

SELEKSI FAMILI F₃ BUNCIS (*Phaseolus vulgaris* L.) POLONG KUNING DAN BERDAYA HASIL TINGGI

SELECTING FAMILY OF F₃ COMMON BEANS (*Phaseolus vulgaris* L.) ON YELLOW POD AND HIGH YIELDS

Muhamat Arif^{*)}, Damanhuri dan Sri Lestari Purnamaningsih

Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya
Jl. Veteran Malang, Jawa Timur, Indonesia

^{*)}Email: muhamatarif4@gmail.com

ABSTRAK

Seleksi ialah salah satu metode pemuliaan tanaman untuk mendapatkan tanaman terbaik dalam populasi sesuai dengan kriteria yang diinginkan. Informasi mengenai keragaman genotip dan fenotip serta heritabilitas penting diketahui sebagai langkah awal sebelum melakukan seleksi. Perhitungan kemajuan genetik harapan dilakukan sebagai upaya untuk mengetahui efektifitas seleksi yang dilakukan. Penelitian dilakukan dengan menanam 22 famili buncis polong kuning hasil penelitian sebelumnya, generasi F₂. Buncis polong kuning dapat dijadikan varietas baru di Indonesia karena sementara ini yang banyak diusahakan oleh petani ialah buncis berpolong hijau. Kandungan buncis polong kuning ialah karoten yang tinggi. Berdasarkan 22 famili yang ditanam, terdapat 14 famili yang memiliki polong kuning selanjutnya dilakukan penilaian parameter genetik. Data parameter genetik menunjukkan nilai koefisien keragaman pada rentang rendah sampai agak rendah (0-50%) dan nilai heritabilitas pada rentang sedang sampai tinggi (0,2-1). Seleksi dilakukan pada famili yang memiliki nilai heritabilitas tinggi dengan cara memilih tanaman daya hasil tinggi. Daya hasil tinggi berkisar 300-500 g per tanaman. Individu yang didapatkan yaitu CS.M 31(4), CS.M 31(24), CS.M 31(36), CS.GI 63(10), CS.GI 63(15), M.CS 11(13), M.CS 11(23), CS.GI 7(17), CS.GI 7(22), CS.GI 7(23), CS.GI 7(30), CS.GI 8(8), CS.M 11(25), CS.M 59(9) dan CS.M 59(32). Nilai kemajuan genetik harapan famili dari tanaman terseleksi tinggi (>50%) sehingga seleksi yang dilakukan efektif karena dimungkinkan mampu

memberikan peningkatan daya hasil pada generasi selanjutnya.

Kata kunci: Seleksi, Parameter Genetik, Polong Kuning, Daya Hasil Tinggi.

ABSTRACT

Selection is one of methods of plant breeding to obtain the best plants in population according by criteria. Knowledge about the diversity of genotype, phenotype and heritability is important to know as a first step before doing selection. Calculation is done of the progress of expected genetic to determine the effectiveness of the selection made. The study was conducted by cultivating 22 families of yellow pod common beans as previous research results, followed by the selection on F₂ generation. Yellow pod common beans can be new variety in Indonesia since the Indonesian farmers mostly cultivate the green pod common beans. Yellow pod common beans contains high carotene. Based on 22 families planted, there were 14 families with yellow pods then performed genetic studies. Data of genetic study present the coefficient values diversity in the range of low to moderately low (0-50%) and heritability in the range of moderate to high (0,2-1). Selection is done on families who have a high heritability value by selecting high-yield crops. High yield range of 300-500 g per plant. Crops obtained there CS.M 31(4), CS.M 31(24), CS.M 31(36), CS.GI 63(10), CS.GI 63(15), M.CS 11(13), M.CS 11(23), CS.GI 7(17), CS.GI 7(22), CS.GI 7(23), CS.GI 7(30), CS.GI 8(8), CS.M 11(25), CS.M 59(9) and CS.M 59(32). Expectation value of genetic gains of selected families of higher plants (>50%)

moreover the selection is made effective as possible are able to provide increase yield pods results in next generation.

Keywords: Selection, Genetic Parameters, Yellow Pod, High Yields.

PENDAHULUAN

Tanaman buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) ialah salah satu jenis tanaman sayur berpolong yang dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Kacang buncis tergolong dalam sayuran dengan sumber protein cukup tinggi dan murah sehingga masyarakat Indonesia dari semua golongan dapat mengkonsumsinya.

