

**ANALISIS RERATA GENERASI HASIL PERSILANGAN DUA VARIETAS
PADI TAHAN TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN**

**MEANS ANALYSIS OF GENERATION PRODUCED FROM HYBRIDIZATION OF
TWO DROUGHT STRESS RESISTANT RICE VARIETIES**

Sudharmawan AAK

Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mataram
(email : a_agungk@yahoo.com)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari tindak gen ketahanan terhadap cekaman kekeringan dalam kaitan dengan sifat akar dengan analisis rerata generasi. Padi varietas Selat dan Soba adalah dua varietas tahan terhadap cekaman kekeringan, dan dari persilangannya dihasilkan generasi F_1 , F_2 , BC_1 dan BC_2 . Sifat panjang akar dipengaruhi tindak gen aditif yang dibawa oleh Soba. Pada sifat diameter akar menunjukkan interaksi gen duplikat. Sifat jumlah akar dikendalikan oleh lebih dari dua gen, dan sifat berat akar kering terjadi tindak gen resesif epistasis. Ini mengimplikasikan bahwa ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan dikendalikan oleh banyak gen yang berlainan, yang sebagian bertanggung jawab untuk sifat yang berbeda, yang bersama-sama mendorong ke arah ketahanan.

Kata kunci: padi, pewarisan, tindak gen, ketahanan cekaman kekeringan.

ABSTRACT

This research aimed to study gene action of drought stress resistance in terms of root characters by generation mean analysis. Two varieties which are drought stress resistant, were crossed to produce F_1 , F_2 , BC_1 and BC_2 generations. Root length was affected by additive gene acting toward short root brought by Soba. Root diameter showed duplicate gene interaction. Number root characters were controlled by more than two genes. Root dry weight character was controlled by recessive epistatic genes. This implied that drought stress resistance was controlled by many different genes, with part of it responsible for different characters but together leading to drought stress resistance.

Key word : rice, inheritance, gene action, drought resistance

PENDAHULUAN

Varietas unggul padi telah ditanam di sebagian besar areal pertanaman, tetapi laju produksi padi nasional tetap melandai sejak satu dekade terakhir. Sementara itu penduduk Indonesia diperkirakan akan mencapai 265 juta pada tahun 2025 jika pertambahan penduduk tetap bertahan 1,4% per tahun, dan akan memerlukan beras sekitar 68,8 juta ton, sehingga produksi padi perlu ditingkatkan sebesar 1,9% per tahun (Satoto dkk., 2004).

IRRI telah melakukan penelitian perakaran padi sejak tahun 1970 dengan hasil yang beragam

antara padi sawah dan padi gogo (Jennings *et al.*, 1979; IRRI, 1980). Dilaporkan pula bahwa percepatan perpanjangan akar IR36 mencapai 27 cm pada umur 65 hari, C171 mencapai panjang 55 cm pada umur 75 hari, IR 20 mencapai 50 cm. sedangkan padi gogo OS4, Moroberekan, Salumpikit, dan 20A mencapai 80 cm. Chang dan Vergara (1975) menyatakan bahwa perakaran padi berhubungan erat dengan sifat toleransi tanaman terhadap kekeringan. Menurut Suardi dan Ridwan (2004) padi beras merah mempunyai sifat relatif toleran kekeringan berdasarkan uji daya tembus akar.

Tindak gen adalah mekanisme suatu gen dalam mengekspresikan dirinya. Pewarisan sifat dapat dikaji dengan perhitungan tindak gen untuk mengetahui adanya sifat aditif-dominan dan epistasis antar gen pengendali sifat (Allard, 1960; Elseth *et al.*; 1984; Crowder, 1997). Tindak dan interaksi gen yang berbeda akan membuat pola segregasi gen yang berbeda (Singh dan Chaudary, 1977).

