

PENDUGAAN JUMLAH DAN PERAN GEN TOLERANSI KACANG PANJANG (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) TERHADAP HAMA APHID

THE ESTIMATION OF GENES NUMBER AND THEIR ACTION OF TOLERANCE TO APHID ON YARDLONG BEAN (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth)

Kuswanto, Lita Soetopo, Aminudin Affandhi, Budi Waluyo
Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya

ABSTRACT

Yardlong bean is valuable crop but its produktivity was relatively low. The aphid was main pest in yardlong bean. The aphid resistant variety is really alternative to prevent this pest. Resistance genes number and their action needed to determine selection program in new resistant variety.

The research conducted at Jatikerto Experimental Station, Agricultural Faculty of Brawijaya University, in January until October 2006. Putih Super (PS) dan Hijau Super (HS) as female parent, crossed with MLG 15151 as male parent, so it had two pairs of crossing. The research consist of three activities, crossing between female and male parent to get F1 population, back crossing and selfing to get BC.1.1, BC1.2 and F2 population, and testing P1, P2, F1, BC1.1, BC1.2, F2 to estimate genes number and their action.

The result of experiment showed that F2 population from PS/MLG15151 had resistance ratio 3 tolerant : 1 susceptible. The aphid resistance controlled by single dominance gene. F2 population from HS/MLG15151 had resistance ratio 15 tolerant : 1 susceptible. The aphid resistance controlled by double dominance genes. Hijau Super x MLG 15151 had dominance x dominance interactions of genes.

Key words : yardlong bean, genes number and action, resistance, aphid

ABSTRAK

Produktivitas kacang panjang di Indonesia masih tergolong rendah. Rendahnya produksi disebabkan oleh serangan hama dan penyakit. Aphid merupakan hama utama yang menyerang kacang panjang. Pengendalian hama yang paling efektif adalah penggunaan varietas tahan. Pendugaan jumlah dan peran diperlukan sebagai rekomendasi dalam perakitan varietas tahan.

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, pada bulan Januari – Oktober 2006. Bahan penelitian adalah Putih Super (PS) dan Hijau Super (HS) disilangkan dengan MLG 15151. Terdapat dua pasangan persilangan, PS X MLG15151, dan HS X MLG15151. Penelitian terdiri atas 3 kegiatan penanaman, yaitu persilangan antar tetua untuk menghasilkan populasi F1, silang balik dan selfing F1 untuk menghasilkan BC1.1, BC1.2 dan F2, serta pengujian P1, P2, F1, F2, BC1.1 dan BC1.2 untuk pendugaan jumlah dan peran gen.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat toleransi pada F2 pasangan PS/MLG15151 dikendalikan oleh gen dominan tunggal dengan rasio 3 toleran : 1

peka, sedang pada F2 pasangan HS/MLG15151 dikendalikan oleh gen dominan rangkap dengan rasio 15 toleran : 1 peka, serta terdapat interaksi gen dominan x dominan.

Kata kunci : kacang panjang, jumlah dan peran gen, ketahanan, aphid

PENDAHULUAN

Masalah utama yang dihadapi petani dalam budidaya kacang panjang adalah serangan kutu daun atau aphid (*Aphis craccivora* Koch). Aphid adalah hama utama pada kacang panjang (Mudjiono, Trustinah dan Kasno, 1999). Aphid hinggap di permukaan bawah daun dan di pucuk-pucuk sulur untuk menghisap cairan tanaman. Daun menjadi keriting dan berkerut, pertumbuhan sulur terhenti dan mati. Aphid juga sering menyerang bunga dan polong. Tanaman yang terserang berat akan menghasilkan daun-daun berwarna kekuningan, kerdil, mengalami malformasi dan kehilangan vigor. Semakin banyak aphid yang menyerang tanaman, daun dan pucuk sulur semakin banyak yang rusak dan akhirnya mati. Kehilangan hasil akibat hama aphid yang tidak dikendalikan dapat mencapai 65,87% (Prabaningrum, 1996) atau lebih. Aphid juga bertindak sebagai vektor *cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV) yang menyebabkan penyakit mosaik.

