

**UJI ADAPTASI KACANG PANJANG (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth)
GALUR UNIBRAW**

**ADAPTATION TEST OF YARD LONG BEAN (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth)
UNIBRAW LINES**

Kuswanto*), Nur Basuki*), Endah Sri Rejeki**)

*) Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya

**) Fakultas Pertanian Univ. Muhammadiyah Gresik

ABSTRACT

The final target of this research was the prime variety of yardlong bean with resistance on cowpea aphid borne mosaic virus (CABMV), have high yield potential. On the previous experiment gotten 18 new promising lines had resistance to CABMV and high potential yield. The experiments was conducted at Brawijaya University and 4 location units of vegetables centre in East Java i.e. Sidoarjo, Pare (Kediri), Malang and Batu, in March-August 2005. The material was 18 promising lines and their parents, HS, PS dan MLG 15151

The adaptation test, got the 2 promising lines, Unibraw 24034 and Unibraw 24062, have broad adaptability, so they were recommended to be release as new varieties. And also, got 8 promising lines to be recommended on good specific locations and 6 promising lines to be recommended on bad specific locations. But, there were 2 lines could not be release as new varieties.

ABSTRAK

Penelitian perakitan varietas kacang panjang bertujuan mendapatkan varietas unggul tahan penyakit mosaik dan berdaya hasil tinggi. Dari penelitian uji daya hasil telah didapatkan 18 galur harapan Unibraw yang mempunyai ketahanan terhadap CABMV dan daya hasil tinggi. Penelitian dilaksanakan di 4 sentra produksi sayuran di Jawa Timur yang mempunyai kondisi agroekologi berbeda, yaitu Sidoarjo, Pare, Malang dan Batu, mulai Maret-Agustus 2005. Bahan penelitian adalah 18 galur harapan yang diperoleh dari penelitian tahun ke dua dan empat genotip tetua, HS, PS dan MLG 15151.

Dari uji adaptasi didapatkan 2 galur yang dapat direkomendasikan untuk di lepas sebagai varietas baru di berbagai lokasi, yaitu Unibraw 24034 dan Unibraw 24062, juga didapatkan 8 galur yang dapat direkomendasikan untuk dilepas di lingkungan spesifik subur, 6 galur yang dapat direkomendasikan untuk di lepas di lingkungan spesifik kurang subur dan terdapat 2 galur yang tidak dapat dilepas sebagai varietas baru.

PENDAHULUAN

Produktivitas polong segar kacang panjang atau *Vigna sesquipedalis* (L). Fruwirth (Nenno, 2000) yang mampu dicapai petani di Indonesia masih tergolong rendah, yaitu 4,8 t/ha (Departemen Pertanian, 2002), sedang di

Thailand mencapai 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),

Kebutuhan gizi ideal penduduk, memerlukan konsumsi sayuran sekitar 100 g/kapita/hari atau 7.632.000 t/tahun. Apabila kontribusi kacang panjang dalam komposisi sayuran mencapai 10%, maka diperlukan sekitar 763.200 t/tahun polong segar (Kuswanto, 2002). Produksi kacang panjang tahun 2000 baru mencapai 313.526 t polong segar (Departemen Pertanian, 2002), atau sekitar 41% dari total kebutuhan penduduk, sehingga produksi kacang panjang belum dapat memenuhi kebutuhan gizi ideal penduduk Indonesia.

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% diantaranya disebabkan oleh CABMV. Apabila kerugian 44% akibat CABMV dapat diatasi, produksi kacang panjang di Indonesia diperkirakan dapat mencapai 85% dari total kebutuhan.

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 sehat apabila dikaitkan dengan dampak terhadap lingkungan, peningkatan resistensi patogen dan keengganan konsumen. 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.

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). 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 (HS) dan Putih Super (PS), 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).

Berdasarkan hasil penelitian keragaman genetik ketahanan, telah didapatkan nilai heritabilitas arti sempit untuk semua pasangan persilangan yang diuji. Semua populasi hasil persilangan berpeluang untuk dilakukan perbaikan sifat ketahanan. Populasi F2 hasil persilangan HS/MLG 15151, HS/MLG 15167 dan PS/MLG 15167 mempunyai nilai heritabilitas arti sempit yang tinggi (>50%) sehingga berpeluang dilakukan perbaikan sifat ketahanan. HS dan PS adalah varietas unggul dengan potensi hasil tinggi namun tidak tahan terhadap CABMV, sehingga perbaikan sifat ketahanan dilakukan dengan metode silang balik (Kuswanto dkk, 2004).

