

EVALUASI DAYA WARIS SIFAT KETAHANAN KACANG PANJANG TERHADAP CABMV BERDASARKAN STRUKTUR KEKERABATAN

Oleh

Kuswanto*), Lita Soetopo*), Tutung Hadiastono*), Astanto Kasno**)

*) Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, **) Balitkabi

ABSTRAK

Penelitian perakitan varietas kacang panjang bertujuan mendapatkan varietas unggul tahan penyakit mosaik dan berdaya hasil tinggi, yang segera dapat disebarakan ke masyarakat, dalam usaha mencukupi kebutuhan protein nabati dan serat alami yang murah dan sehat.

Penelitian dilaksanakan di Screen House dan Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, mulai November 2002 sampai Oktober 2003. Bahan penelitian adalah 4 populasi segregasi hasil persilangan 2 galur tahan CABMV (MLG 15151 dan MLG 15167) dengan 2 galur berpotensi produksi tinggi (HS dan PS). Daya waris ketahanan dipelajari melalui analisis heritabilitas arti sempit berdasarkan struktur kekerabatan

Semua populasi hasil persilangan HS/MLG 15151, HS/MLG 15167, PS/MLG 15151 dan PS/MLG 15167 berpeluang untuk dilakukan perbaikan sifat ketahanan. Pasangan persilangan HS/MLG 15151, HS/MLG 15167 dan PS/MLG 15167 berpeluang dilakukan perbaikan ketahanan sifat ketahanan melalui metode silang balik. Pasangan persilangan PS/MLG 15151 dapat dilakukan perbaikan sifat ketahanan melalui metode bulk yang dimodifikasi.

Kata kunci : kacang panjang, ketahanan, cabmv, heritabilitas

ABSTRACT

The final product of this research was the prime variety of yardlong bean with resistance on cowpea aphid borne mosaic virus (CABMV). The resistant varieties had high yield was needed at this time, as source of natural protein and fibre. Loss yield could be decreased, so fresh pod yield will be increased.

The experiment was conducted at screen house and experimental field of Agriculture Faculty of Brawijaya University, in November 2002-Oktober 2003. The matters were 4 segregation populations from 2 resistant lines (MLG 15151 and MLG 15167) crossed 2 high yield varieties (HS an PS), respectively. Inheritance potential estimated with narrow sense heritability analysis from relative structure method.

This experiment, got predictable informations to breed these matters in next activities. All crossing couples, i.e. HS/MLG 15151, HS/MLG 15167, PS/MLG 15151 and PS/MLG 15167, could be breded become CABMV resistant varieties with high potential yield. Back cross method could be applied on HS/MLG 15151, HS/MLG 15167 dan PS/MLG 15167. So, do PS/MLG 15151 breded to be prime variety but base on bulk method with modifications.

Key words : yardlong bean, resistance, cabmv, heritability

PENDAHULUAN

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 merupakan bahan alami yang dapat membantu menyembuhkan penyakit diabetes mellitus (Heinerman, 1996).

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) di Thailand (7,2 t/ha) dan Australia (30 t/ha) (Gallacher 1999). Sementara potensi hasil polong di tingkat penelitian dapat mencapai rata-rata 17,4 t/ha (Kasno dkk, 2000).

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). Daun tanaman yang sakit terdapat gejala 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 interveinal (urat daun), 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, 1994; Moedjiono dkk., 1999).

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% diantaranya disebabkan oleh CABMV. 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).

Pengendalian terhadap potyvirus seperti CABMV dengan menggunakan varietas tahan dinilai paling efisien (Saleh dkk., 1993). Dengan varietas tahan, 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.

Hasil penelitian di Balitkabi telah didapatkan galur-galur yang bereaksi tahan terhadap CABMV. Galur-galur tersebut telah mulai dimanfaatkan untuk kegiatan pemuliaan ketahanan (Kuswanto dkk, 2000; Kuswanto dkk, 2001). Galur yang terpilih sebagai calon tetua sumber gen ketahanan adalah MLG 15151 dan MLG 15167 (Kuswanto, 2002; Handayani, 2002). Dari hasil persilangan 2 galur tersebut dengan Hijau Super dan Putih Super, telah diperoleh informasi tentang dinamika dan fase ekspresif sifat ketahanannya (Kuswanto dkk, 2002a), pengaruh tetua betina (maternal effect) sifat ketahanan (Kuswanto dkk, 2002c), serta jumlah dan model aksi gen ketahanan (Kuswanto dkk, 2002b).