Pengendalian hama aphid di tingkat petani, biasanya menggunakan pestisida. Aplikasi pestisida dilakukan sejak umur 10-60 hari dengan interval 3-10 hari sekali. Hal ini dapat membantu mengendalikan hama aphid kacang, *Aphis craccivora* Koch, dan dapat mencegah kehilangan produksi sekitar 15,87% (Prabaningrum, 1996). Namun cara pengendalian ini dinilai kurang sehat apabila dikaitkan dengan dampak terhadap lingkungan, peningkatan resistensi patogen dan keengganan konsumen.

Penggunaan pestisida bertujuan membunuh sebanyak mungkin populasi hama yang menyerang tanaman tanpa memperhatikan dampak pestisida bagi serangga-serangga lain yang bukan hama. Tujuan lain adalah melindungi permukaan tanaman dengan cairan atau endapan pestisida sehingga dapat membunuh atau mengusir hama yang akan menyerang.

Pengendalian hama aphid kacang panjang akan efektif apabila menggunakan varietas tahan atau toleran. Dengan varietas tahan atau toleran, kehilangan hasil dan biaya pestisida dapat ditekan, aman terhadap lingkungan dan dapat mencegah residu pestisida pada manusia. Hasil penelitian Fery and Singh (1997) juga menunjukkan bahwa penggunaan ketahanan tanaman merupakan metode yang paling baik dalam pengendalian penyakit virus pada kacang tunggak. Menurut Saleh *et al.*, (1993), pengendalian terhadap penyakit akibat potyvirus dengan menggunakan varietas tahan dinilai paling efisien.

Sumber genetik telah tersedia dari varietas lokal yang beredar di masyarakat dan mempunyai keragaman tinggi. Evaluasi ketahanan telah dilaksanakan terhadap 200 galur oleh Balitkabi dan telah diperoleh galur-galur toleran terhadap hama aphid dan berreaksi tahan terhadap penyakit mosaik. Salah satu galur yang toleran terhadap hama aphid adalah MLG 15151. Galur-galur tersebut dapat dimanfaatkan untuk perbaikan ketahanan

tanaman. Perakitan varietas yang toleran terhadap hama aphid belum pernah dikerjakan.

Sampai saat ini telah diperoleh galur-galur yang mempunyai toleransi terhadap hama aphid, yaitu galur MLG 15151 dan MLG 15035 (Kasno *et al.*, 2000). Varietas Hijau Super dan Putih Super yang beredar di masyarakat mempunyai daya hasil tinggi, namun tidak tahan terhadap hama aphid. Hasil tinggi hanya dapat dicapai apabila petani menyemprotkan pestisida secara berkala pada tanamannya. Genotip-genotip tersebut dapat digunakan untuk merakit varietas kacang panjang yang toleran terhadap hama aphid dan mempunyai daya hasil tinggi. Menurut Smith (1989) toleransi merupakan salah satu tipe ketahanan yang dicirikan dengan hadirnya hama namun kerugian yang ditimbulkan minimal. Varietas kacang panjang yang toleran terhadap hama aphid adalah varietas yang apabila terserang hama aphid kerugian yang ditimbulkan hanya sedikit.

Prosedur pemuliaan untuk ketahanan kacang panjang terhadap hama aphid mengikuti metode pemuliaan yang telah banyak diterapkan para pemulia. Sebagai langkah awal dari program pemuliaan ketahanan atau toleransi terhadap hama, telah dilakukan evaluasi keragaman genetik dari sifat ketahanan atau toleransi. Keragaman genetik perlu diketahui agar dapat ditentukan metode seleksi yang akan digunakan. Dari penelitian tersebut telah diperoleh nilai heritabilitas rendah sampai sedang (Kuswanto *et al.*, 2007). Pada tahap berikutnya perlu diketahui jumlah dan peran gen yang mengendalikan sifat toleransi atau ketahanan. Jumlah dan peran gen ketahanan diperlukan sebagai dasar pelaksanaan metode pemuliaan.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka dilakukan penelitian ini yang bertujuan untuk mengetahui jumlah dan peran gen toleransi terhadap hama aphid.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Jatikerto Kromengan Kabupaten Malang pada bulan Januari – Oktober 2006. Bahan yang digunakan adalah kacang panjang Putih Super (PS) dan Hijau Super (HS) sebagai tetua betina dan bersifat peka terhadap aphid, serta MLG 15151 sebagai tetua jantan yang bersifat toleran terhadap aphid. Terdapat dua pasangan persilangan, PS X MLG15151, dan HS X MLG15151. Penelitian terdiri atas 3 kegiatan penanaman. Kegiatan pertama, persilangan antar tetua untuk menghasilkan populasi F1. Kegiatan kedua, penanaman dan persilangan F1 dengan masing-masing tetua untuk menghasilkan BC1.1, BC1.2 dan F2. Kegiatan ketiga, pengujian P1, P2, F1, F2, BC1.1 dan BC1.2 untuk pendugaan jumlah gen dan mengetahui model aksi gen.

