

Analisis Nilai Tengah Generasi untuk Umur Panen Keturunan Persilangan Tiga Varietas Kedelai

Gatut Wahyu, A.S¹, W. Mangoendidjo², P. Yudono², dan A Kasno¹

¹Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
Jl. Kendalpayak km 8, Malang, Jawa Timur
Email: gatut_wahyu@yahoo.com

²Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada
Jl. Bulak Sumur, Yogyakarta

Naskah diterima 13 Januari 2014 dan disetujui diterbitkan 20 Agustus 2014

ABSTRACT. Generation Mean Analysis of Days to Maturity from Three Soybean Crosses. Genetic parameters of a character, which is estimated using genetic analysis approach, is important in a character improvement. The aim of this research was to examine the gene action of days to maturity character on soybean using generation mean analysis. The research consisted two steps, first was preparing four populations (F1, BC1.1, BC1.2 and F2) of three single crosses, i.e. Nanti x Grobogan, Grobogan x Malabar, and Nanti x Malabar. The second step was testing those populations consisting of P1, P2, F1, F2, BC1.1 and BC1.2 in the field at Jambegede Experimental Station, Malang, East Java, from July to September 2009. The results showed that there were interaction between the gene loci on the inheritance of days to maturity, from the three cross combinations under study. The role of additive gene action and the influence of dominant inheritance contributed jointly, affecting days to maturity of early maturity (Grobogan) and early maturity (Malabar) cross. The crossing of very late maturity (Nanti) with early maturity (Grobogan or Malabar) showed that early maturity was probably controlled by additive recessive genes.

Keywords: Soybean, gene action, additive, non-additive, generation mean analysis.

ABSTRAK. Perbaikan karakter tanaman memerlukan informasi tentang parameter genetik, dan pendugaannya dilakukan dengan pendekatan analisis genetik yaitu melalui aksi gen. Penelitian bertujuan untuk mempelajari aksi gen karakter umur panen kedelai melalui analisis rata-rata generasi. Tetua-tetua yang digunakan adalah varietas Nanti, Grobogan dan Malabar. Penelitian terdiri atas dua tahapan. Tahap pertama, menyilangkan dua tetua untuk membentuk populasi tanaman yang meliputi F1, F2, silang balik atau *backcross* (BC1.1) dan BC1.2. Penelitian dilakukan di rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi, Malang, Jawa Timur, pada bulan Maret 2007 hingga Juni 2009. Tahap kedua, penelitian lapang untuk mempelajari genetik karakter umur panen kedelai yang melibatkan tetua P1, tetua P2, F1, BC1.1, BC1.2, dan F2 masing-masing kombinasi persilangan. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Jambegede, Jawa Timur, pada awal musim kemarau ke-2 (MK II) Juli 2009. Pola pewarisan karakter umur panen ketiga kombinasi persilangan dikendalikan oleh interaksi gen dalam lokus. Aksi gen pengaruh aditif dan dominan berkontribusi mempengaruhi pewarisan umur panen pada persilangan varietas umur genjah (Grobogan) dengan umur genjah (Malabar). Persilangan antara varietas umur sangat dalam (Nanti) dengan umur genjah (Grobogan atau Malabar) menunjukkan karakter umur panen genjah dimungkinkan dikendalikan oleh gen resesif bersifat aditif.

Kata kunci: Kedelai, aksi gen, aditif, nonaditif, analisis nilai tengah generasi.

Dalam budi daya kedelai umur tanaman perlu dipertimbangkan dalam usahatannya, karena berkaitan dengan pola tanam setahun. Masalah budi daya kedelai di lahan sawah pada musim kemarau 1 (MK I) atau pada MK II, antara lain kekurangan air pada saat tanaman memasuki fase generatif, yaitu fase mulai berbunga hingga polong masak. Salah satu cara yang dapat ditempuh untuk mengatasi masalah ini dengan menanam varietas kedelai berumur genjah yang disertai produktivitas tinggi.

Umur panen tanaman kedelai dicirikan oleh 90% polong telah masak atau kulit polong berwarna coklat yang tidak terkena serangan hama dan penyakit. Untuk mendapatkan varietas kedelai yang sesuai dengan keinginan dapat diupayakan melalui pendekatan pemuliaan. Perbaikan karakter tanaman memerlukan pemahaman parameter genetik, yang pendugaannya dapat dilakukan dengan pendekatan analisis genetik, yaitu melalui aksi gen. Hasil penelitian pada kacang tanah (Jogloy *et al.* 2012) dan kacang panjang (Kabeta 2006) menunjukkan faktor genetik berkontribusi besar pada fenotipnya.