Berdasarkan hasil 4 kali silang balik dan 2 kali seleksi, telah diperoleh 177 galur harapan yang mempunyai ketahanan terhadap CABMV dan daya hasil tinggi. Ketahanan setiap generasi silang balik telah diperoleh hasil yang sama pada semua populasi dan sesuai dengan teori yang ada. Daya hasil BC1 dan BC2 masih berbeda dengan tetua berulang, sedangkan pada BC3 dan BC4 telah mendekati dan tidak berbeda nyata dengan tetua berulang. Pada BC4 telah diperoleh populasi yang ketahanannya seperti tetua donor dan daya hasilnya seperti tetua berulang (Kuswanto dkk, 2005a).

Pengujian daya hasil merupakan tahap akhir dari program pemuliaan tanaman. Pada pengujian masih dilakukan pemilihan atau seleksi terhadap galur-galur unggul homosigot unggul yang telah dihasilkan. Tujuannya adalah memilih satu atau beberapa galur terbaik yang dapat dilepas sebagai varietas unggul baru. Kriteria penilaian berdasarkan sifat yang memiliki arti ekonomi, seperti hasil tanaman (Kasno, 1992). Berdasarkan penelitian uji daya hasil telah terseleksi 18 galur yang mempunyai ketahanan terhadap CABMV dan berdaya hasil tinggi. (Kuswanto dkk, 2005b).

Menurut Baihaki dkk. (1976). dalam pengujian perlu memperhatikan besarnya interaksi antara genotip dengan lingkungannya, untuk menghindari kehilangan genotip-genotip unggul dalam pelaksanaan seleksi. Berdasarkan Pedoman Penilaian Pelepasan Varietas Hortikultura Direktorat Perbenihan Dirjen Bina Produksi Hortikultura (2004) untuk mengetahui keunggulan dan interaksi genotip terhadap lingkungan dilaksanakan melalui uji adaptasi. Untuk kepentingan pelepasan varietas jumlah unit uji adaptasi adalah jumlah musim kali banyaknya lokasi yang diuji adaptasinya. Sedangkan untuk uji adaptasi varietas baru minimal tiga unit untuk setiap musim. Ketinggian tempat unit lokasi pengujian untuk uji adaptasi yaitu dataran rendah (< 400 m dpl), dataran medium (400 – 700 m dpl) dan dataran tinggi (> 700 m dpl).

Dari uji adaptasi akan diperoleh bermacam-macam tanggapan galur terhadap lingkungannya. Galur yang diperoleh dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok. Kelompok pertama adalah yang menunjukkan kemampuan adaptasi pada lingkungan luas, berarti interaksi genotipa x lingkungannya kecil. Kelompok ke dua yaitu kelompok yang menunjukkan kemampuan adaptasi sempit atau beradaptasi secara khusus, berpenampilan baik pada suatu lingkungan, tetapi berpenampilan buruk pada lingkungan yang berbeda, berarti interaksi genotipa x lingkungannya luas (Soemartono dan Nasrullah, 1988).

Kemampuan adaptasi dapat diukur dengan koefisien regresi dan produksi rata-rata pada semua lingkungan. Hubungan antara nilai rata-rata

hasil (m_i) dengan nilai koefisien regresi (b_i) akan menentukan adaptabilitas hasil suatu galur. Apabila nilai koefisien regresi mendekati 1 dan produksinya tinggi, maka galur tersebut mempunyai kemampuan adaptasi umum, sedangkan apabila produksinya rendah maka galur tersebut tidak mempunyai kemampuan adaptasi pada semua lingkungan. Galur dengan adaptasi luas dapat dilepas di berbagai lokasi, sebaliknya galur dengan adaptasi khusus dapat dilepas untuk lokasi tertentu.

