

POLA SEGREGASI KARAKTER AGRONOMI TANAMAN KEDELAI (*Glycine max* [L.] Merrill) GENERASI F₃ HASIL PERSILANGAN WILIS X MLG 2521

Tisa Wulandari AS & Maimun Barmawi

Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Lampung
Jl. Prof. Soemantri Brodjonegoro, No.1, Bandar Lampung 35145
E-mail: tisaasgun@yahoo.com

ABSTRAK

Kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill) merupakan salah satu komoditas penting dalam hal penyediaan pangan di Indonesia. Untuk memenuhi konsumsi dalam negeri, peningkatan produksi tanaman kedelai perlu terus diupayakan, salah satunya melalui program pemuliaan tanaman. Penelitian bertujuan untuk mengestimasi bentuk sebaran karakter agronomi tanaman kedelai dan pola segregasi karakter agronomi tanaman kedelai generasi F₃ hasil persilangan Wilis x MLg 2521. Penelitian dilaksanakan di kebun percobaan Fakultas Pertanian dan Laboratorium Benih dan Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada bulan Oktober 2012—Februari 2013 dengan rancangan percobaan tanpa ulangan. Data dianalisis dengan menggunakan uji khi-kuadrat untuk kesesuaian distribusi normal dan untuk menguji nisbah Mendel. Karakter yang diamati adalah umur berbunga, umur panen, tinggi tanaman, jumlah cabang produktif, jumlah polong per tanaman, bobot 100 biji, dan bobot biji per tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakter tinggi tanaman, jumlah polong per tanaman, dan bobot biji per tanaman kedelai generasi F₃ hasil persilangan Wilis x MLg 2521 menyebar normal, sedangkan untuk karakter umur berbunga, umur panen, jumlah cabang produktif, dan bobot 100 biji tidak menyebar normal. Karakter umur berbunga menunjukkan pola segregasi dengan nisbah 13 : 3 dan ini termasuk kedalam aksi gen epistasis dominan resesif, umur panen dan bobot 100 biji menunjukkan pola segregasi dengan nisbah 15 : 1 yang bersifat epistasis dominan duplikat, dan jumlah cabang produktif menunjukkan pola segregasi dengan nisbah 9 : 7 yang bersifat epistasis resesif duplikat.

Kata Kunci : Generasi F₃, kedelai, nisbah Mendel, pola segregasi

PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill) merupakan salah satu komoditas penting dalam hal penyediaan pangan. Kedelai dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan protein murah bagi masyarakat Indonesia. Sejalan dengan pertambahan jumlah penduduk permintaan akan kedelai semakin meningkat (Balitkabi, 2011).

Menurut Dzulfian (2013), terus melemahnya nilai tukar rupiah (IDR) terhadap dolar Amerika (USD) mulai terasa dampaknya di sektor riil yang hampir menembus Rp 12.000 dituding sebagai penyebab utama meningkatnya harga kedelai di pasaran. Kenaikan ini jelas sangat memukul para produsen tahu-tempe nasional. Melonjaknya harga kedelai di pasaran sebenarnya bukan fenomena baru karena pada tahun 2008 dan 2012 harga kedelai melambung cukup tinggi.

Jika dilihat dari pola kenaikan harga pada tahun 2008, 2012, dan 2013, ada dua permasalahan klasik penyebab ketidakstabilan harga kedelai di Indonesia. Pertama, rendahnya produksi dalam negeri disebabkan

oleh rendahnya produktivitas dan terbatasnya lahan pertanian yang subur. Kedua, karena ketergantungan impor. Gejolak kurs dan gangguan iklim berupa perubahan iklim seperti di Amerika yang terjadi pada tahun 2008 menyebabkan pasokan kedelai dunia menurun termasuk pasokan untuk Indonesia (Dzulfian, 2013).