Pola pewarisan suatu sifat tanaman dapat dikaji melalui pendugaan aksi gen guna mengetahui sifat aditif-dominan, demikian juga jika terjadi interaksi antargen pengendali karakter dalam satu lokus atau karena adanya epistasis (Tenaya *et al.* 2003, Patil 2011). Sher *et al.* (2012) mengemukakan bahwa model aditif-dominan tidak cukup untuk menjelaskan model pola pewarisan karakter jika terdapat interaksi antarlokus yang banyak. Penelitian pada tanaman gandum (*Triticum aestivum* L.) menunjukkan pengaruh genetik berperan besar terhadap umur tanaman, hal ini mencerminkan adanya pengaruh gen aditif (Iqbal *et al.* 2007). Berbeda dengan penelitian Khaghani (2012) maupun Refaey dan Razeq (2013) pada tanaman kapas yang menunjukkan adanya efek dominan gen yang merupakan parameter genetik

dalam mengendalikan karakter umur panen genjah. Efek dominansi pada karakter dan adanya interaksi dominan x dominan dapat mengurangi pengaruh efek dari gen dominan (Zdravkoviæ *et al.* 2011). Perbedaan hasil penelitian tersebut karena adanya perbedaan jenis tanaman maupun gen pengendali umur tanaman yang berlainan.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari aksi gen karakter umur panen tanaman kedelai melalui analisis skala gabungan. Analisis skala gabungan digunakan untuk menguji kesesuaian model genetik, menduga model genetik yang mengendalikan karakter umur panen dan menduga besarnya komponen aditif, dominan dan interaksi terhadap nilai rata-rata generasi (*generation means*).

BAHAN DAN METODE

Penelitian menggunakan varietas Nanti, Grobogan dan Malabar untuk saling disilangkan sehingga terbentuk tiga kombinasi persilangan yaitu Nanti x Grobogan, Nanti x Malabar, dan Grobogan x Malabar. Penelitian terdiri atas dua tahapan. Penelitian tahap pertama adalah pembentukan populasi yang terdiri atas F₁ (persilangan P₁ dengan P₂), populasi F₂ (selfing dari F₁), silang balik atau *backcross* (BC_{1,1}) (persilangan F₁ dengan tetua P₁), dan silang balik atau *backcross* (BC_{1,2}) (persilangan F₁ dengan tetua P₂). Pembentukan populasi dilakukan di rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi), Malang, Jawa Timur, pada bulan Maret 2007 hingga Juni 2009. Penelitian tahap kedua dilaksanakan untuk mempelajari aksi gen karakter umur panen (hari setelah tanam/HST) tanaman kedelai, melibatkan tetua P₁, tetua P₂, F₁, F_{1r}, BC_{1,1}, BC_{1,2} dan F₂. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Jambegede, Jawa Timur, pada awal MK II Juli 2009 hingga Juni 2010.

Analisis uji skala gabungan menggunakan metode Mather dan Jinks (1974). Prosedur uji skala gabungan merupakan analisis regresi tertimbang karena tidak ada kehomogenan varian, sehingga masing-masing populasi ditentukan untuk digunakan sebagai pembobot dengan persamaan:

$$W = n_i / s^2,$$

W : nilai pembobot generasi
 n_i : jumlah data, dan s² varian populasi
 (Mather dan Jinks 1974)

Analisis uji skala gabungan mengikuti cara Singh dan Chaudhary (1979) sebagai berikut:

1. Menghitung penduga parameter genetik (β) dengan persamaan:

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

Keterangan:

- X : matrik nilai penduga yang merupakan koefisien komponen genetik dalam uji skala gabungan (Tabel 1)
- X' : matrik nilai penduga yang merupakan koefisien komponen genetik dalam uji skala gabungan
- W : matrik dengan elemen pada diagonal yang merupakan hasil pembobotan
- Y : Vektor rata-rata genetik hasil pengamatan
- ()⁻¹ : matrik invers