Sifat ketahanan kacang panjang terhadap CABMV telah diketahui dikendalikan oleh gen resesif rangkap. 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 (Kuswanto dkk., 2002b).

Dari hasil penelitian tersebut masih diperlukan informasi heritabilitas (daya waris) sifat ketahanan, terutama heritabilitas arti sempit berdasarkan struktur kekerabatan. Heritabilitas berdasarkan struktur kekerabatan merupakan bentuk hubungan langsung antara tetua dengan keturunannya. Tingkat ketahanan dari tetua bertindak sebagai variabel bebas yang akan mempengaruhi tingkat ketahanan dari keturunan. Ketahanan tanaman keturunan merupakan akibat dari sifat-sifat tetua, sehingga heritabilitas dapat diketahui dari koefisien regresinya.

Dari beberapa informasi yang telah diperoleh, terbuka peluang dilakukan perakitan varietas tanaman kacang panjang untuk ketahanan terhadap CABMV. Berdasarkan penelitian ini dapat ditentukan metode penelitian berikutnya. Dalam waktu dua tahun ke depan diharapkan akan diperoleh varietas kacang panjang tahan penyakit CABMV.

BAHAN DAN METODE

Penelitian terdiri atas dua kegiatan, persilangan antar tetua dan evaluasi daya waris sifat ketahanan terhadap CABMV berdasarkan struktur kekerabatan. Bahan penelitian terdiri atas populasi segregasi hasil persilangan dari 2 tetua tahan CABMV, yaitu MLG 15151 dan MLG 15167, dengan 2 induk yang mempunyai potensi produksi tinggi namun rentan terhadap CABMV, Hijau Super (HS) dan Putih Super (PS) (Kasno dkk., 2000; Kuswanto, 2002). Metode persilangan menggunakan *IITA Research Guide 42 Hand Crossing of Cowpea* (Myers, 1996) dan metode dari PT BISI Kediri.

Pendugaan heritabilitas ketahanan dan sifat lain berdasarkan struktur kekerabatan (Basuki, 1995). Regresi antara keturunan dengan tetua jantan diduga melalui analisis varian dan kovarian antara tetua jantan dan keturunan. Karena sifat ketahanan terhadap CABMV tidak dipengaruhi oleh tetua betina (Kuswanto, 2002), maka heritabilitas juga dapat dikerjakan melalui regresi antara tetua betina dengan keturunan. Nilai heritabilitas distandardisasikan agar pengaruh lingkungan tereliminasi (McClellan, 1997). Nilai X_i dari tetua dan Y_j dari keturunan dinyatakan sebagai simpangan baku dengan cara dibagi standar deviasinya. Apabila X_i adalah tetua dan Y_j adalah keturunan, maka :

$$b = \frac{\sum X_i Y_j - ((\sum X_i)(\sum Y_j))/n}{\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2/n}$$

Sehingga heritabilitas arti sempit :

$$h^2 = 2 \times \left[\frac{\sum X_i Y_j - ((\sum X_i) (\sum Y_j))/n}{\sum X_i^2 - (\sum X_j)^2/n} \right]$$

Regresi antara rata-rata tetua dengan keturunan diduga melalui analisis varian dan kovarian antara tetua tengah dengan keturunan. Apabila X_i adalah rata-rata tetua dan Y_j adalah keturunan maka nilai heritabilitas arti sempit :

$$h^2 = \frac{\sum X_i Y_j - ((\sum X_i) (\sum Y_i))/n}{\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2/n}$$

Dilakukan dua analisis heritabilitas agar diketahui perbedaannya dan sekaligus saling koreksi dari masing-masing nilai. Nilai pendugaan heritabilitas yang diperoleh digunakan sebagai pertimbangan dalam penentuan metode seleksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketahanan terhadap CABMV

Daya waris sifat ketahanan kacang panjang terhadap *cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV) dapat diketahui dari nilai heritabilitasnya. Dari nilai heritabilitas dapat diketahui proporsi peranan genetik terhadap ekspresi sifat yang diamati. Heritabilitas arti luas melibatkan proporsi varian genetik total pada penampilan tanaman, sedang heritabilitas arti sempit melibatkan varian genetik aditif. Besarnya varian genetik aditif merupakan ukuran varian nilai pemuliaan, sebagai komponen penting penyebab utama kemiripan antar kerabat dan penentu utama sifat genetik yang dapat diamati serta penentu tanggapan populasi terhadap seleksi.

