONMENTS***

Suprayanti Martia Dewi^{1*}, Sobir², M. Syukur², Kisman¹

¹Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

²Program Studi Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian IPB University, Bogor, Indonesia

*Email penulis korespondensi: suprayanti@unram.ac.id.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi stabilitas hasil 14 genotipe tomat yang ditanam di empat lokasi dataran rendah menggunakan beberapa metode analisis stabilitas parametrik. Percobaan dilakukan di empat lokasi, yaitu Purwakarta, Lombok, Tajur dan Leuwikopo. Percobaan di tiap lokasi menggunakan Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLT) dengan tiga ulangan dimana ulangan tersarang dalam lokasi. Metode yang digunakan adalah Francis dan Kannenberg, Wrinkle ekovalens, Finlay dan Wilkinson, Eberhart dan Russell, Wrinkle ekovalens dan AMMI. Penelitian yang dilakukan menunjukkan berdasarkan konsep stabilitas statis menggunakan metode Francis & Kannenberg dan Eberhart Russell, genotipe yang dinyatakan stabil adalah IPBT3, IPBT53 dan IPBT78. Berdasarkan konsep stabilitas dinamis menggunakan metode Wrinkle ekovalens dan Finlay & Wilkinson, genotipe yang dinyatakan stabil adalah IPBT3, IPBT8, IPBT33, IPBT34, IPBT57, IPBT60, IPBT64 dan Intan. IPBT3, IPBT33, IPBT34, IPBT60 dan Intan adalah genotipe yang stabil menurut AMMI.

Kata kunci : stabilitas statis, stabilitas dinamis, genotipe, tomat, parametrik, uji multilokasi

Abstract

This study aimed to obtain information stability results 14 tomato genotypes grown in four lowland locations using multiple methods of parametric stability analysis. The experiments were conducted at four locations, namely Purwakarta, Lombok, Tajur and Leuwikopo. Experiments at each location using Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications which replicates nested within location. The method used were Francis and Kannenberg, Wrinkle ekovalens, Finlay and Wilkinson, Eberhart and Russel, Wrinkle ekovalens and AMMI. Research carried out shows based on the concept of static stability using the method of Francis and Kannenberg and Russell Eberhart, who declared stable genotype were IPBT3, IPBT53 and IPBT78. Based on the concept of dynamic stability using Wrinkle ekovalens and Finlay & Wilkinson methods, stable genotype were IPBT3, IPBT8, IPBT33, IPBT34, IPBT57, IPBT60, IPBT64 and Intan. IPBT3, IPBT33, IPBT34, IPBT60 and Intan as stable genotypes under AMMI methods .

Keywords: stability, static stability, dynamic stability, genotypes, tomato, parametric, multilocation test

PENDAHULUAN

Salah satu tahapan yang harus dilakukan untuk mengembangkan varietas tomat dataran rendah adalah menguji genotipe unggul dataran rendah di beberapa lokasi. Pengujian di beberapa lokasi perlu dilakukan untuk mengetahui respon genotipe pada lingkungan dengan tipe tanah, *altitude*, suhu, *latitude*, iklim dan musim yang berbeda. Dari hasil pengujian stabilitas hasil dapat ditentukan adaptasi genotipe tertentu pada kondisi lingkungan yang berbeda, yakni dapat beradaptasi secara luas atau spesifik lokasi (Suryati *et al.*, 2008). Pengembangan genotipe unggul spesifik lokasi dapat diarahkan untuk mendapatkan varietas spesifik lingkungan sedangkan varietas yang unggul di semua lingkungan dapat dilepas menjadi varietas yang mampu beradaptasi luas (Nusifera & Agung 2008; Ganefianti *et al.*, 2009).

Analisis uji adaptasi melibatkan analisis ragam gabungan. Analisis ragam gabungan di beberapa lokasi akan menunjukkan informasi ada atau tidaknya interaksi yang terjadi antara genotipe (G) dengan lingkungan (E). Interaksi GxE diperlukan pemulia untuk membantu proses identifikasi genotipe unggul. Analisis stabilitas dapat dilakukan apabila terdapat interaksi GxE untuk menunjukkan kestabilan suatu genotipe apabila ditanam pada lingkungan yang berubah atau berbeda. Stabilitas suatu genotipe merupakan kemampuan genotipe tersebut untuk hidup pada berbagai lingkungan yang berbeda namun fenotipenya tidak mengalami banyak perubahan di tiap-tiap lokasi percobaan. Pengujian stabilitas dapat dilakukan secara parametrik dimana metode pengujian stabilitas ini didasarkan asumsi sebaran genotipe, lingkungan dan pengaruh GxE. Metode ini sangat baik digunakan jika asumsi statistik, yaitu galat menyebar normal dan pengaruh interaksi dapat terpenuhi dengan baik (Syukur *et al.*, 2012).

