

ANALISIS STABILITAS HASIL PADA PENGUJIAN KULTIVAR TEBU*)

(Yield Stability Analysis on Sugarcane Cultivars Trial)

Eko Sugiyarto**); Soemartono***); Woerjono Mangoendidjojo***)

Abstract

Among methods for estimating yield stability measurement proposed by several authors, Finlay and Wilkinson model (1963) and Eberhart and Russel model (1966) were the most frequently used.

Yield stability analysis based on mean yield, and regression coefficient as proposed by Finlay and Wilkinson was less precise. One additional parameter i.e. variance of deviation from regression as proposed by Eberhart and Russel will improve the conclusions.

This fact was encountered in the analysis of multilocation test of six sugarcane cultivars developed by the Sugarcane Estate Research Institute at Pasuruan, and two introduced cultivars from Fiji and Hawaii at 27 locations distributed in Java, in the 1975/1976 planting season.

The result of this test indicated that PS 41, PS 46, PS 47 and PS 48 (Finlay & Wilkinson method) and ps 41, PS 47, and PS 48 (Eberhart & Russel method) were the most stable and out-yielding cultivars.

Pengantar

Untuk mencapai produktivitas tinggi, penetapan varietas yang mampu memberikan hasil yang tinggi dan stabil pada berbagai kondisi lingkungan perlu diperhatikan. Dalam hubungannya dengan pelepasan varietas baru, perlu dilakukan pengajian kemampuan adaptasi dan stabilitas hasil untuk menjamin kemantapan produksi.

Penampilan relatif perbedaan genotipe dari sifat-sifat kuantitatif seperti daya hasil, sering berubah dari satu lingkungan ke lingkungan yang lain, karena adanya saling tindak genotipe x lingkungan. Perbedaan relatif tanggapan genotipe terhadap lingkungan ini sering mengikuti pola regresi (Tan *et al.*, 1979).

Sejumlah penulis mengamati adanya hubungan penampilan genotipe pada beberapa lingkungan yang berbentuk linear, yang selanjutnya menggunakan hubungan tersebut untuk menentukan tanggapan genotipe pada berbagai kondisi lingkungan (Yates & Cochran, 1938; Finlay & Wilkinson, 1963; Rowe & Andrew, 1964; Eberhart & Russel, 1966; Perkins & Jinks, 1968; Johnson *et al.*, 1968).

*) Bagian dari tesis Pasca Sarjana UGM, Jurusan Agronomi.

***) Staf Peneliti BP3G Pasuruan, bagian Genetika dan Pemuliaan.

***) Staf dosen Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian UGM.

Stabilitas hasil ditentukan oleh kemampuan genotipe untuk menghindari fluktuasi hasil pada berbagai lokasi (Heinrich *et al.* 1983). Stabilitas hasil juga merupakan sifat yang diwariskan pada tanaman (Fatunla & Frey, 1974).

Pendugaan stabilitas hasil melalui analisis regresi mula-mula diusulkan oleh Yates dan Cochran (1938), kemudian dimodifikasikan oleh Finlay dan Wilkinson (1963) dan diperbaiki oleh Eberhart dan Russel (1966). Finlay dan Wilkinson menentukan bahwa kultivar-kultivar yang memiliki tingkat stabilitas fenotipik tinggi adalah kultivar yang berdaya hasil hampir seragam pada lingkungan yang berubah-ubah. Eberhart dan Russell memodifikasikan dengan meregresikan hasil kultivar terhadap indeks lingkungan. Dikemukakan bahwa kultivar dengan koefisien regresi sama dengan satu, simpangan regresi kecil mendekati nol, dan rata-rata hasil tinggi merupakan kultivar yang stabil. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari dan membandingkan penggunaan metode yang dikemukakan Finlay dan Wilkinson (1963) dan metode Eberhart dan Russell (1966) untuk menguji kemampuan adaptasi dan stabilitas hasil kultivar-kultivar tebu di berbagai lingkungan.