Menurut Sumarno (2012), terdapat beberapa keuntungan dalam memproduksi kedelai di Amerika dibandingkan dengan di Indonesia. Faktor-faktor tersebut berupa (1) Lahan tersedia sangat luas dan sesuai untuk mekanisasi, (2) Tanah sangat subur, solum dalam, erosi kecil, pH optimal, (3) Panjang penyinaran 13-16 jam, sehingga kedelai tumbuh lebih optimal, (4) Tidak terdapat gangguan hama penyakit yang berarti, (5) Teknologi budidaya didukung oleh alsintan yang canggih, dan (6) Luas skala usaha besar, sehingga biaya produksi efisien.

Untuk memenuhi konsumsi dalam negeri, peningkatan produksi tanaman kedelai perlu terus diupayakan, salah satunya melalui program pemuliaan

tanaman dengan perakitan varietas unggul bermutu. Berkenaan dengan sasaran pemuliaan ini, perlu dilakukan persilangan (Kasno, 1992).

Menurut Baihaki (2000), persilangan merupakan cara yang paling populer untuk meningkatkan variabilitas genetik, bahkan sampai sekarang karena murah, efektif, dan relatif mudah dilakukan. Terdapat dua karakter agronomi yaitu karakter kualitatif dan karakter kuantitatif (Alia dkk., 2004)

Penelitian tentang pola segregasi karakter agronomi generasi F_3 kedelai hasil persilangan Wilis x Mlg 2521 ini akan memberi gambaran tentang sebaran frekuensi dan banyaknya gen yang terlibat dalam menampilkan suatu karakter. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai pola segregasi karakter agronomi sebagai dasar seleksi dan penetapan metode pemuliaan suatu tanaman yang mungkin diterapkan dalam menangani generasi berikutnya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di kebun percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung mulai bulan Oktober 2012 sampai bulan Februari 2013. Pengamatan kemudian dilanjutkan di Laboratorium Benih dan Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 300 benih F_3 berasal dari persilangan Wilis x Malang 2521 (hasil pemuliaan Dr. Ir. Maimun Barmawi, M.S). Pestisida berbahan aktif Deltametrin dengan merk dagang Decis 2,5 EC, pupuk Urea 50 kg ha⁻¹, SP36 100 kg ha⁻¹, dan KCL 100 kg ha⁻¹, Furadan, dan Dithane fungisida berbahan aktif mankozep 80%. Peubah yang diamati adalah umur berbunga, umur panen, tinggi tanaman, jumlah cabang produktif, jumlah polong per tanaman, bobot 100 biji, dan bobot biji per tanaman.

Penelitian ini dilakukan dengan rancangan tanpa ulangan karena benih yang digunakan adalah benih F_3 yang masih bersegregasi. Adapun rumus uji yang digunakan dalam analisis segregasi kesesuaian distribusi normal karakter agronomi tanaman kedelai dari populasi F_3 adalah uji Khi-kuadrat (Gomez dan Gomez, 1995) sebagai berikut:

1. (n) sebagai banyaknya pengamatan data yang dinyatakan ke dalam tabel frekuensi. Tentukan wilayah (p) data sebagai perbedaan antara pengamatan terbesar dan terkecil, (p) tersebut dibagi ke dalam kelas. Untuk penentuan setiap kelas, didapatkan dari $1 + 3,222 \log (n)$. Setelah itu, ditentukan nilai kelas (titik tengah wilayah kelas)

dengan membuat rata-rata dari nilai batas terendah dan tertinggi

2. Hitung rata-rata (\bar{X}) dan ragam (s^2) sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^p (f_i)(X_i)}{\sum_{i=1}^p f_i}$$

$$s^2 = \frac{1}{\sum_{i=1}^p f_i - 1} \left\{ \sum_{i=1}^p (f_i)(X_i) - \frac{\left[\sum_{i=1}^p (f_i)(X_i) \right]^2}{\sum_{i=1}^p f_i} \right\}$$

Keterangan:

X_i = nilai kelas ke- i ;

f_i = frekuensi kelas ke- i ; dan

p = banyaknya kelas.