Analisis stabilitas dapat dilakukan menggunakan analisis stabilitas yang telah banyak dikembangkan oleh para ahli untuk membantu pemulia menganalisis interaksi genotipe lingkungan, stabilitas genotipe dan keterkaitan keduanya. Metode yang dapat digunakan antara lain metode Francis dan Kannenberg, Wrickle ekovalens, Finlay dan Wilkinson, Eberhart dan Russel serta *Additive Main Effect Multiplicative Interaction* (AMMI). Metode Francis dan Kannenberg (1978) menggunakan parameter koefisien ragam (CV_i) sebagai alat ukur kestabilan, sedangkan metode Finlay & Wilkinson menggunakan parameter koefisien regresi (b_i). Metode Eberhart & Russel (1966) mengasumsikan indeks lingkungan acak dimana pengaruh lingkungan dan perbedaan respon linier dapat dibuat menjadi bentuk spesial dari parameter ragam (δ^2), sedangkan metode Shukla (1972) menggunakan ragam stabilitas (σ^2_i) dari genotipe sebagai parameter stabilitas. Suatu genotipe dikatakan stabil apabila ragam stabilitas (σ^2_i) sama dengan ragam lingkungan (σ^2_e) atau apabila ragam stabilitas (σ^2_i) = 0. Apabila nilai ragam stabilitas (σ^2_i) relatif sangat besar maka menunjukkan ketidakstabilan suatu genotipe.

Analisis stabilitas dengan metode *Additive Main Effect Multiplicative Interaction* (AMMI) sangat efektif menjelaskan interaksi genotipe dengan lingkungan dengan keakuratan dugaan respon interaksi genotipe x lingkungan yang tinggi. Analisis AMMI melalui visualisasi biplot mampu menginterpretasikan data uji multilokasi dengan menunjukkan interaksi galur dengan lokasi sehingga terbentuk pola sebaran titik-titik genotipe dengan kedudukan relatifnya pada lokasi dimana hasil penguraian nilai singular diplotkan antara satu komponen genotipe dengan komponen lokasi secara simultan (Sujiprihati *et al.*, 2006). Dalam visualisasi biplot, genotipe dapat dikatakan stabil apabila berada dekat dengan sumbu dan genotipe yang berada jauh dari sumbu namun dekat dengan garis lokasi digolongkan genotipe yang spesifik lokasi (Ganefianti *et al.*, 2009; Mattjik & Sumertajaya, 2000). Penggunaan analisis AMMI juga telah digunakan untuk melihat kestabilan beberapa komoditas lain seperti cabai (Ganefianti *et al.*, 2009), jagung (Sujiprihati *et al.*, 2006) dan bengkuang (Nusifera & Agung 2008). Penggunaan kelima metode tersebut untuk menguji stabilitas genetik tanaman tomat belum banyak dilaporkan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapat informasi kestabilan genotipe dengan menggunakan beberapa metode analisis stabilitas parametrik.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di empat lokasi, yaitu Purwakarta, Lombok, Tajur dan Leuwikopo dari bulan April 2012 hingga Agustus 2013. Materi genetik yang digunakan adalah IBBT3, IPBT8, IPBT30, IPBT33, IPBT34, IPBT43, IPBT53, IPBT57, IPBT60, IPBT64, IPBT78, Karina, Ratna dan Intan. Percobaan dilakukan dengan menggunakan

Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLT) dengan faktor tunggal yaitu genotipe menggunakan 3 ulangan, sehingga terdapat 42 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri atas 20 tanaman.

Pengamatan dilakukan pada karakter bobot buah per tanaman (g). Panen dilakukan seminggu dua kali hingga 8 minggu. dilakukan pada 10 tanaman contoh dari setiap satuan percobaan. Peubah yang diamati mengacu pada pedoman penyusunan deskripsi varietas hortikultura (Direktorat Perbenihan Hortikultura, 2011).

Analisis Data

Metode Francis dan Kenneberg (1978)

Francis dan Kannenberg (1978) mengukur stabilitas menggunakan koefisien keragaman (% CV_i) setiap genotipe yang diuji pada beberapa lingkungan. Semakin kecil nilai koefisien keragaman genotipenya, semakin stabil genotipe tersebut.

$$s_i^2 = \sum_{j=1}^q (x_{ij} - \bar{x}_{i.})^2 / (q - 1)$$

$$CV_i = S_i / \bar{Y}_i \times 100\%$$

Dimana : S_i² adalah kuadrat tengah genotipe ke-i, Y_i adalah nilai rata-rata genotipe ke-i pada seluruh lingkungan.

Metode Wrinkle ekovalens (W²_i)

Stabilitas metode ini adalah estimasi ragam genotipe ke-i untuk seluruh lingkungan dengan dasar perhitungan residu pada interaksi G x E (shukla, 1972). Metode ini menggunakan pengukuran kontribusi genotipe lain. Genotipe stabil adalah genotipe yang memiliki nilai paling kecil untuk W²_i atau σ²_i.

$$\sigma_i^2 = \frac{p}{(p-2)(q-1)} \sum_{j=1}^q (X_{ij} - \bar{X}_{i.} - \bar{X}_{.j} - \bar{X}_{..}) + \frac{SS(GE)}{(p-1)(p-2)(q-1)}$$

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

Metode Finlay dan Wilkinson (1963)

Analisis stabilitas Finlay dan Wilkinson (1963) didasarkan pada koefisien regresi (b_i) antara hasil rata-rata suatu genotipe dengan rata-rata umum semua genotipe yang diuji dengan semua lingkungan pengujian. Analisis ini dapat menjelaskan fenomena stabilitas dan adaptabilitas suatu genotipe. Genotipe-genotipe yang mempunyai slope regresi (b_i) : > 1, = 1, dan < 1 berturut-turut mempunyai stabilitas di bawah rata-rata, setara rata-rata, dan di atas rata-rata.

