

PENDUGAAN JUMLAH DAN MODEL AKSI GEN KETAHANAN  
KACANG PANJANG (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth)  
TERHADAP COWPEA APHID BORNE MOSAIC VIRUS

Oleh :

Kuswanto\*), B. Guritno\*), L. Soetopo\*), A. Kasno\*\*)  
\*) Dosen Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya  
\*\*) Balai Penelitian Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian

**ABSTRACT**

*Yardlong bean is valuable crop but its produktivity was relatively low. Mosaic disease caused cowpea aphid borne mosaic virus (CABMV) was main one in yardlong bean. CABMV resistant variety is realy alternative to prevent this disease. Resistance genes number and their action needed to determine selection program in new resistant variety.*

*The experiment was conducted in May, 2000 - August, 2001 at Brawijaya University, 505 m above sea level, 23 °C daily temperature, 72,6% humidity and 1100 mm/y rain fall. There were 2 males genotype have CABMV resistance, MLG 15151 (resistant), MLG 15167 (moderate), and 2 female genotypes, Hijau Super (susceptible) and Putih Super (susceptible), respectively. Research activities consist of crossing parents for F1, F2, BC1.1 and BC1.2, and estimation of genes number and their action.*

*The result of experiment showed that F2s had resistance ratio 9 resistant : 7 susceptible. The CABMV resistance controlled by double recessive genes, but different gene interactions in crossing couples. Hijau Super x MLG 15151 and Hijau Super x 15167 had dominance x dominance and additive x dominance genes interactions, respectively. Putih Super x MLG 15151 had additive gene effect.*

*Key words : yardlong bean, genes number, genes action, cabmv.*

**PENDAHULUAN**

Produktivitas polong segar kacang panjang atau *Vigna sesquipedalis* (L.) Fruwirth (Nenno, 2000) yang mampu dicapai petani di Indonesia masih tergolong rendah (4,8 t/ha) (Departemen Pertanian, 2002) dibanding Thailand (7,2 t/ha) dan Australia (30 t/ha) (Gallacher 1999). Peningkatan produktivitas menjadi penting karena kacang panjang merupakan salah satu sumber protein nabati (19,3%), serat alami (17,7%) dan karbohidrat (60,66%) (Riana, 2000) yang murah dan biasa dikonsumsi oleh berbagai lapisan masyarakat Indonesia serta dikenal sebagai bahan alami yang dapat membantu menyembuhkan penyakit diabetes mellitus (Heinerman, 1996).

Peningkatan produktivitas kacang panjang dihadapkan pada masalah hama dan penyakit. Penyakit penting yang sering menurunkan produksi adalah mosaik yang disebabkan oleh cowpea aphid borne mosaic virus (CABMV). Virus mosaik dan hama aphid merupakan penyakit dan hama utama pada

kacang panjang dan dapat menurunkan produksi sampai 60% (Mudjiono, Trustinah dan Kasno, 1999) dimana sekitar 44% disebabkan oleh CABMV.

CABMV termasuk kedalam potyvirus yang ditularkan secara non persisten oleh beberapa jenis aphid, seperti *Myzus persicae*, *Aphis craccivora*, *A.fabae*, *A.gossypii*, *A.medicaginis* dan *Macrosiphum euphorbiae* (Bock and Conti, 1974; Atiri and Thottappilly, 1984; Brunt, 1994a). CABMV dapat ditularkan secara mekanis dan melalui benih tanaman sakit (Ndiaye *et al.*, 1993).

Gejala yang ditimbulkan berupa mosaik, dengan warna hijau dan kuning berselang-seling yang sangat jelas. Terdapat warna hijau gelap di antara tulang daun (*dark green vein-banding*) atau klorosis urat daun (interveinal), distorsi daun, melepuh dan tanaman menjadi kerdil. Polong dan daun menjadi tidak berkembang, ukuran biji berkurang sehingga produksi secara keseluruhan menurun (Bock and Conti, 1974; Sulyo, 1984; Brunt, 1994a; Moedjiono dkk., 1999). Infeksi CABMV pada berbagai tingkat umur menghambat pertumbuhan generatif tanaman (Nurhayati, 1989). Infeksi pada awal pertumbuhan menyebabkan penurunan jumlah polong dan biji/tanaman masing-masing sebesar 91,39% dan 91,82 % (Sulyo, 1984).