Pendugaan heritabilitas arti sempit (h) sifat ketahanan kacang panjang terhadap CABMV dimaksudkan untuk mengetahui nilai pemuliaan sifat ketahanan yang merupakan ukuran tingkat kemiripan ketahanan antara tetua dengan keturunannya. Pendugaan heritabilitas ketahanan berdasarkan struktur kekerabatan, memberikan gambaran kemampuan gen ketahanan tetua yang langsung diwariskan kepada keturunannya. Ketahanan yang dimiliki oleh keturunan tergantung pada tingkat ketahanan tetua. Metode seleksi yang akan diterapkan sangat ditentukan oleh besar kecilnya pengaruh langsung ketahanan tetua pada keturunannya. Nilai rendah apabila ($h \leq 0,2$), sedang ($0,2 < h < 0,5$) dan nilai tinggi ($h \geq 0,5$)

Analisis heritabilitas arti sempit populasi segregasi dari hasil persilangan HS / MLG 15151, HS / MLG 15167, PS / MLG 15151 dan PS / MLG 15167 terlihat pada tabel-tabel dibawah. Dari Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 4 terlihat bahwa nilai heritabilitas arti sempit sifat ketahanan bervariasi

antara rendah sampai tinggi. Variasi nilai tersebut menunjukkan bahwa dinamika ketahanan selalu berbeda-beda pada fase-fase pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian Kuswanto (2002) menunjukkan bahwa dinamika ketahanan kacang terhadap CABMV selalu bervariasi tergantung pada fase pertumbuhan tanaman dan tingkat ketahanan tanaman.

Tabel 1. Nilai heritabilitas arti sempit ketahanan pada populasi segregasi hasil persilangan HS/MLG 15151

Umur Pengamatan (hsi)	Hubungan keturunan dengan		Rata-rata
	Satu Tetua	Tetua Tengah	
14	0,227	0,096	0,164
21	0,826	0,654	0,740
28	0,536	0,141	0,339
35	1,000	0,460	0,730

Tabel 2. Nilai heritabilitas arti sempit ketahanan pada populasi segregasi hasil persilangan HS/MLG 15167

Umur Pengamatan (hsi)	Hubungan keturunan dengan		Rata-rata
	Satu Tetua	Tetua Tengah	
14	0,545	0,560	0,553
21	0,269	0,436	0,353
28	0,473	0,327	0,400
35	0,614	0,370	0,492

Pada umur 14 dan 21 hari setelah inokulasi diperoleh nilai heritabilitas tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pada umur tersebut terjadi variasi ekspresi sifat ketahanan tertinggi. Hasil ini sesuai dengan penelitian Kuswanto dkk (2002a) bahwa fase ekspresif sifat ketahanan kacang panjang terjadi antara sejak inokulasi sampai umur 3 minggu sejak inokulasi. Pada selang waktu ini terjadi peningkatan laju serangan patogen pada tanaman inang. Pada tanaman tahan, laju serangan ditanggapi dengan peningkatan ekspresi gen ketahanan. Semakin beragam tingkat ketahanan suatu populasi, akan diperoleh nilai heritabilitas tertinggi.

Dari hasil pengamatan di lapang, terdapat tanaman sakit yang kemudian mampu melakukan pemulihan diri. Beberapa tanaman yang semula menunjukkan gejala serangan sedang, ada yang mampu sehat kembali sehingga pada pengamatan berikutnya terjadi penurunan skala serangan. Penelitian Kuswanto (2002) juga menginformasikan tentang hal ini. Kemampuan pemulihan kembali ini tergantung dari tingkat ketahanan yang telah dimiliki oleh masing-masing individu. Pada populasi segregasi dapat terjadi kondisi demikian, sehingga keragaman genetik dan nilai heritabilitas juga meningkat.