3. Hipotesis sebaran peluang dihitung dari frekuensi harapan di setiap kelasnya.

Untuk setiap kelas, dihitung nilai Z baku, satu untuk batas terendah (Z_l) dan lainnya batas tertinggi (Z_h) sebagai berikut:

$$Z_l = \frac{L_i - \bar{X}}{s} \quad \text{dan} \quad Z_h = \frac{L_n - \bar{X}}{s}$$

Keterangan:

L_i = batas kelas terendah

L_h = batas kelas tertinggi.

4. Rumus χ^2 -hitung sebagai berikut:

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^p (f_i - F_i)^2}{F_i}$$

Keterangan:

f_i = frekuensi pengamatan; dan

F_i = frekuensi harapan bagi kelas ke- i .

5. Apabila nilai χ^2 lebih besar dari nilai χ^2 tabel maka H_0 diterima dan sebaliknya, dilihat dari taraf nyata 0,05 atau 0,01. Kemudian diuji dengan c^2 untuk goodness of fit (kesesuaian).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian kedelai generasi F_3 Wilis x Mlg 2521 menunjukkan bahwa sebaran frekuensi karakter tinggi tanaman, jumlah polong per tanaman dan bobot biji per tanaman menyebar normal didukung oleh hasil uji kemenjularan (Tabel 1, 2 dan Gambar 1). Dengan demikian, karakter tersebut merupakan karakter kuantitatif. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Sa'diyah dkk., (2013), pada karakter tinggi tanaman dan bobot biji per tanaman, generasi F_2 hasil persilangan Wilis x Mlg 2521. Menurut Baihaki (2000) karakter tanaman dikelompokkan ke dalam dua kelompok, yaitu karakter kualitatif dan karakter kuantitatif. Karakter kualitatif biasanya hanya dikendalikan oleh satu atau dua gen, kurang dipengaruhi oleh lingkungan, sehingga relatif mudah ditangani dalam pemuliaan. Karakter

kuantitatif biasanya dikendalikan oleh banyak gen (Barmawi, 2007).

Sebaran frekuensi umur berbunga, umur panen, jumlah cabang produktif, dan bobot 100 biji tidak menyebar normal pada taraf signifikansi 1% (Tabel 3, 4, dan 5). Karakter yang tidak mengikuti sebaran normal dan memiliki sebaran diskontinu berarti digolongkan ke dalam sifat kualitatif (Murti dkk., 2004).

Hasil uji kesesuaian nisbah karakter umur berbunga menunjukkan bahwa pola segregasi generasi F_3 hasil persilangan Wilis x Mlg 2521 sesuai dengan harapan pada α 1% untuk nisbah 13 : 3 dengan peluang yaitu 10%-25%. Hal ini berarti bahwa karakter tersebut dikendalikan oleh dua gen yang bereaksi epistasis dominan resesif artinya gen dominan pada satu lokus dan gen resesif pada lokus lain mempengaruhi penampilan fenotipe yang sama (Crowder, 1997).