$$b_i = \sum_{j=1}^q (X_{ij} - \bar{X}_{i.}) / \sum_{j=1}^q (\bar{X}_{.j} - \bar{X}_{..})$$

Metode Eberhart and Russel (1966)

Pengukuran stabilitas yang lain adalah didasarkan kepada deviasi dari regresi nilai rata-rata genotipe pada indeks lokasi (lingkungan). Suatu genotipe dikatakan stabil hanya bila kuadrat tengah sisa dari garis regresi adalah kecil dengan kata lain ragamnya kecil. Statistik yang digunakan adalah:

$$\delta_i^2 = \frac{1}{(q-2)} \left[\sum_{j=1}^q (X_{ij} - \bar{X}_{i.})^2 - \beta_i^2 \sum_{j=1}^q (\bar{X}_{.j} - \bar{X}_{..})^2 \right]$$

Metode Additive Main Effect Multiplicative Interaction (AMMI)

Analisis *Additive Main Effect Multiplicative Interaction* (AMMI) adalah salah satu metode yang digunakan untuk menjelaskan dan menginterpretasikan tanggap genotipe terhadap variasi lingkungan. Metode ini seperti yang telah dilakukan Sumertajaya (1998), Kusumaningsih (2004) menggabungkan pengaruh aditif pada analisis ragam dan pengaruh multiplikatif pada analisis komponen utama (Mattjik 2005).

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 letaknya berdekatan dengan garis lokasi (Mattjik & Sumertajaya 2000).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sidik ragam tiap lokasi pada karakter hasil bobot buah per tanaman menunjukkan bahwa genotipe–genotipe pada lokasi Purwakarta, Lombok dan Tajur meberikan perbedaan respon pada karakter hasil (Tabel 1). Analisis ragam gabungan karakter hasil 14 genotipe tomat yang diuji di empat lokasi menunjukkan hasil yang sangat signifikan pada sumber keragaman yang diakibatkan oleh lokasi, genotipe dan interaksi GxE (Tabel 2). Hal ini mengindikasikan terdapat genotipe yang menunjukkan keragaan hasil yang berbeda dari suatu lokasi ke lokasi lainnya, sehingga diperlukan analisis lanjutan untuk menjelaskan pengaruh interaksi tersebut.

Tabel 1. Jumlah kuadrat, kuadrat tengah, dan nilai F genotipe pada karakter bobot buah per tanaman tomat di empat lokasi

Sumber	Db	JK	KT	Fhitung
Purwakarta	15	2240457.002	149363.800	9.93**
Lombok	15	7973981.642	531598.776	14.82**
Tajur	15	4506202.136	300413.476	5.87**
Leuwikopo	15	3112905.455	207527.030	1.46 ^{tn}

Keterangan: *,** =berbeda nyata pada taraf 5% dan 1%, tn = tidak nyata

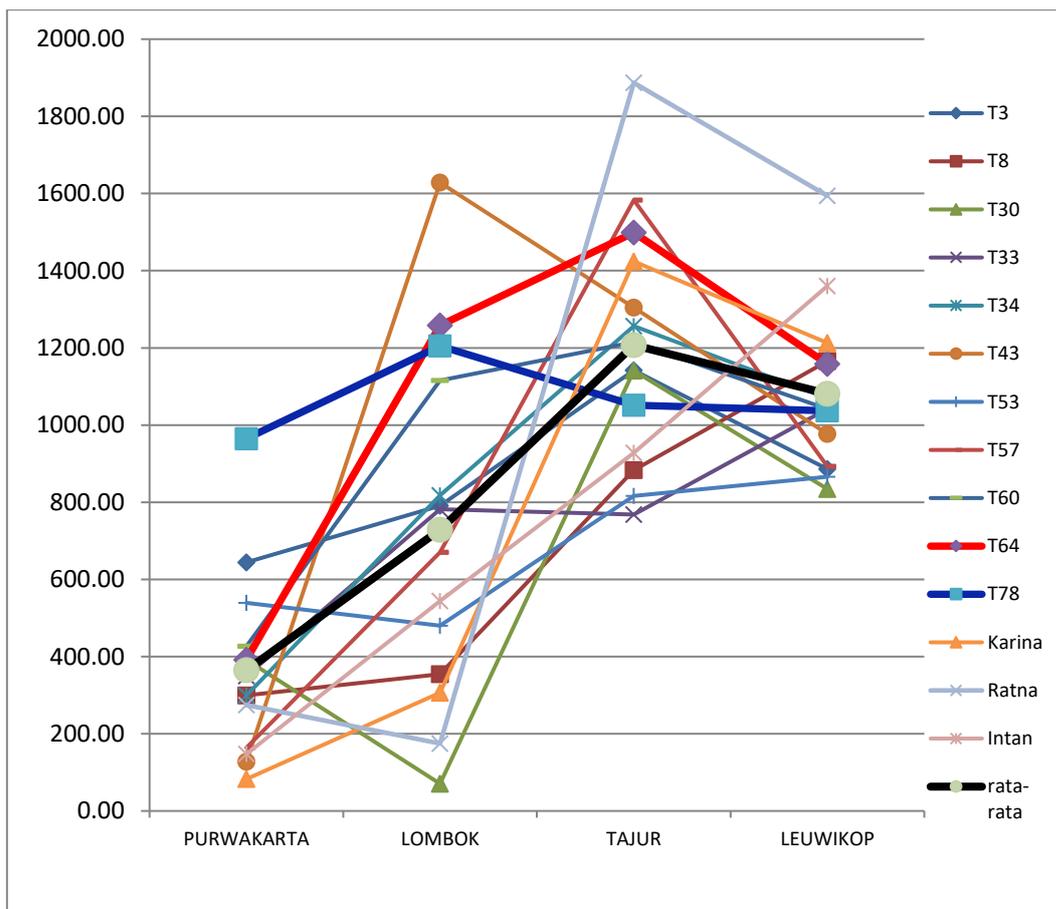
Tabel 2. Analisis ragam gabungan bobot buah per tanaman