Tingginya nilai heritabilitas pada 3 populasi segregasi hasil persilangan HS / MLG 15151, HS / MLG 15167 dan PS / MLG 15167 memberikan peluang untuk dilakukan pemuliaan lebih lanjut. Karena nilai heritabilitas cukup tinggi, ($h > 0,5$) maka pada 3 pasangan persilangan tersebut akan dilakukan metode silang balik, untuk mengakumulasikan ketahanan pada varietas HS dan PS.

Silang balik terus dilakukan sampai diperoleh populasi BC (back cross) yang penampilannya sama dengan induknya, tetapi mempunyai ketahanan seperti tetua jantannya. Dalam setiap siklus silang balik, populasi BC akan selalu digunakan sebagai tetua jantan, karena ketahanan dikendalikan oleh gen dominan.

Tabel 3. Nilai heritabilitas arti sempit ketahanan pada populasi segregasi hasil persilangan PS/MLG 15151

Umur Pengamatan (hsi)	Hubungan keturunan dengan		Rata-rata
	Satu Tetua	Tetua Tengah	
14	0,240	0	0,120
21	0,290	0,209	0,249
28	0,389	0	0,195
35	0,278	0	0,139

Tabel 4. Nilai heritabilitas arti sempit ketahanan pada populasi segregasi hasil persilangan PS/MLG 15167

Umur Pengamatan (hsi)	Hubungan keturunan dengan		Rata-rata
	Satu tetua	Tetua Tengah	
14	1,000	0,466	0,743
21	0,694	0,660	0,677
28	0,156	0,159	0,158
35	0,514	0,492	0,503

Pada populasi segregasi hasil persilangan PS/MLG 15151 (Tabel 3.) tidak diperoleh nilai heritabilitas yang tinggi. Hasil ini kurang memberikan peluang apabila dilakukan silang balik. Namun apabila dilakukan pemuliaan lebih lanjut dapat digunakan metode bulk (curah) yang dimodifikasi. Karena kacang panjang mempunyai jumlah biji per tanaman cukup banyak, maka dari setiap tanaman cukup di bulk satu atau dua polong saja

Umur berbunga

Hasil analisis heritabilitas arti sempit umur berbunga pada populasi segregasi hasil persilangan HS / MLG 15151, HS / MLG 15167, PS / MLG 15151 dan PS / MLG 15167, terlihat pada Tabel 5. Pada Tabel 5 terlihat bahwa populasi segregasi hasil persilangan HS / MLG 15151 dan PS / MLG 15167 mempunyai nilai heritabilitas arti sempit umur berbunga yang tinggi. Hasil tersebut menunjukkan tingginya daya waris sifat umur pada kedua populasi tersebut. Pada kondisi tanaman terinfeksi CABMV, kedua populasi tersebut mempunyai keragaman genetik umur berbunga yang tinggi dan mampu mewariskan pengaruh aditif pada keturunannya. Hasil ini memberikan implikasi terhadap kemungkinan perbaikan ketahanan melalui umur berbunga.

Tabel 5. Nilai heritabilitas arti sempit umur berbunga

Populasi segregasi hasil persilangan	Hubungan kuturunan dengan		Rata-rata
	Satu tetua	Tetua Tengah	
HS / MLG 15151	0,643	0,506	0,575
HS / MLG 15167	0,219	0,211	0,215
PS / MLG 15151	0,468	0,113	0,291
PS / MLG 15167	0,812	0,749	0,785

Hasil ini sesuai dengan penelitian Kuswanto (2002) bahwa umur berbunga mempunyai korelasi genetik dengan ketahanan tanaman terhadap CABMV. Tanaman yang tahan cenderung dapat berbunga tepat waktu. Tanaman tahan mampu membatasi perkembangan virus secara cepat dengan melokalisir tempat infeksi, sehingga perkembangan tanaman selanjutnya tidak terganggu oleh virus. Pada tanaman agak rentan yang terserang CABMV dan kemudian dapat melakukan pemulihan, umur berbunganya akan tertunda. Penundaan umur berbunga akibat persaingan ekspresi gen ketahanan dengan upaya virus mengambil alih metabolisme tanaman. Apabila gen ketahanan telah berhasil mengatasi perkembangan virus, metabolisme tanaman akan kembali normal. Semakin rentan, umur berbunga semakin tertunda atau tidak dapat berbunga sama sekali, tergantung tingkat kerentannya.