Tabel 1. Uji khi-kuadrat untuk kesesuaian distribusi normal karakter agronomi

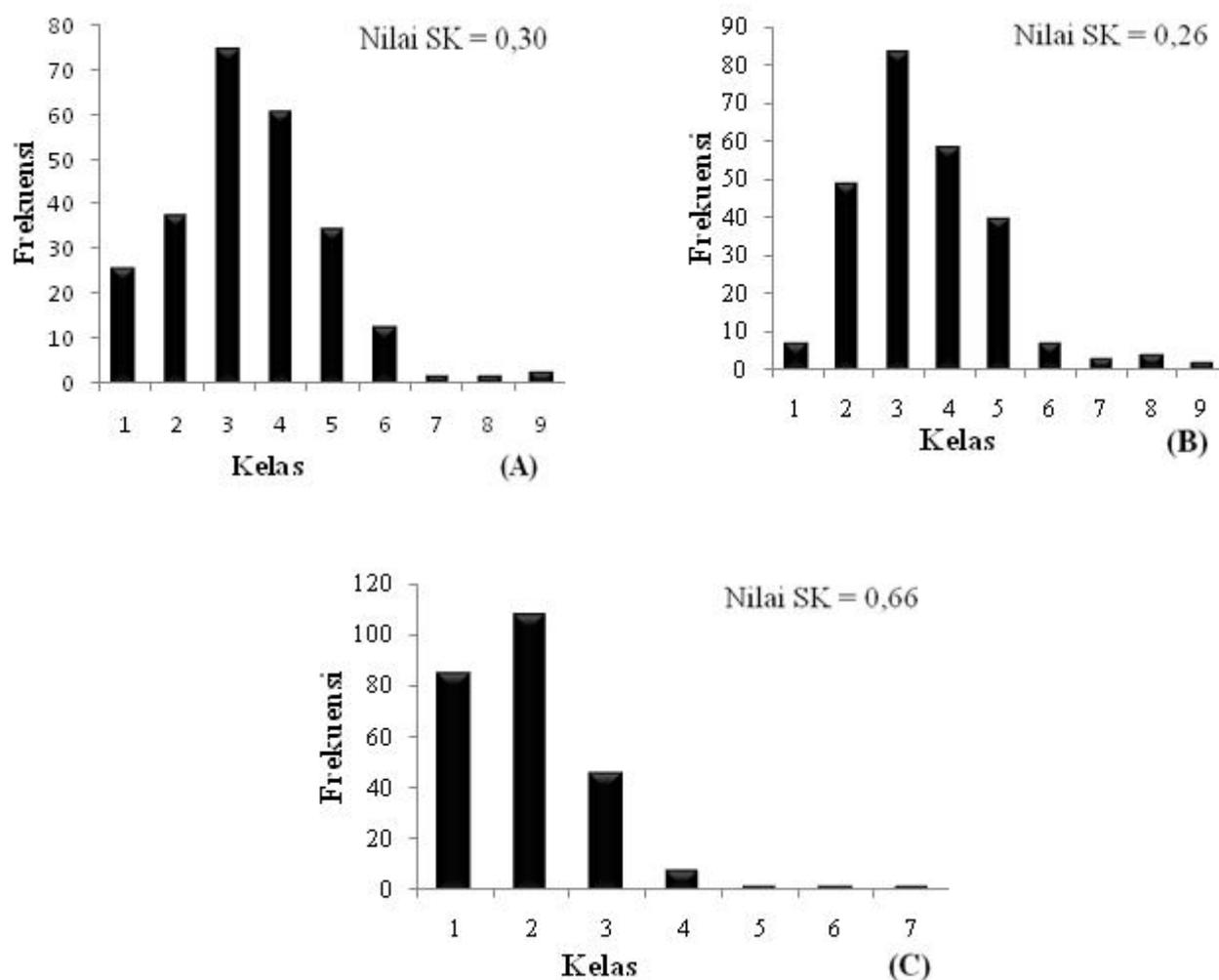
No	Karakter yang diamati	X^2 hitung	X^2 0,01	Keputusan
1	Umur berbunga	24,07*	18,475	Tidak berdistribusi normal
2	Umur panen	737,15*	11,345	Tidak berdistribusi normal
3	Tinggi tanaman	9,60 ^{tn}	20,09	Berdistribusi normal
4	Jumlah cabang produktif	19,95*	16,812	Tidak berdistribusi normal
5	Jumlah polong per tanaman	15,60 ^{tn}	20,09	Berdistribusi normal
6	Bobot 100 biji	23,17*	15,086	Tidak berdistribusi normal
7	Bobot biji per tanaman	4,50 ^{tn}	16,812	Berdistribusi normal

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

Tabel 2. Uji Khi-kuadrat nisbah pola segregasi karakter umur berbunga, generasi F_3 Wilis x Mlg 2521.