Pada tahun 2012, pemerintah Indonesia mengimpor buncis sebesar 30.909 ton untuk mencukupi kebutuhan dalam negeri (Deptan, 2012). Untuk menekan nilai impor, perlu adanya peningkatan produksi buncis dalam negeri, salah satunya dengan pemuliaan tanaman buncis. Pada penelitian ini, pemuliaan tanaman buncis dilakukan dengan menyilangkan buncis polong kuning yang didapat melalui introduksi dengan buncis polong hijau varietas lokal yang memiliki hasil tinggi.

Pada penelitian sebelumnya tentang pola pewarisan sifat warna polong pada hasil persilangan buncis varietas lokal dan introduksi (Oktarisna *et al.*, 2013) menunjukkan adanya gen tunggal dominan yang mengendalikan karakter warna polong dengan rasio 3:1 dengan peluang 50-70%.

Warna kuning pada polong disebabkan karena adanya kandungan karoten. Secara medis, karoten dapat digunakan sebagai antioksidan, menurunkan resiko kanker dan serangan jantung (Cuttriss, Mimica, Howitt dan Poson, 2006). Seleksi akan terus dilakukan hingga tanaman seragam dan didapatkan varietas unggul harapan yang siap dilepas yaitu buncis polong kuning dengan daya hasil tinggi.

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian sebelumnya, generasi F₂. Pada generasi F₃ dilakukan seleksi karena diduga adanya keragaman. Tujuan penelitian ini ialah mendapatkan

individu-individu potensial polong kuning dan berdaya hasil tinggi.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di dusun Kajang Lor, desa Mojorejo, kecamatan Junrejo, kota Batu dengan ketinggian ± 650 m di atas permukaan laut (dpl), suhu rata-rata 22 °C dan curah hujan ± 1300 mm/tahun. Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2013 sampai Maret 2014. Penelitian disusun menggunakan petak tunggal. Bahan tanam yang digunakan ialah 22 benih F₂ dan tiga varietas tetua (polong hijau) yaitu Gilik ijo, Gogo kuning, Mantili dan varietas introduksi (polong kuning) yaitu Cherokee sun. Metode seleksi yang digunakan adalah metode seleksi famili (pedigree) yaitu dengan memilih individu-individu terbaik dalam baris tanaman yang polong kuning dan berdaya hasil tinggi.

Karakter kuantitatif yang diamati yaitu umur awal berbunga, umur awal panen, panjang polong, diameter polong, bobot segar per polong, bobot polong segar per tanaman, jumlah polong per tanaman. Karakter kualitatif yang diamati yaitu tipe tumbuh dan warna polong. Data yang didapat digunakan untuk menghitung parameter genetik, meliputi nilai rerata, ragam genotip, ragam fenotip, koefisien keragaman genotip, heritabilitas dan kemajuan genetik harapan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan parameter genetik dilakukan pada 14 famili yang memiliki warna polong kuning yaitu CS.GK 50, CS.GK 72, M.CS 11, CS.M 11, CS.M 29, CS.M 31, CS.M 32, CS.M 50, CS.M 55, CS.M 59, CS.M 79, CS.GI 7, CS.GI 8 dan CS.GI 63. Perhitungan parameter genetik karakter kuantitatif pada koefisien keragaman baik fenotip maupun genotip menunjukkan kriteria rendah sampai agak rendah dengan kisaran 1-50% dari ke-14 famili.

Nilai duga heritabilitas memberikan nilai yang berbeda-beda dari setiap famili. Pada set persilangan CS dan GK, nilai duga heritabilitas tinggi yaitu diatas 0,7 pada

semua karakter kuantitatif pada famili CS.GK 50. Pada famili CS.GK 72 didapati nilai duga heritabilitas sedang pada karakter bobot polong segar per tanaman yaitu 0,35.

Pada set persilangan CS dan M, famili-famili M.CS 11, CS.M 11, CS.M 29, CS.M 59 memberikan nilai duga heritabilitas tinggi pada semua karakter kuantitatif dengan kisaran 0,5-0,99. Pada famili CS.M 31 didapati nilai duga heritabilitas sedang pada karakter diameter polong yaitu 0,48. Famili CS.M 32 memiliki nilai duga heritabilitas sedang pada karakter panjang dan diameter polong dengan nilai 0,32 dan 0,49. Famili CS.M 50 memiliki nilai duga heritabilitas sedang pada karakter panjang polong dan bobot polong segar per tanaman yaitu 0,38 dan 0,28 serta nilai duga heritabilitas rendah pada karakter diameter polong yaitu 0,19. Famili CS.M 55 memiliki nilai duga heritabilitas sedang pada karakter panjang dan diameter polong yaitu 0,5 dan 0,38. Famili CS.M 79 memiliki nilai duga heritabilitas sedang pada karakter umur awal berbunga dan diameter polong yaitu 0,49 dan 0,47. Selain karakter-karakter yang disebutkan di atas, nilai duga heritabilitas tinggi yaitu di atas 0,5.