Populasi segregasi hasil persilangan HS / MLG 15167 dan PS / MLG 15151 mempunyai nilai heritabilitas umur berbunga yang rendah sehingga peluang perbaikan ketahanan melalui sifat ini kurang menguntungkan.

Potensi Hasil

Potensi hasil polong kacang panjang sangat dipengaruhi oleh ketahanan tanaman. Hasil penelitian Kuswanto (2002) menunjukkan bahwa hasil polong menjadi semakin berkurang apabila gejala penyakit mosaik semakin berat. Potensi hasil tersebut ditentukan oleh jumlah polong, bobot polong per tanaman dan rata-rata panjang polong.

Heritabilitas arti sempit jumlah polong, bobot polong dan panjang polong populasi segregasi hasil persilangan HS/MLG 15151, HS/MLG 15167, PS/MLG 15151 dan PS/MLG 15167, terlihat pada Tabel 6, Tabel 7 dan 8.

Tabel 6. Nilai heritabilitas arti sempit jumlah polong

Populasi segregasi hasil persilangan	Hubungan kuturunan dengan		Rata-rata
	Satu tetua	Tetua Tengah	
HS / MLG 15151	0	0	0
HS / MLG 15167	0,636	0,008	0,322
PS / MLG 15151	0,534	0,511	0,523
PS / MLG 15167	0,922	0,552	0,737

Dari hasil tersebut terlihat bahwa populasi segregasi hasil persilangan PS / MLG 15151 mempunyai nilai heritabilitas arti sempit jumlah polong dan panjang polong yang tinggi. Hasil ini menunjukkan tingginya daya waris sifat jumlah polong dan panjang polong pada kedua populasi tersebut. Hasil

pengamatan di lapang juga menunjukkan tingginya keragaman jumlah dan panjang polong pada populasi ini. Pada kondisi tanaman terinfeksi CABMV, populasi tersebut mempunyai keragaman genetik jumlah dan panjang polong yang tinggi serta mampu mewariskan pengaruh aditif pada keturunannya. Hasil ini memberikan implikasi terhadap kemungkinan perbaikan ketahanan melalui jumlah dan panjang polong.

Tabel 7. Nilai heritabilitas arti sempit bobot segar polong

Populasi segregasi hasil persilangan	Hubungan keturunan dengan		Rata-rata
	Satu tetua	Tetua Tengah	
HS / MLG 15151	0,591	0,556	0,574
HS / MLG 15167	0,536	0	0,268
PS / MLG 15151	0,916	0,547	0,732
PS / MLG 15167	0,586	0,471	0,529

Populasi segregasi hasil persilangan PS / MLG 15167 mempunyai nilai heritabilitas arti sempit jumlah polong dan bobot segar polong yang tinggi. Hasil ini menunjukkan tingginya daya waris sifat jumlah polong dan bobot segar polong pada kedua populasi tersebut. Hasil pengamatan di lapang juga menunjukkan tingginya keragaman jumlah dan panjang polong pada populasi ini. Pada kondisi tanaman terinfeksi CABMV, populasi tersebut mempunyai keragaman genetik jumlah dan bobot segar polong yang tinggi serta mampu mewariskan pengaruh aditif pada keturunannya. Hasil ini memberikan implikasi terhadap kemungkinan perbaikan ketahanan melalui jumlah dan bobot segar polong. Pengamatan jumlah polong lebih mudah dilakukan daripada jumlah polong, sehingga pelaksanaan perbaikan ketahanan tanaman melalui jumlah polong akan lebih mudah.

Tabel 8. Nilai heritabilitas arti sempit panjang polong

Populasi segregasi hasil persilangan	Hubungan keturunan dengan		Rata-rata
	Satu tetua	Tetua Tengah	
HS / MLG 15151	0,474	0,057	0,266
HS / MLG 15167	0,062	0	0,031
PS / MLG 15151	0,934	0,694	0,814
PS / MLG 15167	0,429	0,305	0,365

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Semua populasi hasil persilangan HS/MLG 15151, HS/MLG 15167, PS/MLG 15151 dan PS/MLG 15167 berpotensi untuk dilakukan perbaikan sifat ketahanan. Pasangan persilangan HS/MLG 15151, HS/MLG 15167 dan PS/MLG 15167 berpotensi dilakukan perbaikan ketahanan sifat ketahanan melalui metode silang balik. Pasangan persilangan PS/MLG 15151 dapat dilakukan perbaikan sifat ketahanan melalui metode bulk yang dimodifikasi.