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui tindak gen ketahanan terhadap cekaman kekeringan menggunakan analisis rerata generasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus – November 2005 di kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas Mataram. F₁, BC₁, BC₂, dan F₂ diperoleh dari persilangan padi beras merah varietas Selat dan Soba, ditanam secara baris. Untuk tetua, F₁, BC₁, dan BC₂ sebanyak satu baris dengan jumlah 25 tanaman. Sedangkan untuk F₂ sebanyak 15 baris, dengan jumlah tiap baris 25 tanaman. Petakan sawah yang terbuat dari kolam batako ukuran 5 x 1,25 x 0,80 m³, jarak tanam yang digunakan 20 x 20 cm².

Parameter yang diamati adalah: panjang akar, diameter akar, jumlah akar, dan berat akar kering. Penilaian reaksi ketahanan pada P₁, P₂, F₁, BC₁, BC₂, dan F₂ adalah individu tanaman.

Analisis genetik untuk menduga jumlah gen pengendali dan tindak gen, dilakukan menggunakan

SAS V9 dengan PROC GLM dan EXEL office 2007. Langkah-langkah Pengujian menggunakan *Generation Means Analysis* (analisis rerata generasi) sebagai berikut:

1. Nilai tengah dan varian famili dihitung berdasarkan rumus:

$$\text{Nilai tengah } (\bar{x}) = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$\text{Varian } (s^2) = \frac{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}{(n-1)}$$

$$\text{Varian nilai tengah } (s_{\bar{x}}^2) = \frac{s^2}{n}$$

dimana:

n = Jumlah pengamatan

x_i = nilai pengamatan ke *i*

i = 1, 2, 3, ..., (n-1), n

2. Uji skala gabungan untuk menduga parameter yang dicari dengan membandingkan nilai tengah generasi hasil pengamatan dengan nilai yang diharapkan, merupakan analisis regresi tertimbang akibat varian yang tidak homogen. Pendugaan dilakukan bertahap, varian masing-masing generasi diduga terlebih dahulu, nilai yang diperoleh digunakan sebagai pembobot (*weight*), yang merupakan kebalikan dari varian (Steel dan Torrie, 1995).

- a. Menghitung penduga parameter genetik:

Rerata populasi keenam generasi merupakan kombinasi dari enam parameter, sebagai berikut (Hayman, 1958; Hallauer and Miranda, 1982):

$$\begin{matrix} \begin{pmatrix} \mu_{P1} \\ \mu_{P2} \\ \mu_{F1} \\ \mu_{F2} \\ \mu_{B1} \\ \mu_{B2} \end{pmatrix} \\ \mu \end{matrix} = \begin{matrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 & -0.5 & 1 & -1 & 0.25 \\ 1 & -1 & -0.5 & 1 & 1 & 0.25 \\ 1 & 0 & 0.5 & 0 & 0 & 0.25 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0.5 & 0 & 0.25 & 0 & 0 \\ 1 & -0.5 & 0 & 0.25 & 0 & 0 \end{pmatrix} \\ X \end{matrix} \begin{matrix} \begin{pmatrix} m \\ [d] \\ [h] \\ [i] \\ [j] \\ [l] \end{pmatrix} \\ \hat{\beta} \end{matrix}$$

Kalau *Y* adalah vektor rerata keenam generasi yang dipelajari, maka $E(Y) = \mu$,

$$\text{dimana } Y = \begin{pmatrix} \bar{P}_1 \\ \bar{P}_2 \\ \bar{F}_1 \\ \bar{F}_2 \\ \bar{B}_1 \\ \bar{B}_2 \end{pmatrix}$$

Sehingga, $Y = X\beta + \epsilon$

$$\text{dimana } \epsilon = \begin{pmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ \epsilon_3 \\ \epsilon_4 \\ \epsilon_5 \\ \epsilon_6 \end{pmatrix}$$

$$\text{Dengan Var } (Y) = \text{Var } (\epsilon) = \begin{pmatrix} \sigma_{F1}^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_{F2}^2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{F1}^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \sigma_{F2}^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{BC1}^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{BC2}^2 \end{pmatrix} = W$$