Pada tahap pengujian, P1 dan P2 ditanam sebanyak 100 tanaman, sedangkan F1, BC1.1 dan BC1.2 ditanam 50 tanaman. Populasi F2 ditanam 500 tanaman agar dapat mengimbangi keragaman yang besar pada generasi segregasi (Mather and Jinks, 1982; Suwarso, 1995; Kuswanto, 2002). Penanaman dilakukan pada awal musim kemarau. Dua minggu sebelum tanam, ditanam dahulu kacang panjang yang peka terhadap Aphid sebagai sumber penularan hama. Kebun Percobaan Jatikerto telah diketahui

sebagai tempat endemik hama aphid. Berdasarkan pengalaman, aphid kacang panjang selalu muncul dimanapun kacang panjang di tanam, terutama pada awal musim kemarau. Penanaman dilapang juga dimaksudkan untuk memberikan kondisi sebenarnya tentang serangan aphid pada kacang panjang.

Variabel pengamatan meliputi persentase tanaman terserang, jumlah aphid, umur berbunga, jumlah polong, panjang polong, bobot polong. Skor kerusakan daun untuk penilaian toleransi menurut Belloti and Kawano (Sumarno, 1992) adalah tidak ada gejala kerusakan (0), terdapat bercak kuning pada daun secara tidak teratur dan tidak merata (1), terdapat bercak daun, terjadi kelainan ringan bentuk daun (2), bentuk daun mengalami perubahan berpilin (3), daun berpilin, gejala titik tumbuh mati, tumbuh tunas samping (4) dan tunas samping dan titik tumbuh mati, tanaman kerdil, berwarna kecoklatan (5).

Analisis segregasi bertujuan untuk menduga jumlah gen yang berperan mengendalikan ketahanan berdasarkan reaksi ketahanan 2 kelas (tahan, rentan), 3 kelas (tahan, agak tahan, rentan) dan 4 kelas (tahan, agak tahan, agak rentan, rentan) (Strickberger, 1976). Rasio nilai pengelompokan data dicocokkan dengan setiap nilai harapan dan simpangan yang diuji dengan analisis chi-square (Crowder, 1993).

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

dimana O_i : jumlah fenotip ke-i menurut hasil pengamatan
dan E_i : jumlah fenotip yang diharapkan

Analisis rerata generasi bertujuan untuk menduga jumlah dan model pengaruh gen yang meliputi uji skala dan analisis aksi gen ketahanan. Untuk mengetahui adanya interaksi gen non-alelik digunakan rumus uji skala dari Hayman and Mather (Singh and Chaudary, 1979; Mather and Jinks, 1982). Apabila dari hasil pengujian tersebut menunjukkan ada interaksi gen non-alelik, pendugaan parameter genetik rata-rata digunakan Model Enam Parameter dari Hayman (Gamble, 1962; Singh and Chaudhary, 1979; Mather and Jinks, 1982) yaitu rerata (m), pengaruh gen aditif (d), pengaruh gen dominan (h), pengaruh tipe interaksi gen aditif x aditif (i), pengaruh tipe interaksi gen aditif x dominan (j) dan pengaruh tipe interaksi gen dominan x dominan (l). Apabila dari hasil pengujian tersebut menunjukkan tidak ada interaksi gen non-alelik, pendugaan parameter genetik rata-rata digunakan Model Tiga Parameter dari Jinks and Jones (Singh and Chaudhary, 1979; Mather and Jinks, 1982) yaitu rerata (m), pengaruh aditif (d), pengaruh dominan (h).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah gen

Evaluasi ketahanan tanaman berdasarkan indikator intensitas kerusakan. Pengamatan intensitas kerusakan dilakukan setiap minggu dimulai minggu kedua. Jumlah gen ketahanan diduga melalui analisis segregasi populasi F2. Analisis data dilakukan terhadap 2 kelas (toleran dan

peka), 3 kelas (toleran, agak toleran dan peka) dan 4 kelas (toleran, agak toleran, agak peka dan peka) terhadap data dari semua umur pengamatan intensitas kerusakan.