Di tingkat petani, aplikasi pestisida 3-10 hari sekali hanya dapat mengendalikan hama kutu kacang, *Aphis craccivora* Koch, dan dapat mencegah kehilangan produksi sekitar 15,87% (Prabaningrum, 1996). Cara pengendalian ini dinilai kurang ramah terhadap lingkungan. Pengendalian terhadap potyvirus seperti CABMV dengan menggunakan varietas tahan dinilai paling efisien (Saleh dkk., 1993). Hasil penelitian Fery and Singh (1997) juga menunjukkan bahwa penggunaan ketahanan tanaman merupakan metode yang paling baik dalam pengendalian penyakit virus pada kacang tunggak.

Upaya perakitan varietas tahan telah diawali dengan identifikasi genotipa sejak tahun MK 1996 terhadap 200 galur/varietas kacang panjang. Dari penelitian tersebut didapatkan 9 genotipa bereaksi tahan, 19 genotip bereaksi agak tahan, 4 genotipa agak rentan dan sisanya bersifat rentan. Genotipa-genotipa tahan ini merupakan sumber gen ketahanan dalam perakitan varietas unggul yang tahan terhadap CABMV (Balitkabi, 1998).

Informasi awal yang diperlukan dalam program perakitan varietas kacang panjang tahan terhadap CABMV, adalah jumlah gen dan model aksi gen ketahanan. Jumlah gen ketahanan menentukan jenis ketahanan tanaman. Apabila ketahanan dikendalikan oleh satu atau dua gen, tanaman akan mempunyai ketahanan tinggi (vertikal) dan apabila ketahanan dikendalikan oleh banyak gen, maka tanaman mempunyai jenis ketahanan horisontal. Program pemuliaan ketahanan akan efektif apabila disesuaikan dengan jumlah dan model aksi gen pengendali ketahanan. Dengan demikian, jumlah dan model aksi gen perlu dipelajari sebagai bahan rekomendasi dalam penentuan seleksi. Penelitian bertujuan untuk menduga jumlah dan model aksi gen ketahanan kacang panjang terhadap cowpea aphid borne mosaic virus.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan FP Unibraw, ketinggian 505 m dpl, rata-rata suhu harian 23°C, kelembaban udara 72,6 % dan curah hujan 1100 mm/tahun, mulai bulan Mei 2000 sampai Agustus 2001. Bahan

persilangan adalah 4 genotipa dengan reaksi ketahanan terhadap CABMV berbeda, yaitu MLG 15151 (tahan) dan MLG 15167 (agak tahan) sebagai tetua jantan serta Hijau Super (rentan) dan Putih Super (rentan) sebagai tetua betina. Kegiatan penelitian terdiri atas 3 kali penanaman meliputi pembentukan populasi F1, F2, BC1.1 dan BC1.2 serta pendugaan jumlah dan model aksi gen ketahanan

F1 dihasilkan dari persilangan 2 tetua jantan dengan 2 tetua betina sehingga dihasilkan 4 populasi F1. F2 dihasilkan dari penanaman F1, BC1.1 dihasilkan dari persilangan F1 dengan tetua betina, sedang BC1.2 dari persilangan F1 dengan tetua jantan. Masing-masing populasi dan kedua tetua diuji bersama-sama. Jumlah perlakuan terdiri 4 tetua, 4 F1, 4 F2, 4 BC1.1 dan 4 BC1.2 diatur menurut rancangan acak kelompok 3 ulangan, sehingga seluruhnya terdapat 60 kombinasi perlakuan. Populasi P1, P2 dan F1 masing-masing 50 tanaman, BC1.1 dan BC1.2 masing-masing 100 tanaman dan F2 sebanyak 200 tanaman agar dapat mengimbangi keragaman yang besar pada generasi segregasi (Mather and Jinks, 1982; Suwarso, 1995).