Sumber	Db	JK	KT	Fhitung	KK
Lokasi	3	18115586.24	6038528.75	22.51**	29.24%
Ulangan/Lokasi	8	2146458.68	268307.33	–	
Genotipe	13	3630487.19	279268.25	4.57**	
Lokasi x Genotipe	39	12056600.93	309143.61	5.06**	
Galat	104	6354835.44	61104.19		
Total	167	42303968.48			

Keterangan: *,** = berbeda nyata pada taraf 5% dan 1%, tn = tidak nyata

Beda signifikan pada sumber keragaman dari genotipe menunjukkan terdapat perbedaan respon antar genotipe pada suatu lingkungan uji. Adanya interaksi menunjukkan hasil bobot buah pertanaman untuk genotipe yang memiliki potensi hasil yang tinggi pada suatu lokasi belum tentu hasilnya akan tetap tinggi pada lokasi lainnya (Ambarwati & Yudoyono 2003; Kusmana 2005; Sujiprihati 2006) atau dengan kata lain genotipe yang sama akan memberikan ekspresi yang berbeda pada lingkungan yang berbeda. Produksi rata-rata tomat masing-masing lingkungan sangat beragam mulai 70.60 g tanaman⁻¹ pada lokasi Lombok hingga 1886.85 g tanaman⁻¹ pada lokasi Tajur. Hal inilah yang menyebabkan koefisien keragaman yang dihasilkan menjadi tinggi yaitu sebesar 29.24%. Hal ini diduga karena perbedaan lingkungan (Kusumah 2010).

Bobot buah per tanaman ke 14 genotipe yang diuji di empat lokasi ditampilkan pada Gambar 5. Genotipe Ratna pada lokasi Leuwikopo dan Tajur memiliki rata-rata bobot per tanaman yang paling tinggi di antara genotipe yang lain. Kemudian untuk masing-masing wilayah Lombok dan Purwakarta produksi bobot buah per tanaman yang paling tinggi ditunjukkan oleh IPBT43 dan IPBT78. IPBT78 untuk keseluruhan lokasi menunjukkan produksi bobot buah per tanaman yang relatif stabil dan berkisar antara 964.91 – 1204.84 g tanaman⁻¹. Berke dan Gniffke (2006) menyebutkan jika jarak tanam 50 cm x 50 cm dengan lebar bedengan 1 m maka jumlah populasi tanaman per hektar kurang lebih sebanyak 26670 tanaman dimana asumsinya adalah hanya 80% tanaman yang dapat berproduksi dengan baik. Produksi IPBT78 mampu mencapai 22.71 ton ha⁻¹. Genotipe uji IPBT43 dan IPBT57 memiliki produksi per tanaman yang tinggi hanya untuk masing-masing wilayah Lombok dan Tajur namun produksi di lokasi pengujian lain mengalami penurunan hasil yang cukup jauh, sehingga dapat genotipe tersebut relatif tidak stabil bila ditanam di lokasi dengan karakteristik yang berbeda dengan lokasi pengujian Lombok dan Purwakarta.



Gambar 1. Bobot buah per tanaman 14 genotipe tomat pada empat lingkungan

Stabilitas suatu genotipe tanaman adalah kemampuan genotipe tersebut untuk menunjukkan respon yang sama pada kondisi lingkungan yang berbeda sehingga mampu mempertahankan tampilannya di berbagai lingkungan (Rasyad & Idwar 2010). Suatu genotipe dikatakan stabil apabila (1) memiliki keragaman dalam lingkungan yang kecil; (2) respon terhadap lingkungannya sebanding dengan respon rata-rata seluruh genotipe yang diujikan; (3) kuadrat tengah sisa dari indeks regresi lingkungannya kecil (Lin *et al.* 1986).

