

KAJIAN TINGKAT KEBERHASILAN PERSILANGAN ANTARA BEBERAPA GENOTIP KACANG TUNGGAK (*Vigna Unguiculata* (L.) Walp) DAN BEBERAPA GENOTIP KACANG PANJANG (*Vigna sesquipedalis* (L.) Fruwirth)

A STUDY ON SUCCESS LEVEL OF HYBRIDIZATION BETWEEN SOME GENOTYPES OF COWPEA (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) AND SOME GENOTYPES OF LONG BEAN (*Vigna sesquipedalis* (L.) Fruwirth)

Putri Shanti Devi Rhamdhvani, Lestari Ujianto, Uyek Malik Yakop
Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Mataram

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat keberhasilan persilangan i antara beberapa genotip kacang tunggak (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) dan beberapa genotipe kacang panjang (*Vigna sesquipedalis* (L.) Fruwirth). Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Rancangan persilangan yang digunakan yaitu dialel lengkap. Tiga genotipe kacang tunggak (KTU, KTH, KTC) disilangkan dengan tiga genotipe kacang panjang (KPHP, KP 1 dan KP 5). Masing-masing genotipe ditanam dalam lima pot. Penanaman dilakukan dalam dua periode dengan selang waktu sepuluh hari. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapt tingkat keberhasilan yang berbeda dari delapan belas persilangan. Persentase tingkat keberhasilan tertinggi 66,67% antara KTH dan KP1 sedangkan tingkat keberhasilan persilangan terendah adalah 6.67% antara KTU dan KP5.

Kata kunci : kacang tunggak, dialel lengkap, persilangan, kacang panjang

ABSTRACT

*The objective of this research was to know succes level of hybridization between some genotypes of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) and some genotypes of long bean (*Vigna sesquipedalis* (L.) Fruwirth). This research used an experimental method by using complete dialel design. Three cowpea genotypes (KTU, KTH, KTC) were crossed with three long bean genotypes (KPHP , KP 1 and KP 5). Each of genotype was planted in five pots. Planting was conducted in two periods with an interval of ten days. The results of this research showed that there are different success level of eighteen hybrids. The percentage of the hybridization success level was varied between 6 and 67 %. The highest success level of hybridization was 66.67 % between KTH and KP1 while the lowest success level of hybridization was 6.67 % between KTU and KP5.*

Key words : cowpea, complete dialel, hybridization, long bean

PENDAHULUAN

Tanaman kacang-kacangan memiliki banyak keunggulan dan manfaat. Di Indonesia, tanaman ini sering dimanfaatkan sebagai sayuran, bahan pakan untuk ternak bahkan untuk pupuk hijau. Kacang tunggak dan kacang panjang pada khususnya memiliki nilai keunggulan dan manfaat yang lebih dari kacang-kacangan lainnya. Kacang tunggak relatif tahan kekeringan, dapat tumbuh baik pada tanah yang kurang subur, berumur genjah, berakar dalam dan mampu beradaptasi pada berbagai jenis tanah. Kacang tunggak memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi, dihitung per 100 gram bahan mengandung protein 22,9 gram, lemak 1,1 gram dan karbohidrat 61,6 gram (Kasno, 1998). Kacang tunggak merupakan jenis kacang-kacangan yang efisien menggunakan Nitrogen bebas dari udara melalui *Rhizobium* yang dapat mengikat

hingga 80-90 % dari semua unsur hara N yang dibutuhkan oleh tanaman tersebut, (Irfan, 1989; Kasno, 1998; Utomo & Antarlina, 1998).

Tanaman kacang panjang merupakan komoditas yang dapat dikembangkan untuk perbaikan gizi keluarga. Tanaman ini berumur pendek, tumbuh baik pada dataran medium sampai dataran rendah, dapat ditanam di lahan sawah, tegalan, atau pekarangan pada setiap musim. Suryadi *et al.* (2003) mengatakan bahwa usaha tani kacang panjang dapat diandalkan sebagai usaha agribisnis yang mampu meningkatkan pendapatan petani.