Setiap populasi diinokulasi CABMV secara mekanis, dengan mengoleskan cairan perasan tanaman sakit, pada permukaan atas daun kacang panjang yang telah membuka penuh, yang sebelumnya telah ditaburi karborundum 600 mesh (Noordam, 1973; Nurhayati, 1989). Inokulasi dilaksanakan pada umur 2 minggu setelah tanam. Variabel yang diamati adalah intensitas gejala serangan, umur berbunga, umur berpolong dan hasil polong. Dari hasil penelitian sebelumnya, umur berbunga, umur berpolong dan hasil polong akan berubah apabila tanaman terinfeksi CABMV.

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 gejala serangan. Pengamatan intensitas gejala serangan dilakukan pada saat pertumbuhan (20 hari setelah inokulasi) dan saat pembungaan (30 hari setelah inokulasi). Hasil uji  $\chi^2$  dari analisis segregasi pada semua pasangan persilangan diperoleh rasio kecocokan 9 tahan : 7 rentan (Tabel 1.), sehingga gen pengendali sifat kerentanan kacang panjang terhadap CABMV adalah gen resesif rangkap (double recessive) (Strickberger, 1976). Rasio kecocokan 9:7 diartikan bahwa 9/16 bagian dari seluruh populasi adalah tahan dan 7/16 bagian yang lain adalah rentan. Tanaman menjadi rentan dengan adanya gen resesif, tt, rr, atau dua pasang gen resesif bersama sama. Gen-gen resesif tersebut bersifat saling epistatis dan komplementer. Sebaliknya, tanaman menjadi tahan apabila tidak terdapat sepasang gen resesif tt, rr atau tidak hadir bersama-sama. Pasangan gen resesif tt adalah epistatis terhadap R dan r, sedang pasangan rr epistatis terhadap T dan t.

Pada tanaman tahan akan terdapat gen dominan T dan gen dominan R bersama-sama (T.R.) dalam genotip. Apabila hanya ada satu gen dominan (T.rr atau R.tt) atau tidak ada gen dominan (ttrr), tanaman menjadi rentan. Dengan demikian, walaupun gen pengendali sifat ketahanan adalah resesif rangkap (2 gen resesif), namun adanya gen resesif rangkap tidak menghasilkan ketahanan, namun menyebabkan kerentanan. Diagram persilangan antara genotipa tahan dan rentan yang menghasilkan F2 dengan rasio 9 tahan : 7 rentan terlihat pada Tabel 2.

Tanaman tahan mempunyai skala serangan 0 (tanaman sehat, tidak ada gejala serangan), sedang tanaman rentan mempunyai skala serangan 1 (gejala ringan) sampai 5 (gejala berat, tanaman kerdil). Berdasarkan rasio tersebut, pada populasi segregasi akan diperoleh tanaman sehat sekitar 9/16 bagian. Hasil ini mempunyai implikasi pada besarnya galur-galur tahan yang dapat diseleksi. Dalam suatu populasi bulk akan dapat diseleksi galur-galur tahan sekitar 9/16 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 CABMV dikendalikan oleh dua gen resesif, 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.

### Model aksi gen

Ekspresi gen resesif rangkap menunjukkan peristiwa epistasi antara 2 gen yang berperan dalam sifat ketahanan. Epistasi adalah peristiwa dimana satu atau sepasang gen menutupi atau mengalahkan ekspresi gen lain yang bukan alelnya, sehingga gen tt dan rr disebut gen epistatis. Gen tt dan rr

masing-masing mengalahkan ekspresi gen R, r dan T, t. Dengan adanya interaksi antar gen, maka perlu diketahui model interaksi dari gen-gen tersebut.