Tabel. 1. Nilai χ^2 hitung hasil uji chi square pada populasi F2 hasil persilangan PS/MLG 15151

Table 1. Value of χ^2 from khi-square test on F2 population of parent PS/MLG15151

Rasio	Minggu ke (MST)								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2 Kelas (toleran : peka)									
3 : 1	167.24*	187.97*	15.87*	8.02*	0.63ns	0.63ns	0.63ns	52.14*	154.04*
9 : 7	85.09*	105.94*	184.11*	171.04*	135.69*	135.69*	135.69*	104.28*	107.83*
13 : 3	263.49*	305.54*	9.46*	8.59*	24.36*	24.36*	24.36*	122.01*	265.91*
15 : 1	1347.3*	1613.7*	84.61*	127.59*	315.21*	315.21*	315.21*	855.96*	1486.8*
3 Kelas (toleran : agak toleran : peka)									
1 : 2 : 1	190.79*	407.47*	825.91*	762.96*	23.54*	23.54*	23.54*	101.03*	155.67*
9 : 6 : 1	1431.2*	1684.3*	301.56*	328.37*	342.59*	342.59*	342.59*	867.38*	1529.7*
9 : 3 : 4	352.08*	222.94*	146.87*	126.63*	145.91*	145.91*	145.91*	96.58*	278.45*
12 : 3 : 1	1560.7*	1647.5*	165.77*	201.18*	508.20*	508.20*	508.20*	930.63*	1646.4*
4 Kelas (toleran : agak toleran : agak peka : peka)									
9 : 3 : 3 : 1	468.80*	342.24*	146.92*	147.04*	145.96*	145.96*	145.96*	99.81*	294.24*

Keterangan : ns = tidak nyata, * nyata pada taraf uji 5%

Hasil analisis populasi F2 hasil persilangan PS/MLG15151 terlihat pada Tabel 1. Dari tabel tersebut terlihat bahwa hasil analisis pada rasio 2 kelas dengan rasio 3 : 1 pada pengamatan 6, 7 dan 8 diperoleh nilai χ^2 hitung tidak nyata. Hal ini menunjukkan bahwa gen toleransi terhadap hama aphid pada populasi F2 hasil persilangan PS/MLG15151 dikendalikan oleh gen dominan. Rasio kecocokan 3:1 diartikan bahwa 3/4 bagian dari populasi F2 adalah toleran dan 1/4 bagian yang lain adalah peka. Tanaman menjadi toleran dengan adanya gen dominan T. Ekspresi gen dominan tunggal tidak akan menyebabkan interaksi antar gen sehingga pada populasi ini tidak perlu dilanjutkan dengan uji skala dan analisis aksi gen.

Hasil analisis populasi F2 hasil persilangan HS/MLG15151 terlihat pada Tabel 2. Dari tabel tersebut terlihat bahwa hasil analisis pada rasio 2 kelas dengan rasio 15 : 1 pada pengamatan 9 dan 10 diperoleh nilai χ^2 hitung tidak nyata. Hal ini menunjukkan bahwa gen toleransi terhadap hama aphid pada populasi F2 hasil persilangan PS/MLG15151 dikendalikan oleh gen dominan rangkap. Ekspresi gen dominan rangkap menunjukkan bahwa apabila dalam satu individu terdapat minimal satu gen dominan, maka tanaman tersebut akan toleran terhadap hama aphid.

Rasio kecocokan 15:1 diartikan bahwa 15/16 bagian dari seluruh populasi F2 adalah toleran dan 1/16 bagian yang lain adalah peka. Tanaman menjadi toleran dengan adanya gen dominan T., .P atau TP. Gen-gen dominan tersebut bersifat saling menambah dan substitusi serta tidak saling epistatis. Sebaliknya, tanaman menjadi peka apabila tidak terdapat gen dominan atau hanya mempunyai genotip ttp. Ekspresi dominan rangkap dapat menyebabkan interaksi antar gen, terutama interaksi

dominan x dominan. Dengan demikian pada populasi ini perlu dilanjutkan dengan uji skala dan analisis aksi gen untuk mengetahui model interaksinya.