Nisbah Umur Berbunga	Observasi (O)	Harapan (E)	$X^2 h$	$X^2_{0,01}$	Peluang
Dua Kelas					
3 : 1	207 : 39	184,5 : 61,5	11,22**	6,63	< 0,005
9 : 7	207 : 39	138,38 : 107,63	77,94**		< 0,005
13 : 3	207 : 39	199,88 : 46,13	1,48 ^{tn}		0,10—0,25
15 : 1	207 : 39	230,63 : 15,38	37,31**		< 0,005
Tiga Kelas					
1 : 2 : 1	142 : 101 : 3	61,5 : 123 : 61,5	164,95**	9,21	< 0,005
9 : 3 : 4	142 : 101 : 3	138,38 : 46,13 : 61,5	121,03**		< 0,005
9 : 6 : 1	142 : 101 : 3	138,38 : 92,25 : 15,38	10,89**		< 0,005
12 : 3 : 1	142 : 101 : 3	184,5 : 46,13 : 15,38	85,04**		< 0,005
Empat Kelas					
9 : 3 : 3 : 1	98 : 109 : 36 : 3	138,38 : 46,13 : 46,13 : 15,38	109,67**	11,34	< 0,005
6 : 3 : 3 : 4	98 : 109 : 36 : 3	92,25 : 46,13 : 46,13 : 61,5	143,93**		< 0,005

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



Gambar 1. Grafik kesesuaian distribusi normal karakter (A) tinggi tanaman, (B) jumlah polong per tanaman, (C) bobot biji per tanaman kedelai generasi F_3 hasil persilangan Wilis x Mlg 2521.

Tabel 3. Uji Khi-kuadrat nisbah pola segregasi karakter umur panen, generasi F_3 Wilis x Mlg 2521.

Nisbah Umur Panen	Observasi (O)	Harapan (E)	$X^2 h$	$X^2_{0,01}$	Peluang
Dua Kelas					
3 : 1	221 : 25	184,5 : 61,5	29,28**	6,63	< 0,005
9 : 7	221 : 25	138,38 : 107,63	112,94**		< 0,005
13 : 3	221 : 25	199,88 : 46,13	12,27**		< 0,005
15 : 1	221 : 25	230,63 : 15,38	5,86 ^{tn}		0,10—0,25
Tiga Kelas					
1 : 2 : 1	221 : 21 : 4	61,5 : 123 : 61,5	552,01**	9,21	< 0,005
9 : 3 : 4	221 : 21 : 4	138,38 : 46,13 : 61,5	116,78**		< 0,005
9 : 6 : 1	221 : 21 : 4	138,38 : 92,25 : 15,38	112,78**		< 0,005
12 : 3 : 1	221 : 21 : 4	184,5 : 46,13 : 15,38	29,32**		< 0,005
Empat Kelas					
9 : 3 : 3 : 1	221 : 21 : 1 : 3	138,38 : 46,13 : 46,13 : 15,38	117,13**	11,34	< 0,005
6 : 3 : 3 : 4	221 : 21 : 1 : 3	92,25 : 46,13 : 46,13 : 61,5	293,17**		< 0,005

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

Tabel 4. Uji Khi-kuadrat nisbah pola segregasi karakter bobot 100 biji, generasi F₃ Wilis x Mlg 2521.

Nisbah bobot 100 biji	Observasi (O)	Harapan (E)	X ² h	X ² _{0,01}	Peluang
Dua Kelas					
3 : 1	219 : 27	184,5 : 61,5	26,18**		< 0,005
9 : 7	219 : 27	138,38 : 107,63	107,55**	6,63	< 0,005
13 : 3	219 : 27	199,88 : 46,13	10,09**		< 0,005
15 : 1	219 : 27	230,63 : 15,38	5,69 ^{tn}		0,10—0,25
Tiga Kelas					
1 : 2 : 1	87 : 132 : 27	61,5 : 123 : 61,5	30,59**		< 0,005
9 : 3 : 4	87 : 132 : 27	138,38 : 46,13 : 61,5	198,31**	9,21	< 0,005
9 : 6 : 1	87 : 132 : 27	138,38 : 92,25 : 15,38	44,99**		< 0,005
12 : 3 : 1	87 : 132 : 27	184,5 : 46,13 : 15,38	220,20**		< 0,005
Empat Kelas					
9 : 3 : 3 : 1	17 : 70 : 132 : 27	138,38 : 46,13 : 46,13 : 15,38	287,49**		< 0,005
6 : 3 : 3 : 4	17 : 70 : 132 : 27	92,25 : 46,13 : 46,13 : 61,5	252,98**	11,34	< 0,005

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

Tabel 5. Uji Khi-kuadrat nisbah pola segregasi karakter jumlah cabang produktif, generasi F₃ Wilis x Mlg 2521.