Hasil uji skala untuk mengetahui model interaksi gen diperoleh hasil berbeda pada masing-masing persilangan. Pada pasangan Hijau Super x MLG 15151 menunjukkan adanya pengaruh nilai tengah atau rata-rata gen (m) dan interaksi dominan x dominan (l) (Tabel 3). Nilai tengah menunjukkan pengaruh rata-rata antara gen-gen yang berperan dalam mengendalikan ketahanan tanaman. Pernyataan ini sesuai dengan kondisi gen ketahanan yang bersifat resesif rangkap. Antara gen tt dan rr saling memberikan pengaruh yang sama dalam setiap ekspresi sifat ketahanan. Secara genotipis kondisi demikian terjadi pada tanaman yang mengandung dua pasang gen resesif, tt dan rr. Dalam populasi segregasi F<sub>2</sub>, apabila dikelompokkan menjadi 4 kelas genotipa ketahanan, maka 1/16 bagian dari 16 genotipa tersebut akan mengandung genotip ketahanan ttr.

Interaksi gen ketahanan dominan x dominan berpengaruh pada keturunannya. Interaksi gen tidak terjadi antara gen tt dan rr, namun antara tt dengan R dan r atau antara rr dengan T dan t. Tanda negatif pada interaksi ini menunjukkan bahwa tipe interaksi gen non-alelik disebabkan oleh tipe komplementer (Mather and Jinks, 1982). Antara gen r dan t saling membantu (komplemen) dalam menyebabkan tanaman menjadi rentan. Hal ini juga sesuai dengan jumlah gen ketahanan resesif rangkap, tt dan rr, yang berada dalam kondisi saling komplementer dan akan menyebabkan berkurangnya ketahanan tanaman.

Pada pasangan Hijau Super x MLG 15167 terdapat pengaruh rata-rata gen (m) dan pengaruh interaksi gen aditif x dominan (j) (Tabel 3). Pengaruh rata-rata gen sama dengan pasangan HS X MLG 15151. Interaksi gen aditif x dominan berpengaruh pada keturunannya. Interaksi gen tidak terjadi antara gen tt dan rr, namun antara tt dengan R dan r atau antara rr dengan T dan t. Pengaruh gen aditif (d) terdapat pada pasangan Putih Super x MLG 15151 (Tabel 3). Hasil ini memberikan informasi tentang proporsi yang tinggi dari pengaruh gen aditif. Apabila heritabilitas arti luas bernilai tinggi, maka seleksinya makin efektif dan dapat diperoleh kemajuan genetik yang tinggi. Analisis heritabilitas telah dilakukan pada penelitian yang lain dan diperoleh nilai yang berukuran sedang (20-<50%) (Kuswanto dkk., 2002). Pada pasangan Putih Super x MLG 15167 tidak diperoleh model interaksi gen ketahanan.

### **Ekspresi gen ketahanan**

Ekspresi gen ketahanan diamati dari intensitas gejala serangan penyakit. Karena jumlah gen yang mengendalikan ketahanan dari semua persilangan adalah sama, yaitu resesif rangkap, maka keragaman ekspresi ketahanan yang muncul akan lebih terkait dengan model aksi gen. Pada setiap pasangan persilangan, telah diperoleh model aksi gen yang berbeda sehingga nilai pengamatan skala serangan, pertumbuhan dan hasil juga berbeda.

Perhitungan intensitas umur 20 hari setelah inokulasi, berdasarkan pengamatan skala gejala serangan menjelang berbunga (umur 34 hari). Beberapa tanaman mulai muncul kuncup bunga namun beberapa tanaman yang lain masih tumbuh vegetatif saja. Pada saat demikian munculnya gejala infeksi masih bertambah cepat, sesuai dengan laju pertumbuhan vegetatif yang masih berjalan. Dari perhitungan intensitas umur 30 hari setelah inokulasi,

diperoleh informasi ekspresi gen ketahanan yang lebih lengkap, karena pada saat tersebut keragaman ketahanan telah terlihat jelas (Table 4.)

Pengamatan intensitas pada saat tanaman telah berbunga seluruhnya, diperoleh gambaran yang lebih lengkap tentang keseluruhan kondisi daun tanaman yang terkena infeksi. Pengamatan skala gejala serangan penyakit dilakukan terhadap daun dan bentuk tanaman. Pada kondisi tersebut, daun-daun yang tumbuh pada fase vegetatif, telah muncul seluruhnya dan memberikan ekspresi tertentu terhadap infeksi CABMV sesuai dengan tingkat ketahanan masing-masing galur. Pada galur tahan, jumlah daun yang menunjukkan gejala infeksi lebih sedikit dan tingkat gejalanya juga lebih rendah. Hal inilah yang menyebabkan hasil perhitungan intensitas gejala serangan pada saat pembungaan berbeda nyata.