Apabila nilai koefisien regresi lebih dari 1, maka galur tersebut dapat beradaptasi khusus terhadap lingkungan baik dan apabila nilai koefisien regresi kurang dari 1, galur tersebut cocok untuk lingkungan jelek. Dengan demikian, apabila suatu lokasi mempunyai tanah dan iklim yang memungkinkan tanaman berproduksi tinggi, maka varietas dengan koefisien regresi tinggi akan dapat menghasilkan produksi rata-rata tertinggi dan hal ini menunjukkan bahwa varietas tersebut mempunyai adaptasi khusus pada lingkungan baik (Finlay and Wilkinson (1963)).

Penelitian ini bertujuan untuk menguji stabilitas dan adaptabilitas hasil galur-galur kacang panjang di berbagai kondisi penanaman.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di 4 unit lokasi sentra produksi sayuran/kacang panjang di Jawa Timur. Penelitian dilakukan di Sidoarjo (10 m dpl), Pare Kediri (200 m dpl), Malang (505 m dpl) dan Batu (850 m dpl). Bahan yang digunakan adalah 18 galur-galur harapan Universitas Brawijaya yang diperoleh dari penelitian uji daya hasil, tetua HS, PS dan MLG 15151. Di masing-masing lokasi uji adaptasi, galur yang uji diatur menggunakan rancangan acak kelompok. Pengamatan dilakukan terhadap umur berbunga, umur panen, jumlah bunga, jumlah polong, panjang polong, bobot per polong, bobot polong per tanaman, jumlah biji per polong dan hasil polong per ha. Untuk mengetahui perbedaan antar galur, dilakukan analisis ragam di masing-masing lokasi. Uji homogenitas antar lokasi dilakukan sebagai dasar analisis ragam gabungan. Analisis ragam gabungan bertujuan untuk mengetahui adanya interaksi genotip dengan lingkungan. Penilaian adaptasi tiap galur menggunakan analisis adaptabilitas dari Finlay and Wilcinson (1963). Tingkat adaptasi suatu galur didasarkan pada nilai koefisien regresi (b) dari setiap galur, dimana $b=1$ berarti mempunyai adaptasi umum dengan stabilitas rata-rata, $b>1$, berarti mempunyai adaptasi khusus terhadap lingkungan yang subur dengan tingkat stabilitas di bawah rata-rata dan untuk $b<1$ berarti mempunyai kemampuan adaptasi khusus terhadap lingkungan yang kurang subur, dengan stabilitas di atas rata-rata.

Analisis stabilitas berdasarkan regresi dari Eberhart dan Russel (1966; Singh and Chaudary, 1979). Tingkat stabilitas suatu galur didasarkan pada koefisien regresi $b = 1$ dan simpangan regresi $S^2d = 0$

$$b_i = \frac{\sum Y_{ij} l_j}{\sum l_j^2}$$

dimana $\sum Y_{ij} l_j$: hasil kali matrik rata-rata dengan vektor indeks lingkungan, $\sum l_j^2$: jumlah kuadrat

Koefisien regresi merupakan penampilan setiap galur di lingkungan yang berbeda-beda terhadap rata-rata lingkungan untuk semua genotipa.
Simpangan Ragam dari Regresi (s^2d)

$$S^2d = \frac{\sum_j \delta_{ij}^2}{s-2} - \frac{s^2e}{r} \quad \text{dimana}$$

$$\sum_j \delta_{ij}^2 = \left[\sum_j Y_{ij}^2 - \frac{Y^2}{t} \right] - \left[\frac{\sum_i Y_{ij} \cdot l_i}{\sum_j l_i^2} \right]^2 \quad \text{dan } s^2e \text{ galat gabungan}$$

Apabila koefisien regresi b mendekati atau sama dengan 1 dan simpangan regresi = 0, berarti menunjukkan stabilitas rata-rata dan varietas demikian memiliki daya adaptasi umum yang baik. Apabila koefisien regresi b lebih dari 1 menunjukkan stabilitas dibawah rata-rata dan varietas demikian sangat peka terhadap perubahan lingkungan serta beradaptasi khusus di lingkungan produktif. Apabila koefisien regresi b semakin kecil dibawah 1, menunjukkan stabilitas di atas rata-rata dan varietas demikian beradaptasi khusus di lingkungan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam terhadap data pengamatan di masing-masing lokasi menunjukkan bahwa galur-galur harapan yang di uji memberikan hasil yang berbeda nyata pada semua variabel pengamatan. Dari hasil analisis ini menunjukkan bahwa perbedaan galur harapan juga memberikan hasil yang berbeda nyata walaupun di tanam di berbagai lokasi.