Dari beberapa kelebihan yang dimiliki oleh kacang tunggak dan kacang panjang, terdapat pula beberapa kelemahan. Kacang tunggak memiliki karakteristik polong yang kaku dan pendek sehingga perlu dilakukan perbaikan agar pemanfaatannya dapat maksimal. Salah satu perbaikan yang dapat dilakukan

adalah menyilangkan dengan spesies lain yang masih satu genus *Vigna* dengan karakteristik polong yang lunak dan panjang seperti kacang panjang sehingga diperoleh tanaman kacang tunggak dengan polong yang lunak dan panjang. Namun, kacang panjang juga memiliki kelemahan yaitu kurang tahan terhadap kekeringan dan dalam sistem budidayanya membutuhkan lanjaran. Oleh karena itu perlu adanya perbaikan terhadap kelemahan yang dimiliki oleh kacang panjang. Salah satu caranya yaitu menyilangkan dengan kacang tunggak yang juga masih berkerabat dekat dan memiliki keunggulan yang dibutuhkan oleh kacang panjang yaitu tahan terhadap kekeringan dan dalam sistem budayanya tidak membutuhkan lanjaran sebagai penopang batangnya.

Persilangan antarspesies antara kacang tunggak dan kacang panjang sudah berhasil dilakukan oleh Ujjianto *et al.* (2012). Namun, untuk genotip yang lain tingkat keberhasilan persilangannya masih belum dapat dipastikan apakah memiliki keberhasilan yang tinggi atau rendah. Tingkat keberhasilan persilangan penting diketahui untuk menentukan seberapa besar daya silang kedua spesies tersebut.

Persilangan antar spesies yang sudah pernah dilakukan tidak hanya persilangan pada kacang tunggak dan kacang panjang, tetapi juga tanaman lain khususnya pada genus *Vigna*, yaitu persilangan pada kacang hijau yang telah dilakukan antar spesies dengan kacang beras pada penelitian Ujjianto *et al.* (2010) dan penelitian lain (Kosmiatin & Mariska, 2005), yaitu persilangan antara kacang hijau dengan kacang hitam. Persilangan antar spesies ini memungkinkan untuk disilangkan karena masih dalam satu genus dan memiliki jumlah kromosom yang sama yaitu ($2n = 2x = 22$). Persilangan-persilangan antar spesies ini menunjukkan bahwa dengan penggunaan genotip yang berbeda maka tingkat keberhasilan persilangan juga berbeda-beda.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan percobaan pot di lapangan. Rancangan persilangan yang digunakan adalah metode dialel lengkap. Genotip yang digunakan adalah 3 genotip kacang tunggak (kacang tunggak berbiji ungu (KTU), kacang tunggak berbiji hitam (KTH) dan kacang tunggak berbiji coklat (KTC)) dengan 3 genotip kacang panjang (kacang panjang berbiji hitam putih (KPHP), kacang panjang 1 (KP1), kacang panjang 5 (KP5)). Masing-masing genotip ditanam pada 5 pot. Penanaman dilakukan dalam dua periode dengan selang waktu 10 hari untuk sinkronisasi pembungaan antar genotip dan memperpanjang masa

hibridisasi untuk mendapatkan bunga yang lebih banyak, sehingga masing-masing genotype terdapat 10 pot sebagai unit percobaan dan total unit percobaannya adalah 60 pot. Persilangan yang dilakukan dengan menggunakan metode dialel lengkap menghasilkan 18 keturunan hasil persilangan.

Sebelum bunga diemaskulasi, dilakukan terlebih dahulu pemilihan tetua yang disilangkan. Tetua betina yang dipilih adalah tanaman yang memiliki jumlah bunga yang banyak karena 1 (satu) bunga jantan yang bertindak sebagai tetua jantan digunakan untuk beberapa bunga betina. Dalam melakukan emaskulasi dan penyerbukan yang perlu disiapkan alat antara lain gunting kecil yang tajam, pinset dengan ujung yang tajam dan lengkung. Alkohol (75-85%) untuk mensterilkan alat-alat tersebut. Bunga betina yang diemaskulasi adalah bunga yang esok paginya diperkirakan mekar. Untuk membungkus bunga sesudah dilakukan penyerbukan dipakai plastik bening, selain itu perlu disediakan label dari plastik khusus dan diberi nomor urut, nama genotip dan tanggal dilakukannya persilangan (Syukur *et al.* 2012). Biji pada polong yang telah masak ditanam kembali untuk menguji daya kecambahnya. Analisis data dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan persilangan dengan menghitung: $\text{=(Jumlah polong yang telah jadi / jumlah bunga yang disilangkan) x 100\%}$. Viabilitas perkecambahan untuk tiap-tiap hasil hibrida dari beberapa genotip yang disilangkan dapat diketahui dengan cara mengecambahkan benih dan kemudian dihitung dengan menggunakan rumus: $\text{=(jumlah benih yang tumbuh / jumlah benih yang diuji) x 100\%}$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, menunjukkan adanya 18 keturunan hasil persilangan dari 3 genotip kacang tunggak dan 3 genotip kacang panjang. Persentase tingkat keberhasilan persilangan (Tabel 1) dilihat dari jumlah polong yang jadi yang kemudian dibagi dengan jumlah bunga yang disilangkan dan dikalikan dengan 100%. Total bunga yang dapat disilangkan antar genotip kacang tunggak dengan kacang panjang mencapai 69,83% dari jumlah bunga yang diemaskulasi. Genotip yang disilangkan dengan jumlah terendah adalah KTC x KP1 dan KTH x KP1 yaitu 9 bunga, sedangkan jumlah tertinggi berada pada genotip KP5 x KTU berjumlah 25 bunga, dapat dilihat pula bahwa pada keturunan hasil persilangan dengan genotip KP5 lainnya sebagai tetua betina memiliki jumlah bunga terbanyak yang dapat dipolinasi dibandingkan dengan genotip lain sebagai tetua betina. Bunga pada genotip KP5 yang diemaskulasi pada sore