2. Menghitung simpangan galat (*standard error*) dari setiap generasi yang didapat dari akar ciri dari elemen diagonal pada matrik (X'WX)⁻¹
3. Menentukan nilai t hitung dengan rumus = β/SE, β: parameter genetik untuk masing-masing nilai m, d, h, SE: *standard error*.
4. Pengujian nilai harapan dan rata-rata pengamatan masing-masing populasi dengan Chi-kuadrat (x²) dengan derajat bebas sebanyak nilai tengah generasi yang tersedia, dikurangi banyaknya parameter yang diduga. Jika x²_{hitung} > x²_{tabel(0,05;3)}, maka model aditif dominan tidak dapat diterima dan sebaliknya. Pendugaan genetik modelnya mengikuti Hill (1966) dalam Mather dan Jinks (1974) yang disajikan pada Tabel 1. Tingkat signifikansi yang digunakan pada setiap pengujian data adalah 95%.

Tabel 1. Pendugaan komponen genetik model enam parameter.

Generasi	Rata-rata	m	[d]	[h]	[i]	[j]	[l]
P ₁	P ₁	1	-1	0	1	0	0
P ₂	P ₂	1	1	0	1	0	0
F ₁	F ₁	1	0	1	0	0	1
F ₂	F ₂	1	0	1/2	0	0	1/4
BC _{1,1}	BC _{1,1}	1	-1/2	1/2	1/4	-1/4	1/4
BC _{1,2}	BC _{1,2}	1	1/2	1/2	1/4	1/4	1/4

m : nilai tengah, [d] : nilai genotipe pengaruh aditif;
 [h] : nilai genotipe pengaruh dominan,
 [i] : interaksi homosigot x homosigot;
 [j] : interaksi homosigot x heterosigot dan
 [l] : interaksi heterosigot x heterosigot

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas Grobogan dan Malabar termasuk kelompok umur genjah (<80 HST), sedangkan varietas Nanti termasuk kelompok umur sangat dalam (>90 HST). Varietas Grobogan dan Malabar memiliki umur relatif sama, yaitu 78-79 HST, tetapi dibandingkan dengan varietas Nanti, umur kedua varietas sangat berbeda (Tabel 2). Hasil persilangan dari varietas umur panen genjah (Grobogan atau Malabar) dengan umur sangat dalam (Nanti) menghasilkan keturunan F_1 yang berumur panen berada pada kisaran di antara kedua induknya. Hal ini memungkinkan bagi pasangan persilangan tersebut tidak terdapat pengaruh dominan pada salah satu induknya. Umur panen keturunan F_2 maupun silang balik juga berada pada kisaran kedua induknya.

Persilangan antara varietas Grobogan dengan Malabar menghasilkan keturunan F_1 yang berumur relatif sama dengan kedua induknya, yaitu sekitar 78 HST (Tabel 2). Meskipun demikian, varian populasi F_2 lebih besar daripada kedua tetua dan F_1 . Hasil ini menunjukkan populasi F_2 bersegregasi, sehingga diduga gen pengendali umur panen pada kedua varietas tersebut berlainan.

Analisis uji skala gabungan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model genetik pewarisan karakter umur panen. Hasil analisis menunjukkan bahwa pewarisan karakter umur panen ketiga persilangan mengikuti model aditif-dominan (Tabel 3), berarti terdapat interaksi antargen dalam satu lokus yang mempengaruhi pewarisan umur panen. Menurut Sharmila *et al.* (2006), Kunkaew *et al.* (2010), dan Kumar dan Prakash (2010), model pewarisan demikian menunjukkan aksi gen aditif dan dominan terlibat dalam pewarisannya. Peneliti lainnya mengemukakan bahwa karakter umur genjah tanaman kedelai dikendalikan

oleh gen dominan sempurna (Bernard and Weiss 1973, Mc Blain and Bernard 1987), gen resesif (Tasma *et al.* 2004), dan pengaruh aditif (Singh *et al.* 2014). Hal ini memberi petunjuk bahwa setiap pasangan persilangan menunjukkan aksi gen yang berbeda.