Metode stabilitas Francis & Kannenberg (1978) mengukur stabilitas berdasarkan pada terbentuknya variasi suatu genotipe dalam berbagai lingkungan. Terbentuknya variasi ini didekati kuadrat tengah genotipe serta koefisien variasi (CV_i) genotipe dimana semakin kecil nilai pengukuran, maka semakin stabil genotipe tersebut. Genotipe dikatakan stabil apabila memiliki koefisien keragaman yang rendah. Koefisien keragaman dikategorikan ke dalam empat kelompok menurut Moedjiono dan Mejaya (1994), yaitu rendah (< 25%), agak rendah berkisar pada (25–50%), cukup tinggi (50–75%) dan tinggi (75–100%). Berdasarkan katagori tersebut genotipe yang memiliki koefisien keragaman dan ragam lingkungan yang rendah, adalah genotipe IPBT3, IPBT53 dan IPBT78 (Tabel 21). Sulaeman (2012) menyatakan konsep ini bersifat statis dan hanya melihat respon masing-masing individu terhadap lingkungannya, tanpa ada pembandingan langsung terhadap genotipe. Jika wilayah pengujian semakin beragam, dapat dikatakan konsep ini tidak efektif untuk menyatakan kestabilan suatu genotipe.

Tabel 3. Analisis stabilitas 14 genotipe tomat pada empat lingkungan

Genotipe	Y	Francis	–		Finlay –	Eberhart	
		Kannenber	Wrickle	ekovalens	Wilkinso	–	
e		s_i^2	CV	W_i^2	σ_i^2	b_i	δ_i^2
IPBT3	865.82	209,18	24.16	122761.0	39153.05	0.5 ^{tn}	0.13
IPBT8	675.77	419,58	62.09	141186.2	46318.41	0.95 ^{tn}	0.45
IPBT30	609.41	472,73	77.57	276382.6	98894.79	0.96 ^{tn}	0.46
IPBT33	735.38	286,39	38.95	149135.5	49409.83	0.61 ^{tn}	0.19
IPBT34	860.77	415,12	48.23	13857.71	-3198.22	1.08 ^{tn}	0.59
	1009.4						
IPBT43	1	645,24	63.92	778380.9	294116.3	1.05 ^{tn}	0.55
IPBT53	675.39	194,01	28.73	175504.8	59664.54	0.43*	0.09
IPBT57	827.6	588,88	71.16	219152.8	76638.75	1.45 ^{tn}	1.05
IPBT60	949.72	355,91	37.47	111992.7	34965.39	0.81 ^{tn}	0.33
	1076.7						
IPBT64	2	478,35	44.43	157921.4	52826.54	1.11 ^{tn}	0.62
	1064.5						
IPBT78	5	100,88	9.48	421356.9	155273.7	0.05*	0.00
Karina	756.42	660,83	87.36	290191.2	104264.8	1.68*	1.42
				964338.0	366433.0		
Ratna	982.49	884,16	89.99	0	0	2.10*	2.21
Intan	745.08	519,60	69.74	196708.0	67910.21	1.21 ^{tn}	0.73

Keterangan : Y = rata-rata bobot per tanaman dari 14 genotipe tomat pada empat lingkungan. s_i^2 = kuadrat tengah Genotipe; CV_i = koefisien keragaman; W_i^2 = Wrickle Ecovalens; σ_i^2 = ragam Shukla; b_i = koefisien regresi genotipe, * = berbeda nyata dengan 1, tn = tidak berbeda nyata dengan 1; δ_i^2 = parameter deviasi.

Wrickle (1962) menyarankan penggunaan ecovalence (W_i^2) sebagai parameter stabilitas. Ecovalence (W_i^2) adalah nilai stabilitas suatu genotipe yang mana interaksi dengan lingkungannya dikuadratkan dan dijumlahkan pada semua lingkungan. Metode ini tergolong dalam konsep stabilitas dinamis. Berdasarkan parameter stabilitas ini genotipe dengan nilai ecovalence (W_i^2) terkecil merupakan genotipe yang stabil. Analisis stabilitas Shukla dan Wrickle menyatakan IPBT3, IPBT8, IPBT33, IPBT34, IPBT53, IPBT57, IPBT60, IPBT64, dan Intan termasuk kedalam genotipe stabil. Nilai ragam Shukla (σ_i^2) pada genotipe IPBT34 menunjukkan angka negatif sebesar -3198.22. Ragam stabilitas (σ_i^2) adalah perbedaan antar dua jumlah kuadrat maka bisa saja bernilai negatif (ragam stabilitas (σ_i^2) < 0). Nilai estimasi ini bisa dianggap sebagai ragam stabilitas (σ_i^2) = 0.

Analisis Finlay dan Wilkinson termasuk ke dalam konsep stabilitas dinamis menurut Lin *et al.* (1986). Metode ini mengacu pada nilai koefisien regresi dan rata-rata umum genotipe pada semua lingkungan dan mengelompokkan nilai b_i sebagai standar stabilitas dalam tiga kelompok, yaitu (1) stabilitas di bawah rata-rata, jika nilai $b_i > 1$; (2) stabilitas setara rata-rata, jika nilai $b_i = 1$; (3) stabilitas di atas rata-rata, jika nilai $b_i < 1$. Genotipe IPBT3, IPBT8, IPBT30, IPBT33, IPBT34, IPBT43, IPBT57, IPBT60, IPBT64, dan Intan tidak berbeda nyata berdasarkan nilai kriteria test 0.5061 – 1.4939. Genotipe yang memiliki stabilitas di bawah rata-rata adalah Karina dan Ratna dengan nilai b_i

masing–masing 1.68 dan 2.10, sedangkan yang memiliki stabilitas di atas rata–rata adalah IPBT53 dan IPBT78 dengan nilai b_i masing–masing 0.43 dan 0.05. Konsep ini didasarkan pada respon suatu genotipe terhadap lingkungannya, dan dibandingkan dengan respon rata–rata seluruh genotipe yang diujikan sehingga metode ini bersifat relatif dan tergantung pada set genotipe yang diuji pada waktu yang sama. Perubahan ukuran stabilitas akan terjadi apabila terjadi perubahan genotipe yang diujikan.