Pada set persilangan CS dan GI nilai duga heritabilitas tinggi pada famili CS.GI 7, CS.GI 8 dan CS.GI 63 kecuali sedang pada karakter bobot segar per polong pada famili CS.GI 8 yaitu 0,36.

Keragaman pada karakter kualitatif meliputi tipe tumbuh dan warna polong. Pada persilangan GK dan CS, famili GK.CS 37, tanaman yang tumbuh tidak menghasilkan polong kuning. Polong yang tumbuh didominasi berwarna hijau sebesar 48,72%; hijau keunguan 41,03% dan ungu 10,26%. Famili CS.GK 50 mempunyai tanaman tumbuh yang berpolong kuning sebesar 50% dan berpolong hijau 50%. Pada famili CS.GK 72 tanaman tumbuh yang berpolong kuning hanya 5% sedangkan berpolong hijau 95%.

Pada persilangan M dan CS, terdapat beberapa famili berpolong kuning 100% yaitu CS.M 29, CS.M 31, CS.M 32, CS.M 59, CS.M 79 dan CS.M 113. Pada famili M.CS 11, tanaman tumbuh yang memiliki polong kuning sebesar 26,67%; hijau 60% dan ungu 13,33%. Famili CS.M 11, tanaman

tumbuh yang memiliki polong kuning sebesar 69,2%; hijau 12,82%; ungu 12,82%; hijau keunguan 5,16%. Famili CS.M 50, tanaman tumbuh yang memiliki polong kuning sebesar 95% dan polong ungu 5%. Famili CS.M 55, tanaman tumbuh yang memiliki polong kuning sebesar 97,44% dan polong hijau 2,56%.

Pada persilangan CS dan GI terdapat satu famili 100% polong kuning yaitu CS.GI 63. Terdapat pula famili lain yang memiliki 100% polong hijau yaitu CS.GI 4, CS.GI 11, CS.GI 25, CS.GI 26, CS.GI 32 dan CS.GI 40. Famili CS.GI 7, tanaman tumbuh yang memiliki polong kuning sebesar 45,45% dan hijau 54,55%. Famili CS.GI 8, tanaman tumbuh yang memiliki polong kuning sebesar 53,85% dan hijau 46,15%.

Tipe tumbuh tanaman buncis ada dua macam yaitu tipe tegak dan merambat. Sebagian besar tanaman berpolong kuning memiliki tipe tegak, dari 372 tanaman, 318 memiliki tipe tumbuh tegak dan 54 tipe merambat. Tanaman tipe merambat terdapat pada famili M.CS 11, dari 8 tanaman yang berpolong kuning, 5 diantaranya bertipe tumbuh merambat. Famili CS.GI 7, dari 15 tanaman berpolong kuning, 11 diantaranya bertipe tumbuh merambat. Pada famili CS.GI 8, dari 14 tanaman berpolong kuning, 12 diantaranya bertipe tumbuh merambat. Famili-famili yang memiliki 100% tipe tumbuh tegak yaitu CS.GK 50, CS.GK 72, CS.M 11, CS.M 29, CS.M 31, CS.M 32, CS.M 50, CS.M 55, CS.M 59, CS.M 113 kecuali CS.GI 63.

Seleksi dilakukan dengan cara memilih individu-individu yang memiliki polong kuning dan bobot polong segar per tanaman yang melebihi tetua lokal terbaik yaitu Gilik ijo yang memiliki bobot polong segar 368,13 g per tanaman.

Hasil seleksi yaitu CS.M 31(4), CS.M 31(24), CS.M 31(36), CS.GI 63(10), CS.GI 63(15), M.CS 11(13), M.CS 11(23), CS.GI 7(17), CS.GI 7(22), CS.GI 7(23), CS.GI 7(30), CS.GI 8(8), CS.M 11(25), CS.M 59(9) dan CS.M 59(32).

Berdasarkan jumlah tanaman terseleksi, dapat diketahui persentase tanaman terseleksi dari famili tersebut. Nilai persentase seleksi digunakan untuk mencari intensitas seleksi yang selanjutnya

digunakan pada perhitungan kemajuan genetik harapan dari tanaman terseleksi. Nilai kemajuan genetik dari seleksi yang dilakukan tinggi dengan kisaran 50-85%.