Hasil pengujian komponen parameter genetik persilangan varietas Nanti dengan Grobogan atau Malabar menunjukkan pengaruh aditif [d] yang memberi kontribusi nyata, artinya alel-alel yang saling menjumlah tersebut mengarah ke varietas yang berumur lebih dalam. Pengaruh dominan tidak nyata berarti tidak terdapat pengaruh dominasi karakter umur panen pada pewarisannya, yang menunjukkan pengaruh aksi gen bersifat aditif. Hasil penelitian pada tanaman gandum (*Triticum aestivum* L.) (Iqbal *et al.* 2007), jagung (Sher *et al.* 2012), dan oats (Rosielle and Frey 2013) menunjukkan karakter umur panen dikendalikan oleh adanya pengaruh aditif dan keturunan yang diperoleh berada pada kisaran kedua induknya.

Persilangan varietas Nanti dengan Grobogan atau Malabar memiliki nilai derajat dominasi <1 (negatif). Artinya, umur panen dikendalikan oleh aksi dominan tidak sempurna yang mengarah kepada induk tetua umur genjah (Tabel 3). Hal ini menjadi fakta bahwa keturunan kedua persilangan tersebut berada pada kisaran kedua induknya, meskipun pengaruh dominasi tidak berkontribusi nyata (Tabel 2). Aksi gen dominan tidak sempurna pada penelitian ini menunjukkan sulitnya mendapatkan keturunan berumur lebih genjah dari varietas genjah. Jika suatu karakter tanaman dipengaruhi oleh gen dominan dalam keadaan heterosigot, maka setelah selfing secara terus-menerus, proporsinya semakin berkurang (Malhotra and Singh 1991). Umur panen tanaman cabai dipengaruhi oleh aksi gen dominan positif tidak sempurna (Arif *et al.* 2012), adapun pada tanaman kapas, terdapat dominasi gen-

Tabel 2. Rata-rata dan varian karakter umur panen pada enam populasi hasil persilangan kedelai.

Populasi	P_1	P_2	F_1	F_2	$BC_{1,1}$	$BC_{1,2}$
Nanti (P_1) x Grobogan (P_2)						
Rata-rata (HST)	95	78	82	86	83	84
Varian	3,03	2,41	5,44	9,14	5,34	11,36
Jumlah tanaman	36	25	19	241	23	24
Nanti (P_1) x Malabar (P_2)						
Rata-rata (HST)	95	79	84	84	87	86
Varian	3,03	2,48	2,94	3,84	2,16	3,29
Jumlah tanaman	36	28	9	117	11	11
Grobogan (P_1) x Malabar (P_2)						
Rata-rata (HST)	78	79	78	80	78	79
Varian	2,41	2,48	8,47	10,77	8,97	11,67
Jumlah tanaman	25	28	19	348	18	18

$BC_{1,1}$: Silang balik ke tetua P_1 , $BC_{1,2}$ Silang balik ke tetua P_2 , F_1 : turunan pertama; F_2 : turunan dari F_1 , P_1 : tetua 1 dan P_2 : tetua 2

Tabel 3 Nilai duga tiga parameter genetik hasil uji skala gabungan untuk karakter umur panen kedelai.

Model genetik	Model aditif-dominan			Uji χ^2 (0,05;3)
	Nilai duga	Simpangan baku	Peluang	
Nanti×Grobogan				
m	86,56 ±	1,67	-	0,52 tn
[d]	7,58 ±	1,70	0,01 *	
[h]	-3,68 ±	3,73	0,80 tn	
	Derajat dominansi [h]/[d] = -0,49			
Nanti×Malabar				
m	86,59 ±	1,33	-	0,42 tn
[d]	7,35 ±	1,34	0,01 *	
[h]	-4,62 ±	3,00	0,89 tn	
	Derajat dominansi [h]/[d] = -0,63			
Grobogan×Malabar				
m	78,69 ±	0,50	-	0,08tn
[d]	-0,47 ±	0,51	0,79 tn	
[h]	1,30 ±	1,16	0,17 tn	
	Derajat dominansi [h]/[d] = -2,77			

m = nilai tengah tetua homosigot

[d] = nilai genotipe pengaruh aditif

[h] = nilai genotipe pengaruh dominan

tn= tidak nyata pada $\alpha= 0,05$; * nyata pada $\alpha= 0,05$; dan ** nyata pada $\alpha= 0,01$

gen yang lemah sehingga pewarisan karakternya dikendalikan oleh gen resesif (Machfud dan Sulistyowati 2009).