Analisis stabilitas Eberhart & Russell (1966) termasuk kedalam konsep stabilitas statis menurut Lin *et al.*, (1986). Analisis ini merupakan metode pengukuran stabilitas yang berdasar pada deviasi dari regresi nilai rata–rata genotipe pada indeks lingkungannya. Suatu genotipe dapat dikatakan stabil apabila kuadrat tengah sisa dari garis regresinya kecil. Parameter stabilitas dilihat dari ragam (δ_i^2) dan dikatakan stabil apabila memiliki δ_i^2 yang kecil. Hasil analisis dengan metode ini menunjukkan genotipe yang stabil adalah IPBT3, IPBT34 dan IPBT60.

Tabel 4. Korelasi Spearman parameter stabilitas parametrik terhadap hasil 14 genotipe cabai pada empat lokasi

Parameter	Y	s_i^2	CV_i	W_i^2	σ_i^2	b_i
SD_i	0.094					
CV_i	-0.281	0.915**				
W_i^2	0.411	0.606*	0.409			
σ_i^2	0.411	0.606*	0.409	1.000**		
b_i	0.015	0.960**	0.903**	0.435	0.435	
δ_i^2	0.122	0.909**	0.814**	0.583*	0.583*	0.952**

Keterangan : *, ** masing–masing nyata pada taraf 0.05 dan 0.01%; Y = rata–rata bobot per tanaman dari 14 genotipe tomat pada empat lingkungan. s_i^2 = kuadrat tengah Genotipe; CV_i = koefisien keragaman; W_i^2 = Wrinkle Ecovalens; σ_i^2 = ragam Shukla; b_i = koefisien regresi genotipe, * = berbeda nyata dengan 1, tn = tidak berbeda nyata dengan 1; δ_i^2 = parameter deviasi.

Hasil analisis korelasi Spearman yang dilakukan menunjukkan bobot buah per tanaman berkorelasi positif untuk parameter SD_i , W_i^2 , σ_i^2 , b_i dan δ_i serta menunjukkan hasil korelasi negatif untuk parameter CV_i . SD_i menunjukkan korelasi positif yang nyata terhadap parameter W_i^2 dan σ_i^2 . Korelasi positif yang nyata juga ditunjukkan oleh W_i^2 terhadap δ_i dan σ_i^2 terhadap δ_i . Menurut Ackura *et al* (2006) metode perhitungan Shukla dengan parameter σ_i^2 (1972) sama dengan metode perhitungan Wrinkle dengan parameter W_i^2 (1962). SD_i menunjukkan korelasi positif yang sangat nyata dengan parameter CV_i , b_i dan δ_i . CV_i juga menunjukkan korelasi yang sangat nyata terhadap parameter b_i dan δ_i begitupula parameter b_i terhadap δ_i . Kusumah (2010) menyebutkan korelasi yang sangat nyata antar parameter stabilitas menunjukkan bahwa parameter–parameter stabilitas mengukur aspek stabilitas yang sama dan memungkinkan untuk menggunakan salah satu di antara parameter stabilitas tersebut.

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 yang spesifik lokasi adalah genotipe yang berada jauh dari sumbu utama tapi letaknya berdekatan dengan garis lokasi (Mattjik & Sumertajaya 2006).

