

## ANALISIS STABILITAS HASIL KELAPA

*Rusthamrin H. Akuba dan Margaretha M. M. Rumokoi*  
(kelompok peneliti Agroekologi dan Agroindustri Balitka)

### PENDAHULUAN

Usaha-usaha perbaikan bahan tanaman kelapa di Indonesia dilakukan sudah sejak tahun 1927, yaitu dimulai dengan kegiatan koleksi kelapa Dalam yang memiliki potensi produksi tinggi. Kegiatan tersebut dimulai di Desa Mapanget, Sulawesi Utara (sekarang Kebun Percobaan Mapanget, Balai Penelitian Kelapa) oleh Dr. P. L. Tammes. Setelah melalui serangkaian kegiatan penelitian oleh Balai Penelitian Kelapa meliputi persilangan dan pengujian pada tahun 1984 telah berhasil dilepas kultivar kelapa Dalam unggul yaitu Kelapa Baru-1 (KB1), Kelapa Baru-2 (KB2), Kelapa Baru-3 (KB3) dan Kelapa Baru-4 (KB4). Selain itu juga, penelitian pada kelapa hibrida Genjah x Dalam sejak tahun 1973/1974, telah dilepas pula Kelapa Hibrida Indonesia (KHINA) yaitu KHINA-1, KHINA-2 dan KHINA-3. Adanya kultivar unggul ini sangat menunjang pengembangan kelapa di Indonesia.

Usaha-usaha pemuliaan tanaman kelapa pada waktu-waktu yang akan datang sebaiknya tidak hanya terbatas untuk mendapatkan kultivar kelapa yang memiliki produksi yang tinggi, tetapi perlu dipikirkan untuk mendapatkan kultivar kelapa yang dapat beradaptasi luas dengan keadaan lingkungan. Hal ini sangat penting mengingat keadaan wilayah Indonesia yang sangat beragam dari segi iklim dan tanah. Dengan kata lain harus dirakit kultivar kelapa yang memiliki stabilitas hasil yang tinggi.

Pengembangan kultivar kelapa yang memiliki stabilitas hasil yang rendah membawa konsekuensi-konsekuensi sebagai berikut :

- 1) Dibutuhkan peta agroklimat kelapa yang memungkinkan peneliti mampu memutuskan daerah mana yang paling sesuai untuk pengembangan kultivar kelapa tertentu. Hal ini ditujukan pada kultivar kelapa yang sangat sesuai di suatu daerah tetapi kurang sesuai di daerah lain, 2) Diperlukan tambahan biaya dalam pengelolaan kultivar tersebut untuk mengimbangi cekaman ("stress") lingkungan. Penggunaan kelapa hibrida dan kelapa Dalam unggul yang dihasilkan oleh Balitka masih memerlukan pengujian lebih lanjut menyangkut stabilitas hasilnya. Hal ini disebabkan stabilitas hasil secara kuantitatif dari masing-masing kultivar kelapa tersebut belum diperoleh walaupun kegiatan penelitian multilokasi telah banyak dilakukan. Diperlukan penyesuaian-penyesuaian metode pengukuran stabilitas hasil dan rancangan penelitiannya sehingga hasilnya dapat dipertanggung jawabkan.

Dalam tulisan ini akan dibahas konsep stabilitas metode pengukurannya serta kemungkinan penerapannya pada tanaman kelapa.

## KONSEP STABILITAS

Sebenarnya ada dua konsep dalam pengukuran kemantapan hasil tanaman. Pertama, adaptabilitas yaitu ukuran keragaman hasil fenotipe suatu tanaman jika tanaman tersebut dipindah tanamkan dari daerah dimana tanaman tersebut dapat beradaptasi dengan baik ke daerah lain. Adaptabilitas berubah menurut waktu. Kedua, stabilitas yaitu rata-rata keragaman hasil fenotipe dari varietas (untuk seluruh lokasi) menurut waktu.

Pengukuran adaptabilitas menggunakan data "cross section" yang diamati untuk setiap tahun (waktu). Perubahan adaptabilitas menurut waktu disebabkan karena fluktuasi faktor lingkungan menurut waktu, mutasi gen dan atau meningkatnya kepekaan tanaman terhadap faktor lingkungan.

Walaupun kedua konsep di atas berbeda namun dalam penerapannya hanya digunakan konsep stabilitas dengan pengertian stabilitas menurut waktu dan tempat. Untuk penerapan tanaman kelapa perlu dipikirkan pemisahan kedua konsep ini.