harinya juga memiliki jumlah terbanyak yang dapat dipolinasi.

Banyak bunga yang telah disilangkan antar genotip kacang tunggak dengan kacang panjang yang kemudian gugur dan tidak menjadi polong. Selama proses dari polong yang telah jadi hingga polong yang telah masak terdapat genotip dengan polong hasil persilangan yang tidak gugur adalah KP1 x KTC dan KTU x KP5, sedangkan genotip dengan jumlah polong gugur tertinggi adalah KP1 x KTH, KPHP x KTC, KPHP x KTU, KPHP x KTH, KTU x KPHP dan KTH x KP1 masing-masing berjumlah 3 polong gugur, sehingga jumlah polong gugur hasil persilangan pada semua genotip mencapai 29,36%. Ujjianto *et al.* (2012) menjelaskan didalam penelitiannya bahwa persilangan antara spesies tanaman yang berbeda dapat menjadi sebab seringnya terjadi kegagalan dalam proses pembentukan polongnya.

Polong masak ditandai dengan polong berwarna coklat dan mengeras, kemudian dapat dipanen setelah berumur 60 hari. Summerfield *et al.* (1985) mengatakan bahwa kacang-kacangan dapat digolongkan menjadi tiga kelompok berdasarkan umur masaknya, yaitu genotipe yang memiliki periode tumbuh pendek (55-66 hari), berumur sedang (70-80 hari), dan berumur dalam (lebih dari 90 hari). Jumlah polong masak pada keturunan hasil persilanganpun juga beragam. Jumlah polong masak terendah berada pada genotip KPHP x KTH dan KTU x KP5 berjumlah 1 polong dan jumlah polong masak tertinggi berada pada genotip KP5 x KTH berjumlah 10 polong. Dari data tersebut, jumlah total polong jadi yang kemudian dapat mencapai polong masak dan panen mencapai 70,64%. Dikemukakan oleh Kosmiatin & Mariska (2005) bahwa pemanenan dilakukan apabila batang sudah mengeras, daun menguning dan sebagian berguguran, polong sudah berisi penuh dan keras.

Jumlah polong jadi merupakan total dari jumlah polong 2 hari setelah bunga disilangkan. Perbedaan jumlah polong jadi dengan jumlah bunga yang dipolinasi dikarenakan tidak semua bunga yang dipolinasi dapat menjadi polong. Penyebab hal tersebut dapat dikarenakan oleh faktor genetik, Kosmiatin & Mariska (2005) menyatakan bahwa hambatan genetik berpengaruh setelah fertilisasi, gugurnya polong muda dapat disebabkan oleh inkompatibilitas setelah fertilisasi, karena endosperma gagal berkembang sehingga tidak dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan embrio. Kegagalan pertumbuhan endosperma dapat disebabkan oleh laju pembelahan sel yang rendah atau bahkan terhenti sehingga mengakibatkan terjadinya degradasi jaringan endosperma yang sudah terbentuk. Dari data tersebut diperoleh jumlah polong jadi terendah berada pada

genotip KTU x KP5 berjumlah 1 polong dan tertinggi berada pada genotip KP5 x KTH dengan jumlah 12 polong, sehingga besarnya persentase bunga yang disilangkan dan kemudian menjadi polong mencapai 37,98%. Penelitian Ujjianto *et al.* (2007) menjelaskan bahwa faktor ketrampilan, waktu pelaksanaan, alat dan cuaca juga dapat mempengaruhi tingkat keberhasilan hibridisasi.