Tingkat intensitas gejala serangan atau ketahanan tanaman menyebabkan variasi yang tinggi pada sifat-sifat pertumbuhan dan hasil yang diamati. Pada intensitas gejala serangan yang tinggi atau pada tanaman yang rentan diperoleh umur berbunga dan umur berpolong yang lebih lama, sedang jumlah polong, bobot polong, bobot biji per tanaman dan bobot 1000 biji menjadi berkurang. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa pada tanaman yang terinfeksi penyakit, apabila masih mampu melakukan pemulihan dan bertahan sampai berproduksi, maka umur berbunga dan umur berpolong akan tertunda sedang hasil polong dan hasil biji akan berkurang. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Moedjiono dkk. (1999) yang memberikan hasil sama.

## KESIMPULAN

Kerentanan genetik kacang panjang terhadap penyakit mosaik yang disebabkan oleh CABMV, secara umum dikendalikan oleh gen resesif rangkap (rasio 9:7) dan saling berinteraksi, dengan interaksi genik yang berbeda untuk setiap pasangan persilangan, tergantung dari ancestornya. Pada pasangan Hijau Super x MLG 15151, terdapat pengaruh nilai tengah aksi gen dan interaksi dominan x dominan. Pada pasangan Hijau Super x MLG 15167, terdapat pengaruh nilai tengah aksi gen dan interaksi aditif x dominan. Pada pasangan Putih Super x MLG 15151 terdapat peran gen aditif dan tidak terdapat interaksi gen non alelik, sedang pada pasangan Putih Super x MLG 15167, tidak diperoleh hasil tentang model aksi gen. Pada tanaman yang terinfeksi penyakit, apabila masih mampu melakukan pemulihan dan bertahan sampai berproduksi, maka umur berbunga dan umur berpolong akan tertunda sedang hasil polong dan hasil biji akan berkurang.

## SARAN

Seleksi sifat ketahanan terhadap CABMV akan lebih efektif dilakukan dengan intensitas seleksi yang besar, agar proporsi populasi 9/16 tahan dapat terpilih seluruhnya dari proporsi 7/16 rentan. Pada pasangan Hijau Super x MLG 15151 dan Hijau Super x 15167 dengan varian epistasi tinggi perlu ditekankan pada seleksi diantara famili dan pemuliaan galur.