## PENGUKURAN STABILITAS<sup>1</sup>

Pengukuran stabilitas umumnya menggunakan konsep statistik dengan penekanan pada stabilitas fenotip. Lin, Binns, Lefkovitch (1986)<sup>1)</sup> mengemukakan sembilan nilai statistik stabilitas yang sering digunakan. Misalnya  $X_{ij}$  menunjukkan nilai tengah pengamatan dari genotip  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, p$ ) dalam lingkungan  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, p$ ) dan  $X_{..}$  masing-masing adalah rata-rata genotip ke  $i$ , lingkungan ke  $j$  dan rata-rata keseluruhan maka formulasi dari kesembilan nilai stabilitas disajikan pada Tabel 1.

Formula-formula dalam Tabel 1 didasarkan pada simpangan rata-rata pengaruh genotipe (DG),  $(X_{ij} - X_{i.})$  atau pada interaksi genotip dengan lingkungan ("GE-interaction"),  $(X_{ij} - X_{i.} - X_{.j} + X_{..})$ , jumlah kuadrat (SS), koefisien regresi (b) atau kuadrat tengah acak (MS).

<sup>1</sup> Lin, Binns and Lefkovitch. Stability Analysis: Where Do We Stand. Crop Sci. Vol.26 No.5 p894-900. 1986.

Berdasarkan konsep statistik maka ke sembilan indeks stabilitas oleh Lin, Bins dan Lefkovitch (1986) digolongkan dalam 4 kelompok (A, B, C, D). Sedangkan ditinjau dari konsep stabilitas maka dibagi dalam 3 tipe, yaitu :

- Tipe-1 : Genotip dikatakan stabil apabila ragam ("variance") antar lingkungan kecil.
- Tipe-2 : Genotip stabil jika respons terhadap lingkungan sama dengan rata-rata respons seluruh genotip yang dicobakan.
- Tipe-3 : Genotip stabil jika kuadrat tengah acak sisa regresi terhadap indeks lingkungan kecil.

Kriteria tinggi rendahnya indeks stabilitas tergantung pada tipe indeks stabilitas yang digunakan, jenis tanaman yang diuji stabilitasnya serta luasnya/beragamnya keadaan lingkungan. Dengan demikian tidak ada satu ukuran baku yang dapat berlaku umum.

Tipe-1 berdasarkan prinsip keragaman. Walaupun tipe ini sangat populer tetapi jarang digunakan oleh pemulia. Faktor penyebabnya yaitu, pemulia selain menginginkan kultivar yang memiliki ragam antar lingkungan kecil juga menginginkan kultivar berproduksi tinggi. Indeks stabilitas Tipe-1 berasosiasi dengan kultivar-kultivar yang memiliki respons dan hasil yang rendah dalam berbagai keadaan lingkungan. Selain itu kultivar yang berproduksi tinggi pada berbagai keadaan lingkungan sukar untuk diperoleh. Walaupun memungkinkan memperoleh kultivar demikian ada namun usaha-usaha tersebut tidak perlu dilakukan karena beberapa kultivar dengan daya adaptasi yang sempit tetapi berproduksi tinggi dapat dengan mudah dirakit. Oleh karena itu penggunaan indeks stabilitas Tipe-1 sangat tergantung pada luasnya lingkungan percobaan. Jika lingkungannya luas, indeks stabilitas Tipe-1 tidak cocok untuk digunakan. Tetapi jika cakupan daerahnya terbatas maka indeks stabilitas Tipe-1 dapat digunakan.

Indeks stabilitas Tipe-2 merupakan ukuran relatif yang sangat tergantung pada genotip-genotip yang diuji sehingga cakupan kesimpulannya terbatas pada kelompok tanaman yang diuji dan tidak dapat digeneralisasi. Oleh karena rata-rata respons baku dalam setiap lingkungan maka pengambilan kesimpulan dari indeks stabilitas Tipe-2 harus dilakukan dengan hati-hati kecuali jika genotip-genotip yang dicobakan adalah contoh yang mewakili dari tempat tumbuhnya yang diteliti. Kestabilan genotipe hanya berhubungan dengan genotipe lainnya yang diuji, tanpa jaminan bahwa genotipe tersebut akan stabil jika diduga dari kelompok genotipe lainnya.