Bahan dan Metode Penelitian

Untuk menduga parameter stabilitas hasil yang diusulkan oleh Finlay dan Wilkinson (1963), dan Eberhart dan Russell (1966) digunakan data pengujian orientasi delapan kultivar tebu di 18 wilayah pabrik gula dengan 27 lokasi percobaan yang tersebar di seluruh Jawa pada tahun tanam 1975/1976. Delapan kultivar tebu tersebut terdiri atas enam kultivar hasil pemuliaan BP₃G Pasuruan, yaitu PS 41, PS 45, PS 46, PS 47, PS 48 dan POJ 3016, serta dua kultivar introduksi, yaitu BZ 99 (F 134) dari Fiji, dan BZ 128 (H 57-5174) dari Hawaii. Masing-masing lokasi percobaan diuji dengan menggunakan rancangan acak kelompok lengkap (RCBD) dan empat ulangan. Rata-rata ukuran petak 7,5 m (panjang juring) × 25 m (jumlah juring dengan jarak antar juring rata-rata satu meter). Untuk pengujian stabilitas hasil digunakan hasil kristal gula yang disetarakan hasil per hektar.

Finlay dan Wilkinson (1963) menggunakan model koefisien regresi linier sederhana dengan cara membuat regresi antara rata-rata hasil tiap kultivar terhadap rata-rata hasil semua kultivar di 27 lokasi dalam 'Log' data. Regresi antara rata-rata hasil semua kultivar terhadap sesamanya memiliki stabilitas umum dengan koefisien regresi sama dengan satu. Koefisien regresi kurang dari satu menyatakan bahwa kultivar secara khusus mampu beradaptasi pada kondisi lingkungan yang kurang baik. Koefisien regresi lebih dari satu menyatakan bahwa kultivar secara khusus mampu beradaptasi pada kondisi lingkungan yang menguntungkan. Jika koefisien regresi sama dengan satu diikuti dengan rata-rata hasil tinggi, maka kultivar dianggap memiliki daya adaptasi yang luas, tetapi bila diikuti rata-rata hasil rendah dianggap kurang mampu beradaptasi pada semua lingkungan. Kultivar yang mempunyai daya adaptasi luas memiliki hasil potensial maksimal dan stabilitas fenotipik maksimal pada lingkungan yang menguntungkan.

Model yang dikemukakan Eberhart dan Russell (1966) adalah :

$$Y_{ij} = \mu_i + \beta_i I_j + \delta_{ij}$$

- Y_{ij} : hasil kultivar ke i pada lingkungan ke j
- μ_i = rata-rata hasil kultivar ke i pada semua lingkungan
- β_i = koefisien regresi kultivar ke i pada indeks lingkungan
- δ_{ij} = simpangan regresi kultivar ke i pada lingkungan ke j
- I_j = indeks lingkungan ke j.

Untuk menduga perbedaan garis regresi dan simpangan regresi untuk masing-masing kultivar digunakan model sidik ragam seperti daftar 1.

Daftar 1. Sidik ragam untuk parameter-parameter stabilitas yang diduga
 (Table 1. Analysis of variance of estimated stability parameters)