Tabel 2. Nilai χ^2 hitung hasil uji chi square pada populasi F2 hasil persilangan HS/MLG 15151

Table 2. Value of χ^2 from khi-square test on F2 population of parent HS/MLG15151

Rasio	Minggu ke (MST)								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2 Kelas (toleran : peka)									
3 : 1	63.17*	63.17*	63.17*	63.17*	63.17*	63.17*	113.8*	93.89*	72.12*
9 : 7	241.8*	241.8*	241.8*	241.8*	241.8*	241.8*	289.7*	271.7*	250.8*
13 : 3	34.39*	34.39*	34.39*	34.39*	34.39*	34.39*	71.08*	56.04*	40.45*
15 : 1	4.60*	4.60*	4.60*	4.60*	4.60*	4.60*	7.44*	0.96ns	1.37ns
3 Kelas (toleran : agak toleran : peka)									
1 : 2 : 1	652.2*	652.2*	652.2*	652.2*	652.2*	652.2*	1049.*	994.2*	824.3*
9 : 6 : 1	106.1*	106.1*	106.1*	106.1*	106.1*	106.1*	225.8*	212.3*	161.1*
9 : 3 : 4	86.95*	86.95*	86.95*	86.95*	86.95*	86.95*	223.5*	200.4*	137.4*
12 : 3 : 1	10.70*	10.70*	10.70*	10.70*	10.70*	10.70*	63.48*	56.13*	30.47*
4 Kelas (toleran : agak toleran : agak peka : peka)									
9 : 3 : 3 : 1	91.69*	91.69*	91.69*	91.69*	91.69*	91.69*	223.5*	200.8*	144.5*

Keterangan : ns = tidak nyata, * nyata pada taraf uji 5%

Tanaman tahan mempunyai skala kerusakan 0 (tanaman sehat, tidak ada kerusakan), sedang tanaman rentan mempunyai skala serangan 1 (bercak kuning tak teratur) sampai 5 (tunas samping dan titik tumbuh mati). Berdasarkan rasio tersebut, pada populasi segregasi akan diperoleh tanaman sehat sekitar 15/16 bagian. Hasil ini mempunyai implikasi pada besarnya galur-galur tahan yang dapat diseleksi. Dalam suatu populasi bulk akan dapat diseleksi galur-galur tahan maksimal 15/16 bagian dari seluruh anggota populasi.

Pada generasi F2 atau berikutnya dapat muncul tanaman yang menunjukkan perkembangan sifat ketahanan yang lebih ekstrim dari kedua induknya (transgresi segregatif). Karena sifat ketahanan terhadap Aphid dikendalikan oleh dua gen dominan, maka kondisi demikian hanya akan terjadi pada tanaman yang mempunyai susunan genotip homosigot dominan (TTRR). Apabila tanaman ini dapat diseleksi akan diperoleh galur murni dengan tingkat ketahanan yang tinggi dan tahan lama. Tanaman dengan genotipa homosigot tidak akan mengalami segregasi.

Peran gen

Peran gen ditunjukkan oleh model pengaruh gen dan dianalisis melalui uji skala. Dari pasangan persilangan HS/MLG15151 telah diketahui adanya interaksi gen, sehingga uji skala dilakukan terhadap populasi F2. Hasil uji skala terlihat pada Tabel 3.

Pada tabel tersebut terlihat bahwa uji skala 6 parameter untuk pasangan persilangan HS/MLG15151 diperoleh nilai interaksi dominan x dominan berbeda nyata. Hasil ini berkaitan dengan jumlah gen yang

berperan pada sifat toleransi. Jumlah gen toleransi pada pasangan persilangan HS/MLG15151 yang dikendalikan oleh 2 gen dominan (dominan rangkap) akan semakin berarti dengan adanya interaksi gen dominan x dominan. Toleransi tanaman akan semakin tinggi dan proses seleksi pada populasi segregasi akan diperoleh kemajuan genetik yang berarti.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil pengamatan, analisis dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Pada pasangan PS/MLG15151 gen yang mengendalikan sifat toleransi terhadap hama aphid adalah gen dominan tunggal
- Pada pasangan HS/MLG15151 gen yang mengendalikan sifat toleransi terhadap hama aphid adalah gen dominan rangkap dan terjadi interaksi gen dominan x dominan