Hasil analisis ragam gabungan untuk mengetahui interaksi genotipa x lingkungan disajikan di lampiran. Hasil analisis menunjukkan terdapat interaksi nyata antara galur harapan dengan lokasi tanam untu variabel jumlah bunga, jumlah polong, bobot per polong, bobot polong segar per tanaman dan hasil polong segar per ha. Interaksi genotip lingkungan nyata berarti pada genotip yang berbeda akan memberikan hasil berbeda apabila di tanam di lokasi yang berbeda. Suatu galur dapat memberikan hasil yang selalu lebih tinggi atau tidak selalu lebih tinggi dari yang lain di semua lokasi. Apabila terdapat galur harapan yang mampu memberikan hasil lebih tinggi dari yang lain di semua unit lokasi, ada kemungkinan galur tersebut mempunyai sifat stabil dan adaptif di semua lokasi. Untuk membuktikan hal tersebut, perlu di lakukan analisis stabilitas dan adaptabilitas.

Uji stabilitas dan adaptabilitas dilakukan terhadap variabel yang mempunyai interaksi nyata pada genotipa lingkungan. Namun, untuk evaluasi stabilitas dan adaptabilitas lebih diutamakan variabel hasil polong per ha. Finlay dan Wilkinson (1963) menggunakan hubungan nilai rata-rata (m_i) dengan nilai koefisien regresi (b_i) sebagai ukuran stabilitas. Sedangkan Eberhat dan Russel (1966) menggunakan koefisien regresi dan rata-rata jumlah kuadrat simpangan regresi sebagai ukuran stabilitas. Hasil analisis stabilitas dan adaptabilitas terhadap semua variabel terlihat pada lampiran.

Dari hasil analisis stabilitas diperoleh 6 galur stabil dan 12 galur tidak stabil. Galur-galur yang stabil, adalah 24034, 24062, 24071,24089, 24191 dan 34041. Galur yang stabil adalah galur yang fluktuasi hasilnya mengikuti perubahan indeks lingkungan. Apabila galur tertentu mampu memberikan

hasil tertinggi di lokasi Sidoarjo, maka galur tersebut juga mampu memberikan hasil tertinggi di lokasi yang lain.

Tabel 1. Stabilitas dan adaptabilitas masing-masing galur harapan
(Table 1. Stability and adaptability of promising lines)

No.	Galur (lines) Unibraw	Rerata Hasil (yield average) (ton/ha)	bi	Stabilitas (stability)	Adaptabilitas (adaptability)
1	14008	17,60	1,31	tidak stabil	Khusus lingkungan subur (favorable)
2	14017	22,76	2,47	tidak stabil	Khusus lingkungan subur (favorable)
3	14023	18,07	1,54	tidak stabil	Khusus lingkungan subur (favorable)
4	24017	16,79	1,38	tidak stabil	Khusus lingkungan subur (favorable)
5	24034	15,15	0,81	stabil	Umum (general adaptability)
6	24035	14,98	0,93	tidak stabil	Khusus lingkungan subur (favorable)
7	24041	18,32	1,87	tidak stabil	Khusus lingkungan subur (favorable)
8	24062	15,24	1,19	stabil	Umum (general adaptability)
9	24068	14,32	0,85	tidak stabil	Khusus lingkungan subur (favorable)
10	24071	12,31	0,84	stabil	Adaptasi jelek (poorly adapted)
11	24088	9,95	0,91	tidak stabil	Adaptasi jelek (poorly adapted)
12	24089	12,99	0,86	Stabil	Khusus lingkungan subur (favorable)
13	24191	12,40	1,01	Stabil	khusus lingkungan kurang subur (unfavorable)
14	34039	19,14	0,68	tidak stabil	Khusus lingkungan kurang subur (unfavorable)
15	34041	12,41	0,66	Stabil	Khusus lingkungan kurang subur (unfavorable)
16	34042	15,31	0,66	tidak stabil	Khusus lingkungan kurang subur (unfavorable)
17	34053	15,88	0,57	tidak stabil	Khusus lingkungan kurang subur (unfavorable)
18	34061	18,15	0,55	tidak stabil	Khusus lingkungan kurang subur (unfavorable)
19	HS	12,71	0,70	Stabil	
20	PS	13,05	0,83	tidak stabil	
21	KP7	17,80	0,40	tidak stabil	
Rerata		15,49			