Tabel 1. Beberapa Cara Pengukuran Stabilitas Hasil Tanaman

Grup	Type	Persamaan
A	1	$S_1 = \sum_{j=1}^q (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 / (q - 1)$
	1	$CV_i = S_1 / \bar{x}_i \times 100$
B	2	$\theta_i = \frac{p}{2(p-1)(q-1)} \sum_{j=1}^q (x_{ij} - \bar{x}_i - \bar{x}_{.j} + \bar{x}_{..})^2 + \frac{SS(GE)}{2(p-1)(q-1)}$
	2	$\theta(i) = \frac{-p}{(p+1)(p-2)(q-1)} \sum_{j=1}^q (x_{ij} - \bar{x}_i - \bar{x}_{.j} + \bar{x}_{..})^2 + \frac{SS(GE)}{(p-2)(q-1)}$
	2	$W_i = \sum_{j=1}^q (x_{ij} - \bar{x}_i - \bar{x}_{.j} + \bar{x}_{..})^2$
	2	$B_1 = \frac{p}{(p-2)(q-1)} \sum_{j=1}^q (x_{ij} - \bar{x}_i - \bar{x}_{.j} + \bar{x}_{..})^2 - \frac{SS(GE)}{(p-1)(p-2)(q-1)}$
	2	$b_i = \frac{\sum_{j=1}^q (x_{ij} - \bar{x}_i)(\bar{x}_{.j} - \bar{x}_{..})}{\sum_{j=1}^q (\bar{x}_{.j} - \bar{x}_{..})^2}$
C	2	$B_i = \frac{\sum_{j=1}^q (x_{ij} - \bar{x}_i - \bar{x}_{.j} + \bar{x}_{..})(\bar{x}_{.j} - \bar{x}_{..})}{\sum_{j=1}^q (\bar{x}_{.j} - \bar{x}_{..})^2}$
	3	$\delta_i = \frac{1}{(q-2)} \sum_{j=1}^q (x_{ij} - x_{i.})^2 - \sum_{j=1}^q (x_{.j} - x_{..})^2$
D	3	$\delta_j = \frac{1}{(q-2)} \sum_{j=1}^q (x_{ij} - \bar{x}_i - \bar{x}_{.j} + \bar{x}_{..})^2 - \sum_{j=1}^q (\bar{x}_{.j} - \bar{x}_{..})^2$
		$SS(GE) = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q (x_{ij} - x_{i.} - x_{.j} + x_{..})^2$

Indeks stabilitas Tipe-3 merupakan konsep yang baru. Indeks ini diajukan oleh Eberhart dan Russek (1966)<sup>2</sup>). Penggunaan indeks stabilitas ini mendapat beberapa kritikan.

Breese (1969)<sup>3</sup> dalam Lin, Binns dan Lefkovitch (1986)<sup>1</sup> mengemukakan bahwa keragaman dari setiap genotip yang disebabkan oleh lingkungan dapat dibagi dalam bagian yang dapat diramalkan dan bagian yang tak dapat diramalkan yang diwakili oleh kuadrat tengah sisa. Oleh karena bagian regresi dapat diramalkan bahkan dapat dikontrol (misalnya dengan memilih genotip tertentu untuk lokasi tertentu) maka kurang tepat menggunakan interaksi genotip lingkungan (GE) sebagai ukuran stabilitas.

Istilah "stabilitas" sebaiknya ditujukan untuk menggambarkan ukuran respons genotip terhadap lingkungan yang tidak beraturan dan tidak dapat diramalkan seperti yang dinyatakan dalam simpangan regresi.

Lin, Binns dan Lefkovitch (1986)<sup>1</sup> mengemukakan bahwa argumen di atas dapat diterima secara luas tetapi sangat meragukan jika kuadrat tengah sisa regresi menggambarkan stabilitas genotip. Hal ini disebabkan karena model regresi untuk interaksi genotipe lingkungan adalah model deskriptif yang didasarkan pada data yang dianalisis, bukan suatu model "predictive" seperti yang diasumsikan oleh argumen di atas.