Nisbah jumlah cabang produktif	Observasi (O)	Harapan (E)	X ² h	X ² _{0,01}	Peluang
Dua Kelas					
3 : 1	142 : 104	184,5 : 61,5	38,70**		< 0,005
9 : 7	142 : 104	138,38 : 107,63	0,23 ^{tn}	6,63	0,50—0,75
13 : 3	142 : 104	199,88 : 46,13	88,42**		< 0,005
15 : 1	142 : 104	230,63 : 15,38	593,35**		< 0,005
Tiga Kelas					
1 : 2 : 1	40 : 171 : 35	61,5 : 123 : 61,5	37,67**		< 0,005
9 : 3 : 4	40 : 171 : 35	138,38 : 46,13 : 61,5	419,43**	9,21	< 0,005
9 : 6 : 1	40 : 171 : 35	138,38 : 92,25 : 15,38	162,21**		< 0,005
12 : 3 : 1	40 : 171 : 35	184,5 : 46,13 : 15,38	476,30**		< 0,005
Empat Kelas					
9 : 3 : 3 : 1	40 : 171 : 32 : 3	138,38 : 46,13 : 46,13 : 15,38	422,30**		< 0,005
6 : 3 : 3 : 4	40 : 171 : 32 : 3	92,25 : 46,13 : 46,13 : 61,5	427,64**	11,34	< 0,005

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

Pola segregasi karakter umur panen dan bobot 100 biji generasi F₃ hasil persilangan Wilis x Mlg 2521 sesuai dengan nisbah 15 : 1 dengan peluang yaitu 10%-25%. Hal ini menunjukkan karakter tersebut dikendalikan oleh dua gen yang bereaksi epistasis dominan duplikat artinya terjadi apabila gen dominan A maupun B, baik terdapat dalam genotipe sendiri-sendiri ataupun bersama, menghasilkan fenotipe sama tanpa efek kumulatif (Snyder dan David, 1957; dikutip oleh Barmawi, 1998).

Hasil uji kesesuaian nisbah karakter jumlah cabang produktif menunjukkan bahwa pola segregasi

generasi F₃ hasil persilangan Wilis x Mlg 2521 sesuai dengan harapan pada α 1% untuk nisbah 9 : 7 dan dengan peluang yaitu 50%-75%. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Sa'diyah dkk., (2013). Karakter ini dikendalikan oleh dua gen yang bereaksi epistasis resesif duplikat artinya gen homozigot resesif pada satu lokus bersifat epistatik terhadap gen dominan pada lokus lainnya.

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka seleksi untuk karakter tinggi tanaman, jumlah polong per tanaman, dan bobot biji per tanaman kedelai tidak dapat dilakukan pada generasi awal. Hal ini disebabkan