Pada kondisi tanaman terinfeksi CABMV, populasi segregasi hasil persilangan HS/MLG 15151 dan PS/MLG 15167 mempunyai heritabilitas tinggi pada umur berbunga, hasil persilangan PS/MLG 15151 mempunyai heritabilitas tinggi pada jumlah dan panjang polong, dan hasil persilangan PS/MLG15167 mempunyai heritabilitas tinggi pada jumlah dan bobot polong, sehingga masing-masing berpeluang dilakukan perbaikan sifat tersebut bersamaan dengan ketahanan.

Saran

Perlu segera dilakukan perbaikan sifat ketahanan sesuai dengan dasar informasi genetik yang telah diperoleh dari penelitian ini, agar benih tidak terlalu lama disimpan dan segera didapatkan varietas unggul kacang panjang yang tahan terhadap CABMV dan berdaya hasil tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Dirjen Dikti yang telah memberikan dana penelitian melalui Hibah Bersaing Perguruan Tinggi XI

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.
- Basuki, N.. 1995. *Pendugaan Peran Gen*. FP Unibraw, Malang.
- Blackhurst, H.T. and J.C. Miller Jr.. 1980. Cowpea In *Hibridization of Crop Plants*. pp. 327-338. American Society of Agronomy and Crop Science Society of America Publisher, Madison.
- Bock, K.R. and M. Conti. 1974. Cowpea Aphid-Borne Mosaic Virus. In *CMI Description of Plant Viruses* No. 134.
- Brunt A.A.. 1994. Cowpea Moroccan Aphid-Borne Mosaic Potyvirus. In *Plant Viruses Online : Descriptions and Lists from the VIDE Database*. Australian National University. Canberra Australia.
- Ferry, R.L. and B.B. Singh 1997. Cowpea Genetic : A Review of the Recent Literature. In *Advance in Cowpea Research* (Eds. Singh, B.B. et al.), pp. 13-29. IITA, Ibadan, Nigeria
- Gallacher, D.. 1999. *Yardlong Bean*. Central Queensland University, Australia
- Heinerman, J.. 1996. *Heinerman's Encyclopedia of Juices, Teas and Tonics*. Prentice-Hall, USA.
- 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, R. Hasri, Y.Sugito dan S. Lestari. 2000. Pengujian Jumlah Anther dan Waktu Polinasi pada keberhasilan Persilangan Kacang Panjang, *Habitat XI* (113) : 247-252.

- Kuswanto, S Indrato, S. Soekartomo dan A. Soegiyanto. 2001. Penentuan Waktu Emaskulasi dan Polinasi pada Persilangan Kacang Panjang, *Habitat XII* (1) : 45-50
- 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, L. Soetopo dan A. Kasno. 2002a. Penentuan Fase Ekspresif Ketahanan Kacang Panjang (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) terhadap Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus untuk Studi Genetika Ketahanan, *Agrivita XXIV* (3) : 193-197
- Kuswanto, B. Guritno, A. Kasno dan L. Soetopo. 2002b. Pendugaan Jumlah dan Model Aksi Gen Ketahanan Kacang Panjang terhadap Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus (CABMV), *Biosain III* (2) .
- Kuswanto, Sri Lestari P dan A. Andriani. 2002c. Pendugaan Pengaruh Tetua Betina Sifat Ketahanan Kacang Panjang terhadap Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus, *Habitat XIII* (1) : 66-71
- Kuswanto, L. Soetopo dan S.T. Laili. 2003. Keragaman Genetik Ketahanan Galur-galur Kacang Panjang terhadap CABMV, *Habitat XIV* (1) : 15-21
- McClearn, P.. 1997. Lecture Note of Quantitative Genetics. Dakota State University, Fargo, ND
- Melton, A.; W.L. Ogle; O.W. Barnett and J.D. Caldwell. 1987. Inheritance of Resistance to Viruses in Cowpeas (Abstr). *Phytopathology*, 77:642
- 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.
- 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.
- Saleh, 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.
- Sulyo, Y. 1984. Pengaruh Perbedaan Waktu Inokulasi CAMV terhadap Hasil Kacang Panjang. *Buletin Penelitian Hortikultura XI*, 11-15.