Persilangan varietas Grobogan dengan Malabar memiliki nilai derajat dominansi -2,77, artinya terdapat dominasi umur panen yang mengarah ke tetua varietas Grobogan. Peran pengaruh dominansi lebih besar dibandingkan dengan pengaruh aditif gen. Pengaruh dominan adalah gen yang mengendalikan suatu karakter secara tunggal, dan nilai karakter yang dihasilkan akan sama dengan salah satu tetua atau lebih baik dari kedua tetua. Pengaruh dominan mengarah ke tetua Grobogan yang memiliki umur lebih genjah, meskipun kedua tetua memiliki umur panen yang sama (Tabel 2). Jika terjadi pengaruh dominansi dan epistasis dalam beberapa kasus maka kedua jenis efek gen bisa disebabkan oleh aksi gen yang sama (Sundari *et al.* 2012).

Pengaruh aksi gen dominan menyebabkan adanya heterosis yang dapat muncul dalam model aditif-dominan (Mather and Jinks 1974). Selanjutnya dikemukakan bahwa heterosis yang muncul dalam model pewarisan sifat aditif-dominan dapat dideteksi melalui pengurangan parameter genetik [h] terhadap [d], dengan [h] bernilai positif dan lebih besar daripada [d]. Dalam kaitan ini, varietas Grobogan atau Malabar dapat dimanfaatkan untuk perbaikan umur tanaman. Selain itu, jika kedua tetua dipasangkan memungkinkan keturunannya mendekati rata-rata kedua tetuanya, yaitu berumur genjah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Model pewarisan karakter umur panen ketiga kombinasi persilangan mengikuti model genetik aditif-dominan, dikendalikan oleh lokus tunggal dengan dua alel per lokus.
2. Persilangan varietas Nanti dengan Grobogan atau Malabar dimungkinkan karakter umur genjah dikendalikan oleh gen resesif bersifat aditif.
3. Pewarisan umur panen pada persilangan Grobogan×Malabar dipengaruhi oleh aksi gen pengaruh aditif dan dominan.

Saran

Persilangan antara varietas Nanti dengan Grobogan atau Malabar memerlukan populasi keturunan yang lebih banyak untuk mendapatkan galur berumur genjah. Bagi populasi keturunan hasil persilangan varietas Grobogan×Malabar dapat dilakukan seleksi antarpopulasi, adapun pada persilangan Nanti dengan Grobogan atau Malabar, seleksi dalam populasi akan efektif mengakumulasi gen-gen aditif yang diinginkan untuk menghasilkan galur murni.