Untuk pengembangan lebih lanjut, tentunya perlu dikelompokkan galur yang stabil dan tidak stabil agar program pengembangannya disesuaikan dengan stabilitasnya. Galur-galur tersebut juga perlu diketahui adaptasinya agar distribusinya dapat disesuaikan dengan kemampuan adaptasinya.

Galur yang ideal adalah galur yang stabil, adaptif di berbagai lingkungan, hasilnya tinggi dan disukai konsumen. Apabila galur-galur yang diuji tidak ada yang ideal, maka perlu dijelaskan spesifikasi stabilitas, adaptabilitas, daya hasil dari masing-masing galur agar dapat ditentukan rekomendasi yang tepat dalam program pelepasan varietas. Spesifikasi stabilitas, adaptabilitas dan daya hasil dapat dilihat pada Tabel 1.

Dari 6 galur yang stabil, terdapat 2 galur daya hasilnya di atas rata-rata (15 ton/ha), yaitu galur 24034 (15,15 ton/ha) dan 24062 (15,24 ton/ha). Kedua galur tersebut juga mempunyai daya adaptasi umum (luas), artinya dapat ditanam di berbagai lokasi. Dengan demikian, apabila 2 galur tersebut disukai konsumen, maka dapat direkomendasikan untuk di lepas dan ditanam di berbagai kondisi agroklimat. Galur stabil yang mempunyai adaptasi khusus (sempit) masing-masing 24089 (12,99 ton/ha) untuk lingkungan subur dan 24191 (12,4 ton/ha) untuk lingkungan kurang subur, sedangkan 24071 (12,31 ton/ha) mempunyai adaptasi yang jelek. Galur 24089 dapat direkomendasikan untuk di lepas dan di tanam daerah dengan kondisi lingkungan subur dan galur 24191 dapat dilepas untuk daerah dengan kondisi lingkungan kurang subur. Khusus galur 24071 tidak dapat direkomendasikan untuk dilepas sebagai varietas baru.

Dari hasil analisis diperoleh 12 galur yang tidak stabil. Galur yang tidak stabil adalah galur yang fluktuasi hasilnya tidak mengikuti perubahan kondisi lingkungan. Apabila suatu galur memberikan hasil tertinggi di lokasi Sidoarjo, maka galur tersebut mungkin tidak mampu memberikan hasil tertinggi di lokasi yang lain. Galur tidak stabil dapat mempunyai daya adaptasi yang berbeda-beda. Dari Tabel 3 terlihat bahwa galur 14017 mempunyai hasil tertinggi (22,76 ton/ha) dan adaptasi untuk lingkungan yang subur untuk pertumbuhan. Galur 14008 (17,6 ton/ha), 14023 (18,7 ton/ha), 24017 (16,79 ton/ha), 24035 (14,98 ton/ha), 24041 (18,32 ton/ha), 24068 (14,32 ton/ha) dan 24089 (12,99 ton/ha) juga mempunyai adaptasi di lingkungan yang subur. Berdasarkan rata-rata hasil masing-masing lokasi, dari 8 galur tersebut, galur 14008, 14017, 14023, 24017, 24035, 24041 dan 34042 cocok untuk lingkungan subur di Sidoarjo, sedangkan galur 24068 cocok untuk lingkungan subur di Pare.

Dari Tabel 3 juga terdapat galur yang adaptif untuk ditanam di lingkungan kurang subur, yaitu 34039 (19,14 ton/ha), 34042 (15,31 ton/ha), 34053 (15,88 ton/ha) dan 34061 (18,15 ton/ha). Kedua galur ini juga dapat direkomendasikan untuk daerah yang kurang subur. Galur 24088 (9,95 ton/ha) mempunyai adaptasi yang jelek sehingga tidak dapat direkomendasikan untuk dilepas sebagai varietas baru.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Didapatkan 2 galur yang dapat direkomendasikan untuk di lepas di berbagai lokasi, yaitu Unibraw 24034 dan Unibraw 24062, 8 galur yang dapat direkomendasikan untuk dilepas di lingkungan spesifik subur, 6 galur yang

dapat direkomendasikan untuk di lepas di lingkungan spesifik kurang subur dan terdapat 2 galur yang tidak dapat dilepas.