Dengan demikian:

$$\hat{\beta} = (X'WX)^{-1}(X'WY) = (\text{vektor parameter genetik})$$

$$W = (\sigma^2/n)^{-1} \text{ (pembobot, dalam matrik sebagai elemen diagonal)}$$

- b. Simpangan baku (*standar error*) parameter genetik merupakan akar dari elemen diagonal pada matriks $(X'WX)^{-1}$.
- c. Uji t (t_{hitung}), adalah pembagian antara parameter genetik dengan simpangan bakunya (*standar error*). Jika $t_{\text{hitung}} < t_{\text{tabel}}$, maka parameter genetik tersebut tidak nyata.
- d. Kesesuaian antara nilai pengamatan dengan nilai harapan di uji dengan Chi-kuadrat (χ^2) (Mather dan Jinks, 1982), sebagai berikut:

$$\chi^2 = \sum (O_i - E_i)^2 W_i$$

Jika $\chi^2_{\text{hitung}} < \chi^2_{\text{tabel}}$, maka nilai tengah harapan tidak berbeda dengan nilai tengah hasil pengamatan, berarti model dapat diterima.

- e. Menghitung penduga tiga parameter genetik dapat menggunakan matrix nilai harapan pada Tabel 14 (Mather dan Jinks, 1982), dimana rerata dari kedua tetua (*mid parent*) sebagai basis, atau menggunakan matrix nilai harapan enam parameter (Hayman, 1958; Hallauer and Miranda, 1982), dengan mengabaikan tiga

kolom terakhir, dalam hal ini F_2 sebagai basis. Jika hasilnya menunjukkan terdapat pengaruh gen non alelik, maka pendugaan parameter genetik rata-rata generasi dilakukan menggunakan model enam parameter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Panjang Akar

Pada Tabel 1 tampak bahwa perilaku panjang akar dapat diterangkan menggunakan model aditif-dominan (nilai $\chi^2 = 0,052$ dengan $Pr = 0,999$), dimana pengaruh gen aditif [d] sifat panjang akar sebesar 4,12 yang mengarah kepada tetua dengan panjang akar yang lebih pendek (Soba) dan pengaruh dominansi [h] dapat diabaikan. Mather dan Jinks (1982) menunjukkan bahwa nisbah 9:7 dapat terjadi seperti pada genetika Mendel jika $d_a = h_a = d_b = h_b = i_{ab} = j_{ab} = j_{ba} = l_{ab}$, sehingga pengaruh aditif saja yang nyata.

Tabel 1. Uji kesesuaian model aditif dominan persilangan Selat x Soba

Sifat	β	Nilai duga	$X^2_{hitung(11,73)}$
PA	m	$38,32 \pm 0,32^*$	0,052 ^{ns}
	[d]	$4,12 \pm 0,55^*$	
	[h]	$-2,83 \pm 1,22^{ns}$	
DA	m	$1,19 \pm 0,01$	15,446*
	[d]	$-0,02 \pm 0,02$	
	[h]	$0,03 \pm 0,04$	
JA	m	$96,90 \pm 0,67$	749,658*
	[d]	$2,29 \pm 0,68$	
	[h]	$-29,94 \pm 1,73$	
BAK	m	$5,90 \pm 0,13$	22,729*
	[d]	$0,68 \pm 0,13$	
	[h]	$-1,40 \pm 0,36$	

Keterangan: PA : Panjang Akar JA : Jumlah Akar DA : Diameter Akar
 BAK : Berat Akar Kering

Sifat Diameter Akar

Pada sifat diameter akar (Tabel 1) menunjukkan ditolaknya model aditif-dominan, yang mengindikasikan bahwa pada diameter akar terdapat interaksi gen antar lokus (non alelik) atau epistasis. Mendasarkan uji epistasis model pengaruh interaksi lima parameter (Tabel 2) dijelaskan pengaruh parameter genetik sifat diameter akar dengan koefisien parameter genetik semua nyata kecuali [d] dimana parameter penduga [h] dan [i] bertanda negatif sedangkan [l] bertanda positif yang berarti interaksi gen homosigot resesif epistasis dan menunjukkan terdapat interaksi gen duplikat yang

semakin berkurangnya ekspresi sifat (Mather and Jinks, 1982; Kearsy and Pooni, 1996).