Sumber ragam (Source of variance)	d.b. (d.f.)	Jumlah kuadrat (Sum of Square)
Rata-rata total (Total Average)	$nv - 1$	$\frac{1}{2} \left(\sum_{i=1}^v \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - CF \right)$
Lokasi + Kult. x Lokasi (Loc. + Cult. x Locations)	$v(n - 1)$	$\frac{1}{2} \left(\sum_{i=1}^v \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - \sum_{i=1}^v Y_i \cdot Y_i \cdot 2/n \right)$
Lokasi linier (Locations linear)	1	$1/v \left(\sum_{j=1}^n Y_{.j} I_j \right)^2 / \sum_{j=1}^n I_j^2$
Kult. x Lok. linier (Cult. x Loc. linear)	$v - 1$	$\left(\sum_{j=1}^n Y_{.j} I_j \right)^2 / \sum_{j=1}^n I_j^2 - JK_{lok. linier}$
Simpangan gabungan (Pooled deviation)	$v(n - 2)$	$\sum_{i=1}^v \sum_{j=1}^n \delta_{ij}^2$
Kultivar 1 (Cultivar 1)	$n - 2$	$\sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - Y_{1.}^2/n - \left(\sum_{j=1}^n Y_{vj} I_j \right)^2 / \sum_{j=1}^n I_j^2$
Kultivar v (Cultivar v)	$n - 2$	$\sum_{j=1}^n Y_{vj}^2 - Y_{v.}^2/n - \left(\sum_{j=1}^n Y_{vj} I_j \right)^2 / \sum_{j=1}^n I_j^2$
Galat gabungan (Pooled error)	$n(r-1)(v-1)$	$\sum_{i=1}^v \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - JK_{ul/lok.} - JK_{kult.} - JK_{lok.} - JK_{kxl}$

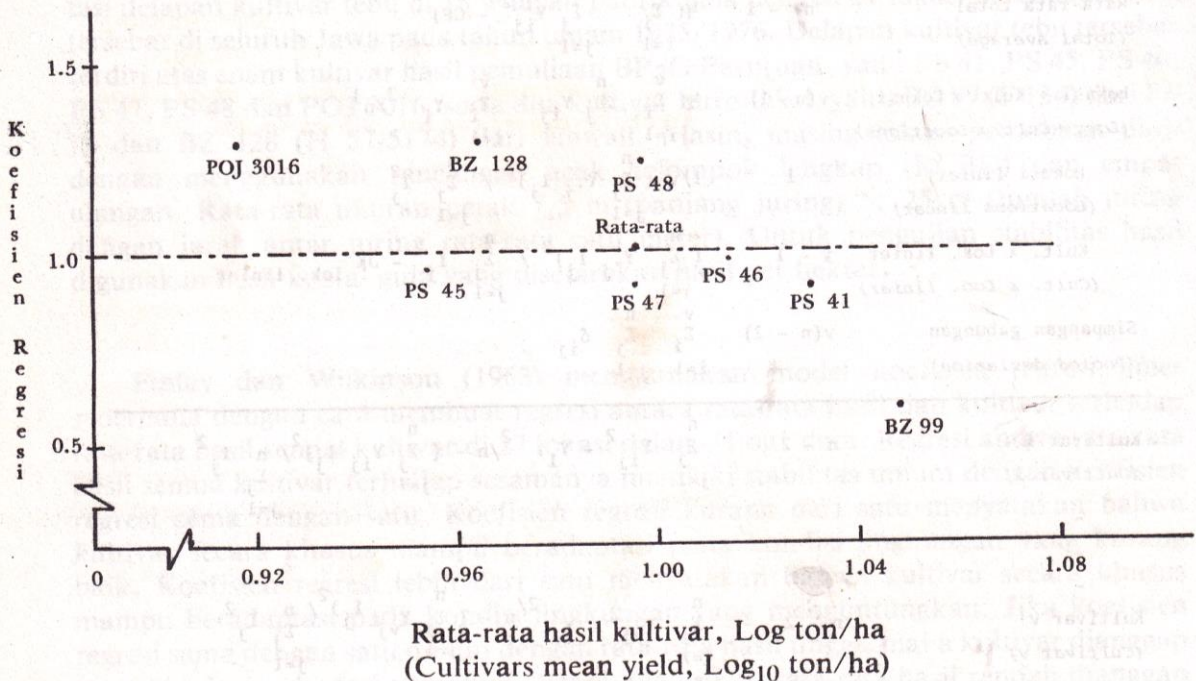
(Eberhart and Russell, 1966)

Menurut model Eberhart dan Russell, suatu kultivar dinyatakan baik stabilitasnya apabila mempunyai rata-rata hasil tinggi di atas rata-rata seluruh kultivar, koefisien regresi sama dengan satu dan simpangan regresi sekecil mungkin mendekati nol.