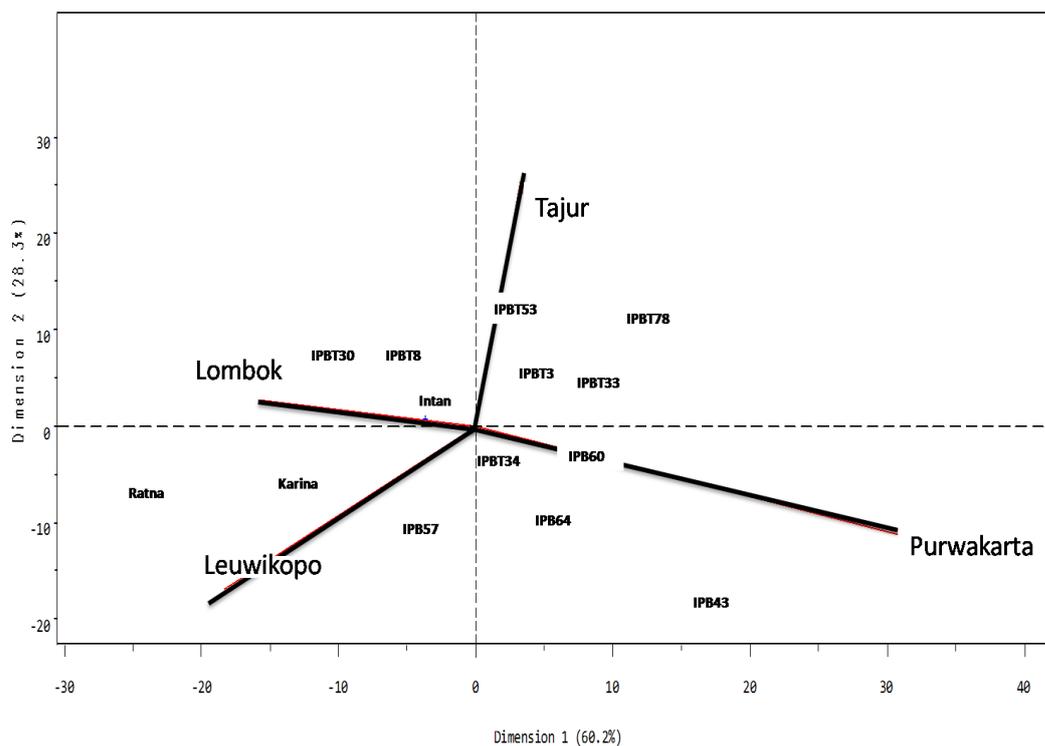
Dari hasil analisis ragam Tabel 23 dapat dilihat bahwa pengaruh utama (lingkungan dan genotipe) dan pengaruh interaksi genotipe dengan lingkungan berpengaruh nyata pada nilai peluang 0.001. Hasil ini menunjukkan bahwa produksi

tomat sangat dipengaruhi oleh faktor genotipe dan lingkungan. Nilai F hitung faktor lokasi (22.51) kemudian disusul oleh interaksi GxE (5.06), sedangkan pengaruh genotipe memberikan sumbangan keragaman paling kecil (4.57). Nilai F hitung faktor lokasi merupakan yang paling besar di antara faktor lain sehingga faktor lokasi diindikasikan sebagai penyumbang keragaman yang paling besar untuk karakter bobot per tanaman,. Analisis AMMI menunjukkan karakter bobot per tanaman tomat sangat bergantung pada kondisi lokasi tempat penanaman dan genotipe yang digunakan. Mattjik dan Sumertajaya (2000) menyatakan terdapatnya pengaruh nyata interaksi GxE terhadap produksi berarti jenis genotipe tertentu akan tumbuh baik pada lokasi tertentu, tetapi tidak begitu halnya jika ditanam pada lokasi yang lain.

Tabel 5. Analisis ragam AMMI3 14 genotipe tomat di empat lokasi

Sumber keragaman	Db	JK	KT	Fhitung	Prob
Lokasi	3	18115586	6038529.0	22.51	0.001
Ulangan/Lokasi	8	2146459	268307.3	4.39	0.001
Genotipe	13	3630487	279268.2	4.57	0.001
genotipe x lokasi	39	12056601	309143.6	5.06	0.001
AMMI1	15	7263533	484235.6	7.92	0.001
AMMI2	13	3407439	262110.7	4.29	0.001
AMMI3	11	1385629	125966.3	2.06	0.030
Galat	104	6354835	61104.2		
Total	167	42303968			

Kontribusi keragaman pengaruh interaksi yang mampu diterangkan oleh masing-masing komponen AMMI1, AMMI2, dan AMMI3 adalah masing-masing sebesar 60.8%, 28.3%, 11.5%. Berdasarkan nilai kontribusi keragaman tersebut terlihat bahwa dua komponen pertama memiliki peranan yang dominan dalam menerangkan keragaman pengaruh interaksi sebesar 88.50%. Gambar 6 menunjukkan visualisasi biplot antara komponen 1 (AMMI1) dan komponen 2 (AMMI2) untuk data bobot buah per tanaman. Berdasarkan Gambar 6 genotipe IPBT3, IPBT33, IPBT34, IPBT60 dan Intan dikatakan stabil pada empat lingkungan karena memiliki posisi titik sebaran yang paling dekat dengan titik sumbu.



Gambar 2. Biplot pengaruh interaksi model AMMI2 pada karakter bobot buah per tanaman 14 genotipe tomat yang diuji

KESIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Adapun kesimpulan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Berdasarkan konsep stabilitas statis menggunakan metode Francis & Kannenberg dan Eberhart Russell, genotipe yang dinyatakan stabil adalah IPBT3, IPBT53 dan IPBT78.
2. Berdasarkan konsep stabilitas dinamis menggunakan metode Wrikle ekovalens dan Finlay & Wilkinson, genotipe yang dinyatakan stabil adalah IPBT3, IPBT8, IPBT33, IPBT34, IPBT57, IPBT60, IPBT64 dan Intan.
3. IPBT3, IPBT33, IPBT34, IPBT60 dan Intan adalah genotipe yang stabil menurut AMMI.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Perbenihan Hortikultura. (2011). *Pedoman Penyusunan Deskripsi Varietas Hortikultura*. Jakarta (ID): Dirjen Hortikultura.
- Eberhart SA, & Russel WA. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6: 36–40.
- Finlay, KW., & Wilkinson, G.N. (1963). The analysis of adaption in plant–breeding programme. *Aust. J. Agric. Res.* 14, 742–754.
- Francis, T.R., & Kannenberg, L.W. (1978). Yield stability studies in short–season maize. A descriptive method for grouping genotypes. *Can J Plant Sci.* 58, 1029– 1034.