Model "predictive" yang baik jika peubah bebas terukur sebelum percobaan dan kuadrat tengah simpangan regresi memiliki ciri deterministik yang dapat diasosiasikan dengan genotip. Tetapi dalam model deskriptif linier, peubah bebas (indeks lingkungan) tidak dapat diukur sebelum percobaan. Oleh karena model bersifat empirik semata-mata, kuadrat tengah simpangan tidak memiliki ciri deterministik seperti pada model "predictive". Kuadrat tengah dari model ini hanya menunjukkan kecocokan antara data dengan model ( $R^2$ ) atau keheterogenan kuadrat tengah simpangan seharusnya digunakan sebagai petunjuk bahwa kesimpulannya tidak dapat menyeluruh. Sebaliknya Tipe-1 memiliki kesimpulan yang umum karena nilai stabilitas tidak tergantung pada genotip lainnya yang diuji. Tetapi tidak dapat memberikan informasi mengenai respons terhadap lingkungan percobaan yang luas. Padahal untuk rekomendasi kultivar hal ini merupakan faktor terpenting.

Ketiga pendekatan parametrik di atas hanya menggambarkan aspek penggunaan model regresi untuk menduga stabilitas tidak cukup sehingga pendekatan lain perlu dicari.

Dari ketiga konsep stabilitas, Tipe-3 kurang banyak digunakan karena sukar untuk diuji. Stabilitas Tipe-2 sangat berguna

dalam membandingkan sekelompok genotip tetapi nilainya relatif karena stabilitas secara individu, tidak memberikan respons secara menyeluruh. Sebagai contoh, genotip yang diduga stabil menurut Tipe-1 belum tentu stabil jika didekati dengan Tipe-2 atau Tipe-3 dan sebaliknya. Sukar tercapai kesimpulan yang seragam dari ketiga model stabilitas tersebut. Hal ini disebabkan karena respons dari genotip terhadap lingkungan adalah multivariat. Pendekatan parametrik mencoba untuk mentransformasi respons tersebut ke respons univariat melalui indeks stabilitas.

Untuk mengatasi masalah diatas maka telah berkembang berbagai pemikiran untuk mengklasifikasi genotip menurut struktur responsnya. Pengelompokan genotip dapat dilakukan dengan "analisis multivariate" seperti analisis komponen utama atau analisis faktor.

Walaupun telah berkembang pemikiran mengenai pengelompokan genotip, bukan berarti bahwa ketiga indeks stabilitas yang dikemukakan diatas tidak dapat digunakan. Penggunaannya harus memperhatikan keterbatasan-keterbatasan yang melekat pada setiap tipe. Oleh karena itu kesimpulan yang ditarik mengenai indeks stabilitas harus hati-hati dan sesuai dengan tujuan serta makna dari indeks stabilitas tertentu.

#### CONTOH PENERAPAN PADA TANAMAN KELAPA

Untuk penerapan pada tanaman kelapa maka digunakan data produksi kopra KHINA-1, KHINA-2 dan KHINA-3 di Mapanget, Sulawesi Utara dan Pakuwon, Jawa Barat serta sebagai pembandingnya adalah kelapa Dalam Tenga (DTA), Dalam Bali (DBI) dan Dalam Palu (DPU). Untuk mengetahui stabilitas relatif diantara kultivar kelapa dalam percobaan ini digunakan indeks stabilitas Tipe-C dari Finlay dan Wilkinson. Umur dan perbedaan tempat digunakan sebagai variabel lingkungan.

Indeks stabilitas dihitung dengan menggunakan formula:

$$b_i = \frac{\sum_{j=1}^q (x_{ij} - x_{i.})(x_{.j} - x_{..})}{\sum_{j=1}^q (x_{.j} - x_{..})}$$

- 2 Eberhart, S.A and W.A. Russel. Stability Parameters for Comparing Varietas. *Crop Sci.* : 36- 40. 1966.
- 3 Breeses, E.L. The Measurement and Significance of Genotype Environment Interacting in Grasses. *Hereditiy* 24 : 27-44. 1969.

dimana  $X_{ij}$  adalah respons kultivar ke  $i$  ( $i = 1,2,3$ ) pada lingkungan ke  $j$  ( $j =$  umur atau tempat).  $X_i$  rata-rata respons kultivar pada lingkungan ke  $j$ ,  $X_j$  rata-rata respons kultivar ke  $i$  untuk seluruh keadaan lingkungan dan  $X$  rata-rata respons seluruh kultivar pada seluruh keadaan lingkungan. Hasil analisis disajikan pada Tabel 2,3, dan 4.