Hasil dan Analisis Hasil

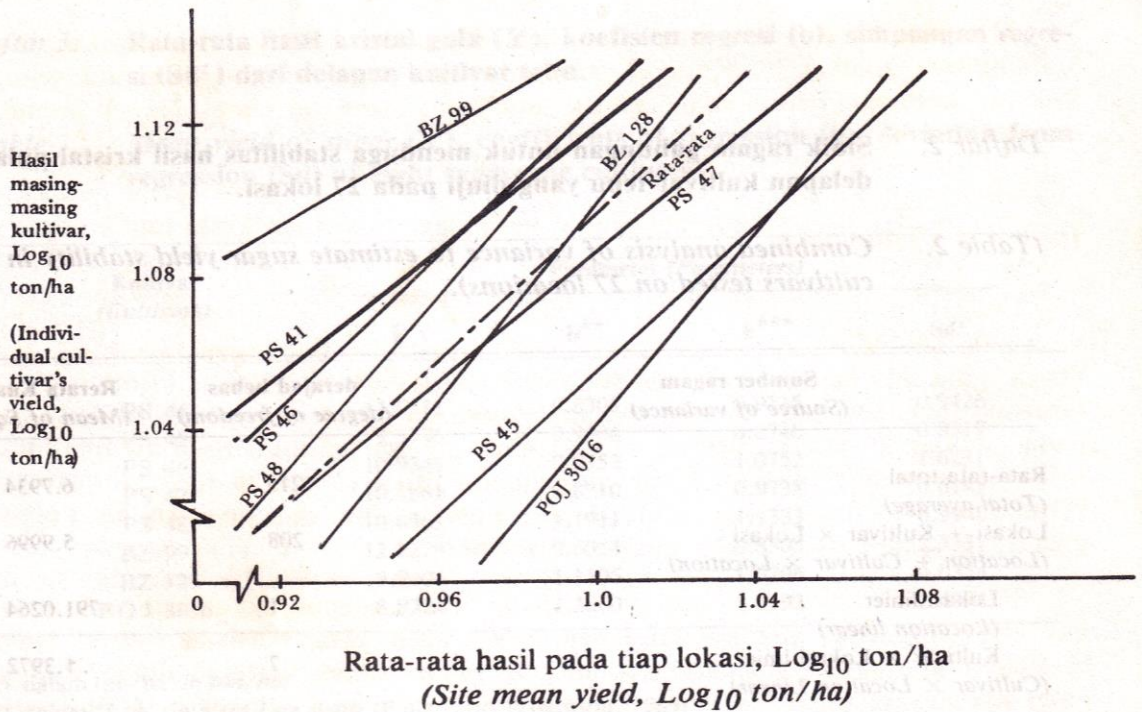
Dengan menggunakan data rata-rata hasil kultivar pada setiap lokasi, berdasarkan metode Finlay dan Wilkinson (1963) diperoleh hubungan koefisien regresi dengan rata-rata hasil kultivar seperti tampak pada gambar 1. Bentuk hubungan antara rata-rata hasil tiap kultivar terhadap rata-rata umum seluruh kultivar tampak pada gambar 2. Sesuai dengan ukuran kemampuan adaptasi dan stabilitas hasil menurut Finlay dan Wilkinson, dari ke delapan kultivar tebu yang diuji, kultivar yang beradaptasi luas dengan koefisien regresi mendekati satu dan rata-rata hasil kristal gula tinggi ialah PS 41, PS 46, PS 47 dan PS 48.

Sidik ragam gabungan yang tertera pada tabel 2 menunjukkan bahwa kultivar-kultivar yang diuji mempunyai kemampuan hasil yang berbeda nyata. Tetapi heterogenitas regresi yang ditunjukkan oleh ragam saling tindak kultivar x lokasi linier adalah kecil dan tidak nyata. Dengan demikian semua kultivar yang diuji mempunyai koefisien regresi yang tidak berbeda nyata satu terhadap yang lain.