Sifat Jumlah Akar

Ditolaknya model aditif-dominan (Tabel 1) mengindikasikan sifat jumlah akar terdapat epistasis. Namun uji skala gabungan model enam parameter (Tabel 2) tidak dapat menggambarkan kelayakan model, karena banyak parameter sama dengan banyak generasi. Sehingga diduga gen pengendali ketahanan sifat jumlah akar ditentukan oleh lebih dari dua gen (*poligenic*).

Tabel 2. Penduga parameter genetik yang melibatkan epistasis menurut Mather and Jinks, 1982

(Sifat	Koefisien parameter genetik			X^2
	<i>m</i>	[d]	[h]	
DA	$1,21 \pm 0,01^*$	$-0,01 \pm 0,02^{ns}$	$-0,49 \pm 0,14^*$	0,02
JA	$82,73 \pm 0,83^*$	$,6,90 \pm 3,64^{ns}$	$135,57 \pm 8,39^*$	-
BAK	$5,44 \pm 0,14^*$	$-0,72 \pm 0,13^*$	$4,67 \pm 1,33^*$	1,16
	[i]	[j]	[l]	Pr
DA	$-0,44 \pm 0,13^*$	-	$0,62 \pm 0,27^*$	0,999
JA	$125,88 \pm 8,00^*$	$9,73 \pm 3,70^*$	$-102,63 \pm 15,78^*$	0,949
BAK	$3,59 \pm 0,73^*$	-	-	

Tabel 3. Nilai rerata dan varian generasi

Statistik		P ₁ (Selat)	P ₂ (Soba)	F ₁	F ₂	BC ₁	BC ₂
PA	Rerata	43,857	35,652	37,143	38,283	40,588	36,250
	Varian	16,229	12,783	22,143	52,357	33,632	11,643
	n	21	23	7	367	17	8
DA	Rerata	1,159	1,173	1,117	1,209	1,098	1,095
	Varian	0,010	0,017	0,018	0,045	0,020	0,028
	n	21	23	7	358	17	8
JA	Rerata	112,333	118,000	124,857	82,728	117,647	110,750
	Varian	22,033	19,818	42,476	252,024	73,368	71,357
	n	21	23	7	367	17	8
BAK	Rerata	5,938	7,413	7,034	5,386	6,464	7,091
	Varian	0,474	1,035	3,870	7,013	1,840	2,086
	n	20	23	7	360	15	7

Sifat Berat Akar Kering

Perilaku berat akar kering Tabel 1 tidak dapat diterangkan oleh model aditif-dominan (nilai $\chi^2 = 0,05$ dengan Pr = 0,9999) yang menandakan adanya epistasis. Dengan model empat parameter (Tabel 2) menjelaskan pengaruh parameter genetik berat akar kering dengan koefisien parameter genetik semua nyata dimana nilai $[d]$ bertanda negatif sebesar 0,72 mengarah ke tetua yang lebih ringan yaitu Selat, sedangkan parameter genetik $[i]$ bertanda positif berarti interaksi gen dominan yang mempengaruhi terhadap bertambahnya ekspresi sifat berat akar yang ringan dan nilai $[h]$ sebesar 4,67 menunjukkan dominan sempurna.