Saran

Perlu segera dilakukan peningkatan keragaman genetik agar seleksi terhadap populasi segregasi segera dapat dilakukan. Seleksi dapat langsung dilakukan terhadap tanaman yang secara fenotipik kerusakannya minimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Dirjen Dikti yang telah membiayai penelitian ini melalui PHB XIV/1 tahun 2006

Tabel 3. Rata-rata, nilai skala, dan model genetik ketahanan terhadap aphid pada hasil persilangan HS/MLG 15151
Table 3. The average, scale dan resistance genetic model to aphid on parent HS/MLG15151

Parameter	Minggu ke- (MST)																	
	Rata-rata ± SE																	
	n	2	n	3	n	4	n	5	n	6	n	7	n	8	n	9	n	10
Populasi																		
HS	70	1.09±0.04	100	0.15±0.04	100	0.12±0.05	100	0.12±0.05	100	0.12±0.05	100	0.12±0.05	100	2.34±0.06	99	2.53±0.07	100	2.34±0.09
MLG15151	87	1.14±0.04	87	1.14±0.04	100	0.08±0.05	100	0.15±0.05	100	0.15±0.05	100	0.15±0.05	100	1.81±0.07	100	2.19±0.05	100	1.39±0.10
F1	100	0.00±0.00	100	0.30±0.07	100	0.25±0.06	100	0.26±0.07	100	0.26±0.07	100	0.25±0.06	100	0.60±0.12	100	0.99±0.11	100	1.29±0.11
BC1.1	100	0.21±0.06	100	0.21±0.06	100	0.21±0.06	100	0.21±0.06	100	0.21±0.06	100	0.21±0.06	100	0.10±0.04	100	0.58±0.09	100	1.11±0.10
BC1.2	100	0.24±0.06	100	0.24±0.06	100	0.20±0.06	100	0.20±0.06	100	0.35±0.06	100	0.20±0.06	100	1.07±0.11	100	1.21±0.11	100	1.81±0.09
F2	450	0.32±0.03	450	0.32±0.03	450	0.32±0.03	450	0.32±0.03	450	0.32±0.03	450	0.32±0.03	450	0.13±0.02	450	0.18±0.03	450	0.30±0.04
Skala																		
A		-0.67±0.13*		-0.03±0.14ns		0.05±0.15ns		0.04±0.15ns		0.04±0.15ns		0.05±0.15ns		-2.74±0.16*		-2.36±0.22*		-1.41±0.24*
B		-0.66±0.13*		-0.96±0.15*		0.07±0.14ns		-0.01±0.15ns		0.29±0.15ns		0.00±0.14ns		-0.27±0.26ns		-0.76±0.25*		0.94±0.24*
C		-0.95±0.13*		-0.62±0.19*		0.57±0.18*		0.48±0.19*		0.48±0.19*		0.50±0.18*		-4.82±0.27*		-5.96±0.26*		-5.13±0.29*
Model																		
m		0.32±0.03*		0.32±0.03*		0.32±0.03*		0.32±0.03*		0.32±0.03*		0.32±0.03*		0.13±0.02*		0.18±0.03*		0.30±0.04*
a		-0.03±0.09ns		-0.03±0.09ns		0.01±0.09ns		0.01±0.09ns		-0.14±0.09ns		0.01±0.09ns		-0.97±0.12*		-0.63±0.14*		-0.70±0.13*
d		-1.48±0.21*		-0.72±0.22*		-0.30±0.22ns		-0.33±0.22ns		-0.03±0.22ns		-0.34±0.22ns		0.33±0.28ns		1.47±0.33*		4.08±0.33*
aa		-0.37±0.21ns		-0.37±0.21ns		-0.45±0.21*		-0.45±0.21*		-0.15±0.21ns		-0.45±0.21*		1.81±0.25*		2.84±0.31*		4.66±0.31*
ad		-0.01±0.03ns		0.93±0.03*		-0.02±0.03ns		0.05±0.03ns		-0.25±0.04*		0.05±0.03ns		-2.47±0.06*		-1.60±0.09*		-2.35±0.09*
dd		1.69±0.14*		1.36±0.16*		0.33±0.15*		0.42±0.16*		-0.18±0.16ns		0.40±0.15*		1.20±0.29*		0.27±0.40ns		-4.19±0.37*