UCAPAN TERIMA KASIH

Disampaikan terima kasih kepada Badan Litbang Pertanian yang telah membiayai penelitian ini. Kepada Bapak Sumardi (Koordinator Teknis Kebun Percobaan Jambegede), dan Saudara Toni (Teknisi Pemuliaan Balitkabi) yang membantu dalam pelaksanaan kegiatan penelitian juga diucapkan terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, A.B., S. Sujiprihati, dan M. Syukur. 2012. Pendugaan Parameter Genetik pada Beberapa Karakter Kuantitatif pada Persilangan antara Cabai Besar dengan Cabai Keriting (*Capsicum annum* L.). *J. Agron. Indonesia* 40(2):119-124.
- Bernard, R.L. and M.G. Weiss. 1973. Qualitative genetic. p. 117-146. *In: Soybean: Improvement, Production and Uses*. B.E. Caldwell (Ed.). Amer. Soc. of Agron. Wisconsin.
- Iqbal, M, A. Navabi, D.F. Salmon, Rong-Cai Yang, B.M. Murdoch, S.S. Moore, and D. Spaner. 2007. Genetic analysis of flowering and maturity time in high latitude spring wheat. *Euphytica*. 154 (1-2): 207-218. <http://www.springerlink.com/content/tr68vu6g5167vr1n/?.....> (Diakses 05-03-2008).
- Jogloy, C., P. Jaisil, C. Akkasaeng, T. Kesmala, and S. Jogloy. 2012. Heritability and correlation for maturity and pod yield in peanut. *J. Appl. Sci. Res.* 7(2):134-140.
- Kabeta, Y.A. 2006. Genetic analysis of earliness traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Thesis. (Tidak dipublikasikan).
- Khaghani, S., M.R. Bihamta, S.D. Hosseini, S.A. Mohammadi, and F. Darvish. 2012. Genetic analysis of common bean agronomic traits in stress and non-stress conditions. *African J. of Agric. Res.* 7: 892-901.
- Kumar, S.B. and M. Prakash. 2010. Generation mean analysis of seed protein architect in mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). *International Journal of Current Research* 3 : 017-019.
- Kunkaew, W.S. Julsrigival, C. Senthong, and D. Karladee. 2010. Generation mean analysis of seed yield and pod per plant in azuki bean growing on highland areas. *CMU. J. Nat. Sci.* 9(1): 125-132.
- Machfud dan E. Sulistyowati. 2009. Pendugaan aksi gen dan daya waris ketahanan kapas terhadap *Amrasca biguttula*. *Jurnal Littri* 15(3): 131-138.
- Malhotra, R.S. and K.B. Singh. 1991. Gene action for cold tolerance in chickpea. *Theor. Appl. Genet.* 82: 598-601.
- Mather, S.K., and J.L. Jinks. 1974. *Biometrical genetics. The Study of Continuous Variation*. Chapman and Hall. Ltd. London. 377 p.
- Mc. Blain, B.A. and R.L. Bernard. 1987. A new gene affecting the time of flowering and maturity in soybeans. *J. of Heredity*. 78(3):160-162. <http://jhered.oxfordjournals.org/cgi/content/abstract/78/3/160>. (Diakses 25-03-2008).
- Patil, B.T. 2011. Generation mean analysis in chilli (*Capsicum annum*). *Vegetable Science*. 38(2): 180-183.
- Refaey, R.A.E. and U.A.A.E. Razek. 2013. Generation mean analysis for yield, its components and quality characteristics in four crosses of Egyptian cotton (*Gossypium barbadense* L.). *Asian J. Crop Sci.* 5:153-166.
- Rosielle, A.A. and K.J. Frey. 2013. Inheritance of harvest index and related traits in oats. <https://www.crops.org/publications/cs/abstracts/17/1/CS0170010023?access=0&view=pdf>. (Diakses 25 Desember 2013).
- Sharmila, V., S.K. Ganesh, and M. Gunasekaran. 2007. Generation mean analysis for quantitative traits in sesame (*Sesamum indicum* L.) crosses. *Genetics and Molecular Biology* 30(1): 80-84.
- Sher, H., M. Iqbal, K. Khan, M. Yasir, and H. Rahman. 2012. Genetic analysis of maturity and flowering characteristics in maize (*Zea mays* L.). *Asian Pac. J. Trop. Biomed.* 2(8): 621-626.
- Singh, I.D. and B.D. Chaudhary. 1979. *Biometrical methods in quantitative genetics analysis*. Kalyani Pub. New Delhi. 301p.
- Singh, R.K., Pushpendra, K. Singh, and P.M. Bhardwaj. 2014. Gene effects for major quantitative traits in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. <http://soygenetics.org/articleFiles/67Rajneesh%20Kumar%20Singh%20-%20FINAL%20-%202016-10.pdf> (Diakses 21 Juni 2014).
- Sundari, M.P., T. Kamala, and Y.V. Rao. 2012. Generation mean analysis in *Sesamum indicum* L. *Asian J. Agric. Sci.* 4(4): 280-286.
- Tasma, I.M., L.L. Lorenzen, D.E. Green, and R.C. Shoemaker. 2004. Mapping genetik loci for flowering time, maturity, and photoperiod insensitivity in soybean. 8 (1): 25-35, <http://www.springerlink.com/content/17x7321k727w28p1/>. (Diakses 05-03-2008).
- Tenaya, I.M.N., R. Setiamihardja, A. Baihaki, dan S. Natasasmita. 2003. Heritabilitas dan aksi gen kandungan fruktosa, kandungan kapsaisin dan aktivitas enzim peroksidase pada hasil persilangan antar spesies cabai rawit x cabai merah. *Zuriat* 14(1): 26-34.
- Zdravkoviæ, J., N. Pavloviæ, Z. Girek, M. Brdar-Jokanoviæ, D. Saviæ, M. Zdravkoviæ, and D. Cvikïæ. 2011. Generation mean analysis of yield components and yield in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Pak. J. Bot.* 43(3):1575-1580.