Jumlah biji pada polong yang masak dengan jumlah tertinggi berada pada genotip hasil persilangan KP5 x KTC yaitu 103 biji dan terendah berada pada genotip hasil persilangan KPHP x KTH berjumlah 8 biji. Dari Tabel 1 juga dapat dilihat bahwa genotip dengan KP5 sebagai tetua betina memiliki jumlah biji tertinggi diantara genotip lainnya berkisar antara 64 hingga 100% dan genotip dengan KTU sebagai tetua betina memiliki jumlah biji paling rendah yaitu berkisar antara 1 hingga 6%. Dari beberapa biji yang dihasilkan, juga terdapat beberapa biji kisut, Kosmiatin & Mariska (2005) mengemukakan bahwa Pembentukan biji bervariasi dari normal hingga tidak normal (pengisian biji tidak maksimal) sehingga biji kisut atau hanya berisi ovul yang membengkak (tidak dibuahi) yang akhirnya gugur.

Dari data sifat kuantitatif yang diperoleh maka dilakukan analisis data untuk mencari persentase keberhasilan persilangan antara genotip kacang tunggak dan kacang panjang yang disilangkan. Hasil pada tabel 1 menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan persilangan yang diperoleh pada genotip hasil persilangan berbeda-beda berkisar antara 6 hingga 67%. Persentase tingkat keberhasilan persilangan tertinggi berada pada genotip KTH x KP1 yaitu 66,67% dan terendah berada pada genotip hasil persilangan KTU x KP5 yaitu 6,67%. Dapat dilihat dari persentase tingkat keberhasilan persilangan secara keseluruhan bahwa genotip KTH sebagai tetua betina memiliki tingkat keberhasilan tertinggi yaitu berkisar antara 33 hingga 67%, dan genotip KTU sebagai tetua betina memiliki tingkat keberhasilan terendah berkisar antara 6 hingga 38%.

Tingkat keberhasilan persilangan dapat dipengaruhi oleh faktor eksternal dan internal. Faktor eksternal adalah faktor lingkungan seperti faktor geografi, ekologi, musim (Ujjianto *et al.*, 2012), ketrampilan pelaksana, waktu pelaksanaan, dan alat (Ujjianto *et al.*, 2007). Dalam penelitian ini persilangan dilakukan oleh orang yang sama dengan waktu pelaksanaan yang seragam, alat yang digunakan pun sama, selain itu, tanaman ditanam di lokasi dan di daerah yang sama sehingga faktor ekologi, geografi, dan musim tidak terlalu berpengaruh atau dianggap sama. Karena kondisi tersebut, maka faktor eksternal atau lingkungan dianggap tidak terlalu berpengaruh terhadap keberhasilan persilangan antara kacang

tunggak dengan kacang panjang. Karena itu, dibandingkan dengan faktor eksternal, faktor internal atau faktor genetik dianggap berperan dominan dalam keberhasilan persilangan antara kacang tunggak dengan kacang panjang. Dalam penelitiannya, Ujianto *et al.* (2012) juga menjelaskan bahwa hambatan dalam hibridisasi antar spesies dapat digolongkan menjadi dua, yaitu eksternal dan internal dan hambatan internal lebih dominan dibanding hambatan eksternal.

Tabel 1. Persentase Tingkat Keberhasilan dan Daya Tumbuh Kecambah Persilangan antara Genotip Kacang Tunggak dengan Kacang Panjang

Tipe persilangan ♀ X ♂	JBP	JPJ	% TKP	% UV
KP5 X KTC	23	11	47,83	100,00
KP5 X KTU	25	8	32,00	100,00
KP5 X KTH	21	12	57,14	100,00
KP1 X KTC	19	3	15,79	100,00
KP1 X KTU	12	5	41,67	91,67
KP1 X KTH	12	5	41,67	85,71
KPHP X KTC	24	10	41,67	100,00
KPHP X KTU	17	7	41,18	95,65
KPHP X KTH	14	4	28,57	100,00
KTC X KP5	12	6	50,00	100,00
KTC X KP1	9	4	44,44	100,00
KTC X KPHP	10	4	40,00	100,00
KTU X KP5	15	1	6,67	100,00
KTU X KP1	11	3	27,27	80,00
KTU X KPHP	16	6	37,50	100,00
KTH X KP5	21	7	33,33	100,00
KTH X KP1	9	6	66,67	100,00
KTH X KPHP	17	7	41,18	97,14
Rata-rata				97,23%