karakter tersebut dikendalikan oleh banyak gen yang berkontribusi secara aditif dan peran dari masing-masing gen kecil serta peran lingkungan berpengaruh besar terhadap penampilan karakter-karakter tersebut (Hartati dkk., 2013). Begitu pula pada karakter umur berbunga, umur panen, jumlah cabang produktif dan bobot 100 biji per tanaman tidak diwariskan secara langsung dari tetua ke keturunannya yang ditunjukkan adanya efek epistasis di dalam segregasi karakter-karakter tersebut. Oleh karena itu, diharapkan pada generasi-generasi selanjutnya seleksi untuk karakter agronomi dapat dilaksanakan dengan efektif pada populasi lanjut.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa karakter tinggi tanaman, jumlah polong per tanaman dan bobot biji per tanaman kedelai generasi F_3 hasil persilangan Wilis x Mlg 2521 menyebar normal, sedangkan untuk karakter umur berbunga, umur panen, jumlah cabang produktif, dan bobot 100 biji tidak menyebar normal. Karakter umur berbunga menunjukkan pola segregasi dengan nisbah 13 : 3 dan ini termasuk kedalam aksi gen epistasis dominan resesif, umur panen dan bobot 100 biji menunjukkan pola segregasi dengan nisbah 15 : 1 yang bersifat epistasis dominan duplikat, dan jumlah cabang produktif menunjukkan pola segregasi dengan nisbah 9 : 7 yang bersifat epistasis resesif duplikat.

SANWACANA

Ibu Dr. Ir. Nyimas Sa'diyah, M.P., selaku dosen pembimbing kedua dalam penelitian ini yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, motivasi, dan saran kepada penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Alia, Y., A. Baihaki, N. Hermiati, dan Y. Yuwariah. 2004. *Pola pewarisan karakter jumlah berkas pembuluh kedelai*. *Zuriat*. 15 (1): 4-30.
- Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (Balitkabi). 2011. *Varietas Unggul Kedelai*. <http://www.litbang.deptan.go.id/varietas>. Diakses 22 Januari 2013.
- Baihaki, A. 2000. *Teknik Rancang dan Analisis Penelitian Pemuliaan*. Universitas Padjajaran. Diktat mata kuliah: Bandung. 91 hlm.
- Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (Balitkabi). 2011. *Varietas Unggul Kedelai*. <http://www.litbang.varietas>. Diakses 22 Januari 2013.
- Barmawi, M. 2007. *Pola segregasi dan heritabilitas sifat ketahanan kedelai terhadap Cowpea Mild Mottle Virus populasi Willis x MLG2521*. *J. HPT Tropika*. 7 (1) : 48-52.
- Crowder, L. V. 1997. *Genetika Tumbuhan*. Diterjemahkan oleh L. Kurdiati (). Gajah Mada University Press: Yogyakarta. 499 hlm.
- Dzulfian, 2013. *Kedelai dan Kedelai*. http://ekonomi.kompasiana.com/bisnis2013_09/10/kedelai-dan-keledai-590562.html. Diakses tanggal 19 September 2013.
- Gomez, A. K., dan A. A. Gomez. 1995. *Prosedur Statistik Untuk Penelitian*. Diterjemahkan oleh E. Syamsuddin dan J.S. Baharsyah. Edisi Kedua. Penerbit Universitas Indonesia. 313 hlm.
- Hartati, S., M. Barmawi, dan N. Sa'diyah. 2013. *Pola segregasi karakter agronomi tanaman kedelai (Glycine max [L.] Merrill) generasi F_2 hasil persilangan wilis x B3570*. *Jurnal Agrotek Tropika*. 1(1) : 8-13.
- Kasno, A. (1992) *Pemuliaan Tanaman Kacang-kacangan. Prosiding Simposium Pemuliaan Tanaman I*, pp. 39-68. Perhimpunan Pemulia Tanaman Indonesia, Komisariat Daerah Jawa Timur.
- Murti, RH., T. Kurniawati, dan Nasrullah. 2004. *Pola pewarisan karakter buah tomat*. *Zuriat*. 15 (2) : 140-149.
- Sa'diyah, N., S. Ardiansyah, dan M. Barmawi. 2013. *Pola segregasi karakter agronomi kedelai (Glycine max [L.] Merrill) generasi F_2 hasil persilangan Wilis dan Malang 2521*. *Prossiding*. SEMIRATA MIPA. Fakultas MIPA. Universitas Lampung.
- Sumarno. 2012. *Bertani Kedelai di Amerika Serikat*. Puslitbang Tanaman Pangan Bogor. 5 hlm.
- Snyder, L. H. dan R. P. David. 1957. *The Principles of Heredity*. Health and Company: USA. 507 pp.