Saran

Varietas baru hasil pemuliaan hanya akan efektif apabila disenangi konsumen, sehingga sebelum diusulkan untuk di lepas ke masyarakat perlu dilakukan uji organoleptik di tingkat konsumen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Dirjen Dikti yang telah memberikan beaya penelitian melalui PHB XI/3 2005

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2004. Pedoman Penilaian dan Pelepasan Varietas Hortikultura. Direktorat Perbenihan Dirjen Bina Produksi Hortikultura, Jakarta, 107 hal
- Baihaki, A., R.E. Stucker and J.W. Lambert. 1976. Association of genotype x environment interactions with performance level of soybean line in preliminary yield test. *Crop Sci.* 16 : 718-721
- Balitkabi. 1998. Laporan Tahunan Balitkabi Tahun 1998/1999.
- BPS. 1993. Survei Pertanian, Produksi Tanaman Sayuran dan Buah-buahan di Indonesia. BPS, Jakarta
- Departemen Pertanian. 2002. Basis Data Pertanian, Pusat Data dan Informasi Pertanian, Jakarta.
- Eberhart, S.A. and W.A. Russel. 1966 Stability parameter for comparing varieties. *Crop Sci.* 6 : 36-40
- 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
- Finlay, K.W. and G.N. Wilkinson. The analysis of adaptation in plant breeding program. *Austr. J. Agron. Res.* 14 : 742-754
- Gallacher, D.. 1999. *Yardlong Bean*. Central Queensland University, Australia
- Gomez, K.A. and A.A. Gomez. 1984. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. John Willey & Sons, New York.
- 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.
- Kasno, A. 1992. Pemuliaan Tanaman Kacang-kacangan. Dalam *Prosiding Simposium Pemuliaan Tanaman I*. (Ed. A.Kasno dkk.) PPTI Jawa Timur
- 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, L. Soetopo dan S.T. Laili. 2003. Keragaman Genetik Ketahanan Galur-galur Kacang Panjang terhadap CABMV, *Habitat XIV* (1) : 15-21

- Kuswanto, L. Soetopo, T. Hadiastono dan A. Kasno. 2004. Pendugaan Heritabilitas Arti Sempit Ketahanan Kacang Panjang terhadap CABMV Berdasarkan Struktur Kekerabatan, *Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati*, XVI (2)
- Kuswanto, L. Soetopo, T. Hadiastono dan A. Kasno. 2005a. Perbaikan Ketahanan Genetik Kacang Panjang (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) terhadap CABMV dengan Metode Back Cross, *Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati*, XVII (2) : 146-154
- Kuswanto, L. Soetopo, T. Hadiastono dan A. Kasno. 2005b. Seleksi Gallur-galur harapan Kacang Panjang (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) Unibraw, *Habitat*, XVI (4) : 258-269
- Kuswanto, Martiningsih, T., L. Soetopo dan Ainurrasyid. 2004. Evaluasi ketahanan Kacang Panjang (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) terhadap Penyakit Mosaik (*Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus*) pada populasi BC2 dan BC3, *Agrosain*, (in Press)
- 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.
- 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. Perhimpunan Fitopatologi Indonesia, 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.
- Saleh, N. dan Y. Baliadi. 1998. Pengenalan dan Pengendalian Penyakit Utama pada Kacang Tunggak. Dalam *Kacang Tunggak* (Ed. A. Kasno dan A. Winarto). pp. 100-119
- 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.
- Singh R.K. and B.D. Chaudhary. 1979. *Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis*. Kalyani Publishers, Ludhiana New Delhi.
- Sulyo, Y. 1984. Pengaruh Perbedaan Waktu Inokulasi CAMV terhadap Hasil Kacang Panjang. *Buletin Penelitian Hortikultura* XI, 11-15.
- Sumartono dan Nasrullah. 1988. Genetika Kuantitatif. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.