- Ganefianti, D.W., Suryati, D., & Hasannudin. (2009). Analisis stabilitas hasil enam genotipe cabai menggunakan Metode Additive Main Effect Multiplicative Interaction (AMMI). *Akta Agrosia*. 12(2), 147–154.
- Heuhn, M. (1990). Non parametric measures of phenotypic stability. *Euphyca*. 7, 189–194.
- Jambormias, E., & Riry, J. (2008). Application of GGE Biplot for Stability and Adaptation Evaluation of Genotypes with Multi Environment Trials Data. *Jurnal Budidaya Pertanian*. 4, 84-93.
- Kang, M.S., & Martin, F.A. (1987). A review of important aspects of genotype–environmental interactions and practical suggestion for sugarcane breeders. *J. am. Soc. Sugar cane Technic*. 7, 36–38.
- Kusmana. (2005). Uji stabilitas hasil umbi 7 genotipe kentang di dataran tinggi Pulau Jawa. *J. Short*. 15(4), 254–259.
- Kusumah, D.A. (2010). *Analisis stabilitas hasil cabai hibrida (Capsicum annuum L.)* [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Kusumaningsih, Y.H. (2004). *Analisi AMMI Terampat (Generalized additive main effect and multiplicative interaction) pada Percobaan Multilokasi (Studi Kasus Penelitian Galur Padi Balitpa Sukamandi)* [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Lestari, P.L., Abdullah, B., Junaedi, A., & Aswidinnoor, H. (2010). Yield stability and adaptability of aromatic New Plant Tipe (NPT) rice lines. *J. Agron. Indonesia*. 38(3), 199–204.
- Nassar, R., & Huehn, M. (1987). Studies on estimation of phenotypic stability: test of significance for parametric measures of phenotypic stability. *Biometric*. 43, 45–53.
- Nusifera, S., & Agung, K. (2008). Analisis stabilitas hasil ubi 27 genotipe bengkuang (*Pachyrhizus erosus* L. Urban) di Jatinangor Jawa Barat berdasarkan model AMMI. *Buletin Plasma Nutfah*. 14(1), 19–25.
- Peet, M.M., Willits, D.H., & Garden, R.G. (1997). Responses of ovule development and postpollen production processes in male-sterile tomatoes to chronic, sub-acute high temperature stress. *Journal of Experimental Botany*, 48, 101-111.
- Purwati, E. (1997). Pemuliaan Tanaman Tomat. Dalam: Duriat AS, Soeganda WW, Permadi AH, Sinaga RM, Hilman Y, Basuki RS, editor. *Teknologi Produksi Tomat*. Lembang (ID): Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Purwati, E. (2007). Perbaikan Mutu Tomat Varietas Kaliurang. *Jurnal Agrivigor*. 3, 270–275.
- Rahadi, V.P., Syukur, M., Sujiprihati, S., Yunianti, R. (2013). Nonparametric stability analysis of yield for nine chili pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes in eight environments. *Jurnal Agrivita*. 35(2), 193-200.
- Rasyad, A., & Idwar. (2010). Interaksi Genetik x lingkungan dan stabilitas komponen hasil berbagai genotipe kedelai di Provinsi Riau. *J. Agron. Indonesia*. 38(1), 25–29.
- Sabagnia N, Dehghani H, Sabaghpour SH. 2006. Nonparametric Methods for interprinting genotype x environment interaction of lentil genotypes. *Crop Sci*. 46, 1100-1106.
- Sato, S., Peet, M.M., Gardner, R.G. (2001). Formation of partenocarpic fruit, undeveloped flowers and aborted flowers in tomato under moderately elevated temperatures. *Scientia Horticulture*. 90, 243-254.
- Singh, R.K., & Chaudhary, C.D. (1979). *Biometrical Method in Quantitative Genetic Analysis*. New Delhi (IN): Kalyani Publisher.
- Sobir. (1994). *Stabilitas dan superioritas Beberapa Genotipe Cabai (Capsicum annuum L.) Pada Lingkungan Kering* [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

- Steel, R.G.D., & Torrie, J.H. (1989). *Prinsip dan prosedur statistika, suatu pendekatan biometrik*. Jakarta (ID): PT. Gramedia.
- Sujiprihati, S., Syukur, M., & Yuniarti, R. (2006). Analisis stabilitas hasil tujuh populasi jagung manis menggunakan metode Additive Main Effect Multiplicative Interaction (AMMI). *Bul. Agron.* 34(2), 93–97.
- Sumertajaya, I.M. (1988). *Perbandingan Model AMMI dan Regresi Linier untuk Menerangkan Pengaruh Interaksi Percobaan Lokasi Ganda* [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Surmaini, E., Runtunuwu, E., & Las, I. (2008). Upaya sektor pertanian dalam menghadapi perubahan iklim. *Jurnal Litbang Pertanian.* 30(1), 1–7.
- Thennarasu, K. (1995). *On certain nonparametric procedures for studying genotype–environment interactions and yield stability*. New Delhi (IN): PJ School, IARI.