KESIMPULAN

Sifat panjang akar dipengaruhi gen aditif yang dibawa oleh Soba. Pada sifat diameter akar menunjukkan interaksi gen duplikat. Sifat jumlah akar dikendalikan oleh lebih dari dua gen, dan sifat berat akar kering terjadi tindak gen resesif epistasis. Ini mengimplikasikan bahwa ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan dikendalikan oleh banyak gen yang berlainan, yang sebagian bertanggung jawab untuk sifat yang berbeda, yang bersama-sama mendorong ke arah ketahanan terhadap cekaman kekeringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Allard, R.W. 1960. *Principles of Plant Breeding*, John Wiley and Sons Inc., New York. 485 p.
- Chang, T.T. and B.S.Vergara, 1975. Varietal Diversity and Morpho-Agronomic Characteristics of Upland Rice: p 72-90. In IRRI. Major Research in Upland Rice. Los Banos Philippines.
- Claassen and Shaw, 1970. Effect of Water Stress at different Development on Rice. *Agron. J.* 62: p 652-655.
- Crowder, L.V., 1981. *Pemuliaan Tanaman*. Jurusan Budidaya Pertanian. Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. 204 h.
- Elseth, G. D. and Kandy D. Baumgardner, 1984. *Genetics*. Addison-Wesley Publishing Company. 780 p.
- Falconer, D. S., 1981. *Introduction to Quantitative Genetics*. Longman Group Limited. London. 338 p.
- Hallauer, A. R. and J. B. Miranda, 1982. *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. Iowa State University Press. 468 p.
- Hanson, W.D., 1963. Heritability. *Dalam: Statistical Genetics and Plant Breeding*. Nas-NRC Publ.982: p 125-140.

- Hayman B. I. and K. Mather, 1955. *The Description of Gene Interaction in Continuous Variation*, Biometrics II: p 69-82.
- IRRI, 1980. *Standard Evaluation System for Rice*. Internasional Rice Testing Program. IRRI. Los Banos. Philippines. 44 p.
- Jennings, P.R., W.R. Coffman, and H. E. Kauffman, 1979. *Rice Improvements*. I.R.R.I. Los Banos Philippines. 186 p.
- Kearsey M.J., H.S. Pooni, 1998. *The Genetical Analysis of Quantitative Traits*. Stanley Thorne Ltd. Ellenborough House Wellington St Cheltenham GL50 1YW UK.
- Mangoendidjojo, W., 2003. *Dasar-Dasar Pemuliaan Tanaman*. Kanisius. 182 h.
- Mather K. and J.L. Jinks, 1982. *Biometrical Genetics*. 3rd ed. Great Britain. University Press, Cambridge. 396 p.
- Mayo, O., 1980. *The Theory of Plant Breeding*. Claderon Press. Oxford. 293 h.
- Ramires D.A., 1991. *Genetics*. 7th ed. Seameo-Searca. University of the Philippines at Los Banos (UPLB).
- Singh, R.K., and B.D. Chaudhary. 1977. *Biometrical Methods In Quantitative Genetic Analysis*. Kalyani Publ., Ludhiana, New Delhi. 304 h.
- Soemartono, Nasrullah, dan Hari Hartiko, 1992. *Genetika Kuantitatif dan Bioteknologi Tanaman*. PAU-Bioteknologi UGM. 374 h.
- Strickberger M.E., 1985. *Genetics*. The University of Missouri-St Louis Mac Millan Publishing Company New York. 842 h.
- Suardi dan Ridwan, 2004. Persilangan Padi Tipe Baru dengan Padi Liar. *BP3TP* (29): h 8-9.
- Sullivan, C.Y., 1977. Technique for Measuring Plant Drought Stress. h 1-18. *dalam* K.L. Larson dan J.D. Eastin (Eds.) *Drought Injury dan Resistance in Crops*. C.S. S.A. Special Publication 2. 86 p.
- Suprihatno, B. dan A.A. Darajat, 2008. *Kemajuan dan Ketersediaan Varietas Unggul Padi*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. *Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. h 302-323.