Keterangan : MST = minggu setelah tanam, n = jumlah individu yang diamati, * = bermakna pada taraf uji 5 t-Student %, ns = tidak bermakna

DAFTAR PUSTAKA

- Crowder, L.V.. 1993. *Genetika Tumbuhan* (Terjemahan L.Kusdiarti dan Soetarso). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Gamble, E.E.. 1962. Gene Effect in Corn (*Zea mays* L.) I. Separation and Relative Importance on Gene Effects for Yield. *Canadian J. of Plant Sci.* 42, 339-348
- Kasno, A.; Trustinah, Moedjiono and N. Saleh. 2000. Perbaikan Hasil, Mutu Hasil dan Ketahanan Varietas Kacang Panjang terhadap CAMV melalui Seleksi Galur pada Populasi Alam Dalam Ringkasan Makalah Seminar Hasil Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian. Balitkabi, Malang.
- Kuswanto, 2002. Pendugaan Parameter Genetik Ketahanan Kacang Panjang terhadap Cowpea Aphid Mosaic Virus dan Implikasinya dalam Seleksi, *Disertasi*. Program Doktor Universitas Brawijaya.
- Kuswanto, B. Guritno, A. Kasno dan L. Soetopo. 2004. Pendugaan Jumlah dan Model Aksi Gen Ketahanan Kacang Panjang (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) terhadap Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus (CABMV), *Agrivita* 26 (3)
- Kuswanto, L. Soetopo, A. Afandhi dan B. Waluyo. 2007. Evaluasi keragaman genetik toleransi kacang panjang (*Vigna sesquipedalis* (L.) fruwirth) terhadap hama aphid. *Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati* XVIII (1) (in press).
- Mather, S.K. and J.L. Jinks. 1982. *Biometrical Genetics*. University Press. Cambridge, Great Britain.
- Moedjiono, Trustinah dan A. Kasno. 1999. Toleransi Genotipe Kacang Panjang terhadap Komplek Hama dan Penyakit. Dalam *Prosiding Simposium V PERIPI Jatim* (Ed. S. Ashari et al.), pp. 279-287. Universitas Brawijaya, Malang.
- Prabaningrum, L. 1996. Kehilangan Hasil Panen Kacang Panjang (*Vigna sinensis* Stikm) akibat Serangan Kutu Kacang *Aphis craccivora* Koch. *Prosiding Seminar Ilmiah Nasional Komoditas Sayuran*, pp 355-359.
- Saleh, N, H. Ariawan, T. Hadiastono dan S. Djauhari. 1993. Pengaruh Saat Infeksi CAMV terhadap Pertumbuhan, Hasil dan Komponen Hasil Tiga Varietas Kacang Tunggak. Dalam *Risalah Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan Tahun 1992*. (Ed. A. Kasno et al.) Balittan, Malang.
- Singh R.K. and B.D. Chaudhary. 1979. *Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis*. Kalyani Publishers, Ludhiana New Delhi.
- Smith, C.M.. 1989. *Plant Resistance to Insect, A Fundamental Approach*. John Willey & Son., Canada.
- Strickberger, M.W. 1976. *Genetics, 2nd edition*. Macmillan Publishing Co. Inc, New York
- Sumarno. 1992. Pemuliaan untuk Ketahanan terhadap Hama. Dalam *Prosiding Simposium Pemuliaan Tanaman I*. (Ed. A.Kasno et al..) pp.348-363. PPTI Jawa Timur.
- Suwarso. 1995. *Genetika Ketahanan Tembakau Lumajang terhadap Penyakit Lanas dan Pengaruh Sumber Ketahanan terhadap Hasil Panen dan Kualitas Krosok*. Disertasi Program Doktor, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Ulrichs, C.. 2001. Cowpea Aphid, *Aphis craccivora* Koch, Sternorrhyncha : Aphididae, AVRDC, Taiwan.