## DAFTAR PUSTAKA

- Atiri, G.I. and G. Thottappilly. 1984. Relative Usefulness of Mechanical and Aphid Inoculation as Modes of Screening Cowpeas for Resistance Against Cowpea Aphid-Borne Mosaic Virus. *Trop. Agric. (Trinidad)* 61, 289-292.
- Balitkabi. 1998. Laporan Tahunan 1997/1998.
- Bock, K.R. and M. Conti. 1974. Cowpea Aphid-Borne Mosaic Virus. In *CMI Description of Plant Viruses* No. 134.
- Brunt, A.A.. 1994a. Cowpea Moroccan Aphid-Borne Mosaic Potyvirus. In *Plant Viruses Online : Descriptions and Lists from the VIDE Database*. Australian National University. Canberra Australia.
- \_\_\_\_\_. 1994b. *Cowpea Aphid-Borne Mosaic Virus*. Research School of Biological Science, Australia.
- Departemen Pertanian. 2002. *Basis Data Pertanian*, Pusat Data dan Informasi Pertanian, Jakarta.
- Heinerman, J.. 1996. *Heinerman's Encyclopedia of Juices, Teas and Tonics*. Prentice-Hall, USA.
- Gallacher, D.. 1999. *Yardlong Bean*. Central Queensland University, Australia
- 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
- Kuswanto, B. Guritno, A. Kasno dan L. Soetopo. 2002. Pendugaan Heritabilitas Ketahanan Kacang Panjang terhadap Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus. Belum Dipublikasikan.
- 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 dkk), pp. 279-287. Universitas Brawijaya, Malang.
- Myers, G.O. 1996. *IITA Research Guide 42 : Hand Crossing of Cowpea*. IITA, Ibadan, Nigeria.
- Ndiaye, M.; M.Bashir; K.E. Keller and R.O. Hampton. 1993. Cowpea Virus in Senegal West Africa : Identification, Distribution, Seed-Transmission and Source of Genetic Resistance. *Plant Disease* 77:999-1003
- Nenno, M.. 2000. General Nomenclature in Grin for Vigna. *GRIN Taxonomy*, USDA, USA.
- Noordam, D.. 1973. *Identification of Plant Viruses, Methods & Experiments*. Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen
- Nurhayati, E.. 1989. Uji Kerentanan berbagai Umur Kacang Panjang (*Vigna sinensis* End 1) terhadap Cowpea Aphid-Borne Mosaic Virus. Dalam *Prosiding Konggres Nasional X dan Seminar Ilmiah PFI*. (Ed. I G.P.Dwijaputra, N. Westen & I.B. Oka), pp. 177-180. PFI, Denpasar.
- 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.
- Riana, A.. 2000. *Kacang Panjang Mentah*. PT Asiamaya Dotcom Indonesia, Jakarta.
- 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 dkk.) Balittan, Malang.
- Singh R.K. and B.D. Chaudhary. 1979. *Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis*. Kalyani Publishers, Ludhiana New Delhi.
- Strickberger, M.W. 1976. *Genetics, 2<sup>nd</sup> edition*. Macmillan Publishing Co. Inc, New York

Sulyo, Y.. 1984. Pengaruh Perbedaan Waktu Inokulasi CAMV terhadap Hasil Produksi Kacang Panjang No 2863. *Bull. Penel. Hort.* XI (4) : 11-15.

### Lampiran :

**Tabel 1.** Hasil analisis  $\chi^2$  untuk 2,3 dan 4 kelas pengamatan untuk pendugaan jumlah gen ketahanan

Pasangan	Rasio diterima (probabilitas)		
Pada 20 hari setelah inokulasi			
HSX15151	9:7 (93-94%)	9:6:1 (70-80%)	9:3:3:1 (90-91%)
PSX15151	9:7 (40-50%)	9:6:1 (5-10%)	
Pada 30 hari setelah inokulasi			
HSx15151	3:1 (5-10%)	9:7 (1-2,5%)	
PSX15151	9:7 (>99,5%)		
HSX15167	9:7 (30-40%)		
PSX15167	9:7 (5-10%)		

**Tabel 2.** Diagram persilangan antara genotipa tahan dan rentan yang menghasilkan F2 dengan rasio 9/16 tahan dan 7/16 rentan

	TR	Tr	TR	tr
TR	<b>TTRR</b>	<b>TTRr</b>	<b>TtRR</b>	<b>TtRr</b>
Tr	<b>TTRr</b>	TTrr	<b>TtRr</b>	Ttrr
TR	<b>TtRR</b>	<b>TtRr</b>	TtRR	ttRr
Tr	<b>TtRr</b>	Ttrr	TtRr	ttrr

*Keterangan : Huruf besar menunjukkan gen ketahanan dominan  
Huruf kecil menunjukkan gen ketahanan resesif*



**Tabel 3.** Uji skala untuk rata-rata intensitas serangan

Uji Skala	Pasangan	Parameter	t
Hijau Super x MLG 15151	Empat parameter	A = 33,37	2,788*
		B = 11,893	1,409
		C = 25,923	2,047*
		D = -9,67	-1,186
	Enam parameter	m = 18,86	7,716*
		d = 12,743	1,953
		h = 19,902	1,185
		i = 19,34	1,186
		j = 10,738	1,543
		l = -64,603	-2,227*
Hijau Super x MLG 15167	Empat parameter	A = -15,033	-2,099*
		B = 12,273	1,377
		C = 6,607	0,261
		D = 4,683	0,366
	Enam parameter	m = 34,927	5,839*
		d = -5,383	-1,178
		h = -9,703	-0,374
		i = -9,367	-0,366
		j = -13,653	-2,608*
		l = 12,127	0,388
Putih Super x MLG 15151	Empat parameter	A = -8,157	-0,496
		B = -0,91	-0,074
		C = -2,18	-0,094
		D = 3,443	0,38
	Tiga parameter	m = 28,127	1,55
		d = 11,147	9,057*
		h = -24,923	-0,502
Putih Super x MLG 15167	Empat parameter	A = -5,680	-0,423
		B = 20,397	1,686
		C = 24,123	1,225
		D = 4,703	0,434
	Tiga parameter	m = 37,342	1,672
		d = 2,762	0,515
		h = -4,315	-0,076
			$t_{0,05} = 1,96$ $t_{0,05} = 2,57$