Keterangan: JBP: Jumlah bunga yang dipolinasi; JPJ: Jumlah polong yang jadi; % TKP: Persentase tingkat keberhasilan persilangan; %UV: Persentase uji viabilitas

Salah satu faktor genetik yang mempengaruhi peluang berhasilnya hibridisasi adalah jumlah kromosom, kacang tunggak dan kacang panjang dapat disilangkan karena jumlah kromosom yang sama yaitu ($2n = 2x = 22$). Ujianto *et al.* (2012) mengatakan bahwa persilangan dimungkinkan dapat terjadi dengan memiliki jumlah kromosom yang sama, dijelaskan pula

bahwa hibridisasi antar spesies lebih baik jika sudah diketahui peta kromosomnya, sehingga dapat diperkirakan tingkat kesulitan yang dihadapi. Selain jumlah, ukuran kromosom juga perlu diketahui, ukuran kromosom yang berbeda menyebabkan gangguan metabolisme pada proses pembentukan polong dan polong gugur.

Faktor internal yang berpengaruh lainnya adalah adanya inkompabilitas yaitu ketidakcocokan kromosom dalam berpasangan yang menyebabkan gagalnya pembuahan sendiri. Polong muda yang gugur atau tidak dapat mencapai masak disebabkan oleh ketidakmampuan tanaman yang memiliki polen dan ovule normal dalam membentuk benih karena gangguan genetik dan fisiologis yang menghalangi fertilisasi yang sering disebut dengan inkompabilitas (Ujianto *et al.*, 2012).

Pada proses hibridisasi, banyak bunga yang tidak menjadi polong dikarenakan komposisi kandungan senyawa pada kepala putik untuk dapat berkecambah dan tepung sari dari tetua jantan tiap genotip berbeda sehingga pembuahan tidak terjadi dan gamet dari tetua jantan tidak bisa ditransfer ketetua betina. Seperti yang dijelaskan dalam penelitian Ujianto *et al.* (2012) bahwa pertumbuhan tabung serbuk sari merupakan suatu tanda interaksi antara substansi yang dihasilkan oleh kantung embrio dan tabung serbuk sari yang dapat mempengaruhi persentase pembuahan.

Beberapa penelitian lain juga mengatakan bahwa dengan penggunaan genotip yang berbeda maka tingkat keberhasilannya pun berbeda-beda. Ujianto *et al.* (2010) menjelaskan tentang persilangan pada kacang hijau yang telah dilakukan antar spesies dengan kacang uci dengan tujuan untuk memperbaiki daya hasil dan ketahanan kacang hijau (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) terhadap hama kumbang bubuk melalui persilangan antar spesies dengan kacang uci (*Vigna umbellata* (Thunb.). Dikatakan bahwa banyaknya benih tiap hasil keturunan berbeda-beda karena tingkat keberhasilan hibridisasinya juga berbeda-beda, dimana Tingkat keberhasilan persilangannya berkisar antara 44 % hingga 65 % .

Kosmiatin & Mariska (2005) yang juga telah berhasil melakukan persilangan kacang hijau dengan kacang hitam dengan tujuan kultur embrio dan penggandaan kromosom terhadap hasil persilangan tersebut mengatakan bahwa keberhasilan persilangan antarspesies sangat ditentukan oleh kedekatan hubungan kekerabatannya. Hubungan kekerabatan kedua tetua yang makin dekat meningkatkan keberhasilan persilangan, sebaliknya hubungan yang makin jauh memperkecil keberhasilan persilangan. Hasil penelitiannya menunjukkan persentase keberhasilan polinasi yang cukup tinggi dengan kisaran

72,5-90,0%, hal ini menunjukkan bahwa hubungan kekerabatan kacang hijau dan kacang hitam cukup dekat. Hubungan kekerabatan ini menentukan rendah tingginya untuk mendapatkan satu kombinasi gen-gen yang diharapkan dari spesies tetuanya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persilangan kacang tunggak dengan kacang panjang menunjukkan persentase keberhasilan persilangan yang cukup tinggi berkisar antara 6,67 hingga 66,67%, hal ini berarti hubungan kekerabatan keduanya dianggap cukup dekat.