Gambar 1. Hubungan adaptasi kultivar (Koefisien regresi) dan rata-rata hasil kristal gula untuk delapan kultivar tebu.

(Figure 1. The relationship of cultivar adaptation (regression coefficient) and cultivar mean yield of sugar for eight cultivars of sugarcane.)



Gambar 2. Garis regresi hubungan antara hasil kristal gula masing-masing kultivar dengan rata-rata hasil delapan kultivar tebu di 27 lokasi.
(Figure 2. Regression lines, showing the relationship of individual yield of sugar with mean yield eight cultivars of sugarcane on 27 locations).

Daftar 2. Sidik ragam gabungan untuk menduga stabilitas hasil kristal gula dari delapan kultivar tebu yang diuji pada 27 lokasi.

(Table 2. Combined analysis of variance to estimate sugar yield stability in eight cultivars tested on 27 locations).

Sumber ragam (Source of variance)	derajat bebas (degree of freedom)	Rerata Kuadrat (Mean of Square)
Rata-rata total (Total average)	215	6.7934 **
Lokasi + Kultivar × Lokasi (Location + Cultivar × Location)	208	5.9996 **
Lokasi linier (Location linear)	1	791.0264 **
Kultivar × Lokasi linier (Cultivar × Location Linear)	7	1.3972
Simpangan gabungan (Pooled deviation)	200	2.2355
PS 41	25	1.4512 **
PS 45	25	1.3404 **
PS 46	25	2.1317 **
PS 47	25	1.1231 **
PS 48	25	1.4234 **
BZ 99	25	2.8423 **
BZ 128	25	4.5439 **
POJ 3016	25	2.9480 **
Galat gabungan (Pooled error)	567	0.5056

**berbeda nyata pada taraf 1%
(significantly difference at 1%)

Rata-rata hasil, koefisien regresi dan simpangan regresi untuk masing-masing kultivar yang diuji disajikan pada daftar 3. Berdasarkan kriteria Eberhart dan Russell (1966), kultivar-kultivar yang dianggap mempunyai stabilitas hasil tinggi dengan koefisien regresi mendekati satu dan simpangan regresi kecil mendekati nol, serta mempunyai rata-rata hasil tinggi ialah PS 41, PS 47 dan PS 48.

Daftar 3. Rata-rata hasil kristal gula (\bar{Y}), koefisien regresi (b), simpangan regresi (Sd^2) dari delapan kultivar tebu.

(Table 3. Mean yield of sugar (\bar{Y}), coefficients of regression (b), deviation from regression (Sd) of eight sugarcane cultivars)

Kultivar (Cultivars)	Parameter (Parameters)			Sd^2
	\bar{Y}^*	b^{**}	b^{***}	
PS 41	11.0811	0.8305	0.9335	0.9426
PS 45	9.3796	0.9504	0.8740	0.8319
PS 46	10.9341	0.9352	1.0752	1.6231
PS 47	10.1861	0.8710	0.9738	0.6145
PS 48	10.4563	1.1911	1.1333	0.9948
BZ 99	12.2278	0.6054	0.8305	2.3337
BZ 128	9.9404	1.3106	1.0206	4.0354
POJ 3016	8.8224	1.3060	1.1592	2.4394

* dalam ton/ha (in ton/ha)

** dalam 'Log' data (in Log data) (Finlay and Wilkinson, 1963)

*** regresi antara rata-rata hasil dengan indeks lingkungan (regression from mean yield and environmental indexes) (Eberhart and Russell, 1966).

Matriks koefisien korelasi gabungan antara parameter-parameter ukuran stabilitas hasil yang diusulkan oleh Eberhart dan Russell (1966) disajikan pada daftar 4.