Tabel 4. Rata-rata intensitas gejala serangan, umur berbunga, umur berpolong dan hasil polong.

Galur	Intensitas (%)		Umur bunga (hari)	Umur polong (hari)	Bobot polong (g)	Jmlh plong	Panjang polong (cm)	Bobot biji/tan (g)	Bobot 1000biji (g)	Jlh biji/polong
	20 hsi	30 hsi								
MLG 15151	10,09	19,52 a	42,73ab	46,00ab	255,22	15,54	65,89d	18,03ab	167,11ab	16,78
MLG 15167	25,01	25,17ab	48,11d	50,64bc	120,72	11,19	43,36a	19,23ab	214,76b	16,27
Hijau Super (HS)	14,10	41,71bc	44,86a-d	47,9abc	114,56	10,00	47,92ab	14,18a	187,17ab	12,97
Putih Super (PS)	32,39	30,7abc	43,18abc	45,45a	169,69	9,36	67,37d	11,59a	159,69ab	13,16
F1.1: HSX15151	12,66	25,43ab	41,63a	45,53a	218,27	13,91	56,74a-d	32,54b	213,63b	16,44
F1.2: HSX15167	10,01	33,1abc	48,34de	50,83bc	193,31	13,69	54,17a-d	12,15a	194,03ab	14,22
F1.3: PSX15151	19,16	46,33c	45,65a-e	49,2abc	222,22	11,29	61,68bcd	14,01a	204,66ab	16,49
F1.4: PSX15167	9,05	27,72ab	45,03a-d	49,1abc	130,56	9,83	55,24a-d	10,27a	172,56ab	14,66
F2.1	18,86	26,44ab	47,65c	49,5abc	177,90	13,81	55,95a-d	13,85a	182,89ab	15,30
F2.2	21,49	34,9abc	48,96d	50,63bc	140,82	10,56	50,21abc	14,55a	176,17ab	13,74
F2.3	19,65	33,1abc	46,18a-e	48,4abc	182,66	11,62	58,50bcd	12,87a	190,49ab	14,59
F2.4	23,38	34,0abc	49,93e	52,54c	125,02	9,60	54,09a-d	12,86a	179,11ab	14,57
BC1.1(1)	17,32	24,97ab	45,44a-e	47,56ab	170,72	12,15	54,38a-d	18,14ab	183,64ab	15,23
BC1.1(2)	30,07	40,5abc	47,59c	49,6abc	166,69	11,20	60,28bcd	12,13a	213,67b	14,84
BC1.2(1)	23,07	35,3abc	48,45de	50,3abc	168,01	10,97	48,19ab	12,52a	176,53ab	13,85
BC1.2(2)	24,10	29,9abc	47,45c	50,1abc	197,09	13,50	53,54a-d	14,81a	199,41ab	13,20
BC1.3(1)	14,17	30,4abc	44,82a-d	47,36ab	232,89	14,16	67,51d	18,46a	165,10ab	17,39
BC1.3(2)	21,69	33,9abc	44,387a-d	47,38ab	175,73	9,01	63,93c	8,19a	143,20a	15,24
BC1.4(1)	17,69	36,6abc	46,83b	49,6abc	173,79	13,52	59,04a-d	18,11ab	187,83ab	16,30
BC1.4(2)	12,18	26,37ab	45,87a-e	47,38ab	201,21	12,86	65,14c	16,44ab	167,67ab	14,51

Keterangan : angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%