Uji viabilitas pada 18 genotip hasil persilangan antara kacang tunggak dengan kacang panjang dilakukan dengan menanam setengah dari total benih yang ada dari masing-masing genotip hasil persilangan. Uji viabilitas dilakukan untuk mengetahui apakah F1 hasil persilangan dapat berkecambah dan mengetahui daya kecambah benih. Benih yang ditanam, diamati 3 hst selama 10 hst, benih tersebut dikatakan berkecambah ketika tingginya sudah mencapai 2 milimeter dan telah keluar daun. Dari jumlah benih genotip hasil persilangan yang diuji, hampir seluruhnya tumbuh, ada beberapa genotip yang tidak semua benihnya tumbuh, diantaranya adalah KP1 x KTU, KP1 x KTH, KPHP x KTU, KTU x KP1 dan KTH x KPHP (tabel 1). Persentase uji viabilitas yang diperoleh berkisar antara 80 hingga 100%. Persentase uji viabilitas terendah berada pada genotip hasil persilangan KTU x KPI yaitu 80%, sedangkan tertinggi berada pada hampir seluruh genotip terutama pada genotip hasil persilangan dengan KP5 dan KTC sebagai tetua betina yaitu 100%, kecuali beberapa genotip lainnya yang memiliki jumlah benih uji dengan benih yang tidak seluruhnya tumbuh. Berdasarkan hasil analisis yang diperoleh, dapat dilihat bahwa 97,23% benih keturunan hasil persilangan yang diuji berhasil tumbuh.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis data dapat disimpulkan bahwa terdapat 18 keturunan hasil persilangan dari genotip kacang tunggak dengan kacang panjang dengan tingkat keberhasilan persilangan yang berbeda-beda, tertinggi berada pada genotip hasil persilangan KTH x KP1 yaitu 66,67% dan terendah berada pada genotip hasil persilangan KTU x KP5 yaitu 6,67%, sementara viabilitas terendah berada pada genotip hasil persilangan KTU x KPI yaitu 80%, sedangkan tertinggi berada pada hampir seluruh genotip terutama pada genotip hasil persilangan dengan KP5 dan KTC sebagai tetua betina yaitu 100%, dapat dikatakan bahwa 97,23% benih keturunan hasil persilangan yang diuji berhasil tumbuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Hadley, H.H. and S.J. Openshaw. 1980. Interspecific and intergeneric hybridization. p. 133-159. In W.R. Fehr and H.H. Hadley (Eds). *Hybridization of Crop Plant*. ASA and SCCA, Madison, New York.
- Irfan. 1989. *Budidaya Tanaman Sayur-sayuran*. Swadaya.
- Kosmiatin M & Mariska I. 2005. Kultur embrio dan penggandaan kromosom hasil persilangan kacang hijau dan kacang hitam. *Jurnal Bioteknologi Pertanian* Vol. 10 No. 1, 2005, pp. 24-34
- Sain R.S., P. Joshi and E.V.D. Sastry. 2000. Cytogenetic analysis of interspecific hybrids in genus *Citrullus* (Cucurbitaceae). *Euphytica* 128: 205-210.
- Summerfield R.J., Pate E.H. and Wien H.C. 1985. The Physiology Of Cowpea. *Cowpea Research* p.65-101.
- Suryadi, dkk. 2003. Karakteristik dan Deskripsi Plasma Nutfah Kacang Panjang. Balai Penelitian Tanaman Sayuran : Lembang. *Buletin PlasmaNutfah* vol. 9 No. 1 th. 2003.
- Ujiyanto L, Basuki Nur, Kuswanto, Kasno Astanto. 2010. *Perbaikan Daya Hasil dan Ketahanan Kacang Hijau (Vigna radiata (L.) Wilczek) terhadap Hama Kumbang Bubuk melalui Persilangan antar Spesies dengan Kacang Uci (Vigna umbellata (Thumb.) Universitas Brawijaya, Program Pascasarjana, Malang. 2010.*
- Ujiyanto L, Idris, T. Mulyaningsih. 2007. Kajian Genetik Tentang Pewarisan sifat Jumlah Biji per Polong dan Jumlah Polong per Tanaman Kacang tunggak (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) varietas Lokal NTB. *Jurnal Penelitian Unram* Vol. 2 No. 12
- Ujiyanto L, Idris, U.M.Yakop. 2012. Kajian Heritabilitas dan Heterosis pada Persilangan antara Kacang Tunggak dengan Kacang Panjang. *Buletin Plasma Nutfah* Vol. 18 No. 1.
- Utomo J.S., Antarlina S.S. 1988. Tehnologi Pengolahan dan Produk-produk Kacang Tunggak. *Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Ubi-ubian, Malang*. Hal.