Dari daftar 4 ternyata semua parameter stabilitas (\bar{Y} , b, Sd^2) menunjukkan hubungan yang tidak berarti satu sama lainnya sehingga dapat dikatakan bahwa ketiga parameter tersebut adalah saling bebas.

Daftar 4. Korelasi antara parameter-parameter stabilitas meliputi rata-rata hasil kristal gula (\bar{Y}), koefisien regresi (b) dan simpangan regresi (Sd^2).

(Table 4. All possible correlations of stability parameters including mean yield of sugar (Y), coefficients of regression (b), and deviation from regression (Sd^2))

Parameter (Parameters)	\bar{Y}	b	Sd^2
\bar{Y}	1	-0.4915	-0.0645
b		1	0.1521
Sd^2			1

$r(0.05; 6) = 0.707$

; $r(0.01; 6) = 0.834$.

Pembahasan dan Pendapat

Dari sidik ragam daftar 2 tampak bahwa heterogenitas koefisien regresi untuk masing-masing kultivar yang diuji tidak nyata. Tidak nyatanya makna heterogenitas koefisien regresi dapat dipengaruhi oleh rendahnya tanggapan kultivar-kultivar yang diuji terhadap perubahan lingkungan. Perbedaan relatif hasil rata-rata kultivar pada tiap lokasi dan perubahan derajat urutan (ranking) kultivar dari satu lokasi ke lokasi lain hanya kecil sehingga kultivar-kultivar yang diuji mempunyai stabilitas yang tidak banyak berbeda.

Menurut ukuran stabilitas yang diusulkan oleh Finlay dan Wilkinson (1963), kultivar-kultivar yang berkemampuan adaptasi luas dan mempunyai hasil kristal gula tinggi ialah PS 41, PS 46, PS 47 dan PS 48. Tetapi menurut ukuran Eberhart dan Russell (1966), kultivar-kultivar yang mempunyai stabilitas hasil tinggi ialah PS 41, PS 47 dan PS 48, sedangkan PS 46 presisi pendugaan regresinya rendah. Perbedaan hasil pengujian ini disebabkan adanya penilaian presisi pendugaan besarnya koefisien regresi yang dinyatakan oleh simpangan regresi dari ukuran Eberhart dan Russell.

Dari matriks korelasi hubungan antara parameter-parameter ukuran stabilitas hasil ditunjukkan bahwa keeratan hubungan sesamanya adalah kecil dan tidak nyata. Dengan demikian rata-rata hasil, koefisien regresi dan simpangan regresi dapat berdiri sendiri sebagai ukuran stabilitas yang tidak saling tergantung, dan gabungan dari ketiga kelompok parameter stabilitas yang saling bebas ini akan memberikan pendugaan yang baik.

Daftar Pustaka

- Eberhart, S.A. and W.A. Russell. (1966) Stability parameter for comparing varieties. *Crop Sci.* 6 : 36 — 40.
- Fatunla, T. and K.J. Frey. (1974) Stability indexes of radiated and non radiated oat genotypes propagated in bulk population. *Crop Sci.* 14 : 719 — 724.
- Finlay, K.W. and G.N. Wilkinson. (1963) The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Austr. J. Agric. Research.* 14 : 742 — 754.
- Heinrich, G.M., C.A. Francis, and J.D. Eastin. (1983) Stability of grain sorghum yield components a cross diverse environments. *Crop Sci.* 23 : 209 — 212.
- Johnson, V.A., S.L. Shafer, and J.W. Schmidt. (1968) Regression analysis of general adaptation in hard red winter wheat (*Triticum aestivum* L.) *Crop Sci.* 8 : 187 — 191.
- Rowe, P.R. and R.H. Andrew (1964) Phenotypic stability for a systematic series of corn genotypes. *Crop Sci.* 4 : 563 — 567.
- Tan, W.K., G.Y. Tan, and P.D. Walton (1979) Regression analysis of genotype environment interaction in smooth bromegrass. *Crop Sci.* 19 : 393 — 396.