**Tabel 2. Rataan hasil Kopra Kelapa Hibrida Indonesia (KHINA) selama 5 tahun di Kebun Percobaan Mapanget, Sulawesi Utara.**

Kultivar	Hasil kopra ton/ha/tahun pada umur					Indeks stabilitas
	5	6	7	8	9	
KHINA-1	2.0	1.1	2.8	5.2	4.8	1.05
KHINA-2	1.4	0.8	2.0	3.9	4.6	0.98
KHINA-3	1.4	0.9	1.7	3.7	4.7	0.97
<b>KHINA</b>						<b>1.00</b>

**Tabel 3. Rataan hasil kopra Kelapa Hibrida Indonesia (KHINA) pada berbagai umur di Pakuwon, Jawa Barat dan indeks stabilitasnya.**

Kultivar	Hasil kopra ton/ha/tahun pada umur					Indeks stabilitas ( $b_i$ )
	5	6	7	8	9	
KHINA-1	2.7	3.4	2.4	2.2	3.7	1.01
KHINA-2	2.2	2.6	2.2	2.2	3.7	1.02
KHINA-3	3.0	3.0	2.6	2.7	3.7	1.00
<b>KHINA</b>						<b>1.01</b>

**Tabel 4. Rataan hasil kopra Kelapa Dalam pada berbagai umur di Mapanget Sulawesi Utara dan Indeks Stabilitasnya.**

Kultivar	Hasil kopra ton/ha/tahun pada umur				Indeks stabilitas ( $b_i$ )
	6	7	8	9	
DTA op	0.074	0.280	2.139	2.521	0.95
DBI op	0.074	0.309	1.860	2.630	0.93
DPU op	0.162	0.103	1.999	3.136	1.12
<b>Kelapa Dalam</b>					<b>1.00</b>

Nilai  $b$  merupakan indeks stabilitas dapat diinterpretasikan sebagai berikut :

$b > 1$ , stabilitas rendah

$b = 1$ , stabilitas sedang

$b < 1$ , stabilitas tinggi.

Indeks stabilitas KHINA-1, KHINA-2 dan KHINA-3 yang ditanam baik di Mapanget maupun di Pakuwon secara umum tergolong sedang ( $b_i = 1$ ) (Tabel 1 dan 2). Kenaikan produksi proporsional dengan pertambahan umur. Di Mapanget KHINA-1 lebih responsif terhadap perubahan umur ( $B = 1.05$ ) dibandingkan dengan KHINA-2 dan KHINA-3 dengan melebihi stabilitas masing-masing sebesar 0.98 dan 0.97 (Tabel 2).

Kelapa Dalam secara keseluruhan memiliki indeks stabilitas sama dengan 1, yang berarti bahwa kenaikan produksi proporsional dengan pertambahan umur. Bila dilihat per kultivar maka Dalam Palu (DPU) dengan indeks stabilitas sebesar 1.12 lebih responsif dari Dalam Tenga (DTA) ( $b = 0.95$ ) dan Dalam Bali (0.93) terhadap pertambahan umur (Tabel 4).

Pada kisaran umur yang sama, indeks stabilitas kelapa hibrida tidak berbeda dengan Kelapa Dalam.

Wickramaratne (1984)<sup>4</sup> menggunakan indeks stabilitas Tipe-C (metode Finlay dan Wilkinson) untuk menentukan kultivar-kultivar kelapa yang toleran terhadap kekeringan.

## KESIMPULAN

Pendekatan parametrik untuk mengetahui stabilitas hasil kelapa mudah dan sederhana dalam perhitungannya. Namun dalam penggunaannya harus memperhatikan keterbatasan yang ada pada indeks tersebut.

Jika peneliti menginginkan stabilitas hasil pada kisaran lingkungan yang lebar, indeks stabilitas Tipe-A dapat digunakan. Jika peneliti tertarik untuk membandingkan stabilitas relatif di antara kelompok kultivar yang dicobakan dalam suatu percobaan dan jika model sesuai data, indeks stabilitas Tipe-C dapat digunakan. Bila model tidak sesuai dengan data dan kuadrat tengah sisa regresi bersifat heterogen, indeks stabilitas Tipe-B dapat digunakan. Parameter dari Grup D sebaiknya tidak digunakan.

<sup>4</sup> Wickramaratne, M.R.T. Breeding Coconut For Adaptation To Drought. Cocomunity Quarterly Supplement. APCC/QS/14/88. p1-10. 1988.