Seleksi ialah kegiatan memilih tanaman yang diinginkan di dalam populasi (Pratanto, 2002). Sebelum melakukan seleksi, kajian genetik perlu dilakukan sebagai langkah awal. Pada penelitian ini, seleksi dilakukan untuk mendapatkan tanaman polong kuning dan berdaya hasil tinggi. Daya hasil diketahui dari nilai bobot polong segar per tanaman. Kajian genetik meliputi penilaian keragaman dan heritabilitas pada populasi (Syukur et al., 2012). Setelah didapatkan tanaman terseleksi, dilakukan penilaian kemajuan genetik harapan untuk mengetahui efektifitas seleksi.

Berdasarkan data diketahui bahwa keragaman genotip F₃ tergolong dalam kriteria rendah terdapat pada karakter umur berbunga, umur awal panen polong segar, panjang polong, diameter polong dan bobot segar per polong dari semua famili. Hal ini dapat dikatakan bahwa tanaman telah seragam dalam setiap familinya untuk karakter-karakter di atas secara genetik.

Terdapat beberapa famili yang memiliki nilai keragaman genotip agak rendah untuk karakter jumlah polong per tanaman dan bobot polong segar per tanaman yaitu CS.GK 50, CS.M 11, CS.M 31, CS.M 59, CS.GI 7 dan CS.GI 63. Dapat dikatakan bahwa nilai keragaman genotip semua karakter pada semua famili termasuk kategori rendah sampai agak rendah. Menurut Murdaningsih (1990, dalam Herawati, Purwoko dan Dewi, 2009), bahwa kriteria koefisien keragaman genotip rendah dan agak rendah sebagai sifat dengan keragaman yang sempit. Penampilan tanaman yang dimunculkan dalam populasi memiliki keseragaman yang tinggi dengan syarat tidak ada faktor lingkungan yang mempengaruhinya. Keragaman fenotip F₃ memiliki nilai pada rentang rendah sampai agak rendah. Karakter umur berbunga, umur awal panen polong segar, panjang polong, diameter polong dan bobot segar per polong dari semua famili menunjukkan nilai keragaman fenotip yang rendah. Terdapat beberapa famili yang memiliki nilai

keragaman fenotip agak rendah untuk karakter jumlah polong per tanaman dan bobot polong segar per tanaman yaitu CS.GK 50, CS.GK 72, CS.M 11, CS.M 29, CS.M 31, CS.M 32, CS.M 59, CS.M 79, CS.GI 7, CS.GI 8 dan CS.GI 63. Hal ini menunjukkan bahwa penampilan tanaman hampir seragam pada masing-masing karakter dalam setiap familinya. Menurut Suwardi, Poerwoko dan Basuki (2002), bahwa tinggi rendahnya keragaman fenotip menggambarkan penampilan tanaman di lapangan. Pada tingkat keragaman yang rendah, seleksi yang dilakukan tidak efektif (Soeprapto, Narimah dan Kairudin, 2007).

Keragaman masih terjadi pada karakter warna polong dan tipe tumbuh pada beberapa famili. Keragaman ini menunjukkan bahwa segregasi masih terjadi pada generasi F₃ pada karakter kualitatif. Seleksi perlu dilakukan pada famili-famili tersebut yaitu dengan memilih warna polong kuning. Terdapat tujuh famili yang berpolong kuning 100% pada penelitian ini yaitu CS.M 29, CS.M 31, CS.M 32, CS.M 59, CS.M 79 dan CS.GI 63. Dapat dikatakan bahwa famili-famili tersebut telah homogen pada karakter warna polong. Menurut Syukur et al. (2012) bahwa penampilan warna polong dikendalikan oleh sedikit gen dan sedikit sekali dipengaruhi oleh lingkungan. Karakter kualitatif terwariskan secara diskrit pada keturunannya sehingga karakter yang telah homogen pada generasi ini maka terwariskan homogen pula generasi selanjutnya.

Keragaman tipe tumbuh masih ditemukan dalam baris tanaman dalam satu famili. Keragaman ini diakibatkan segregasi tanaman masih terjadi pada generasi ini. Terdapat dua tipe tumbuh yang ditemukan yaitu tipe tegak dan merambat. Seperti halnya warna polong, tipe tumbuh termasuk dalam sifat kualitatif tanaman. Sifat ini juga dikendalikan oleh sedikit gen dan sangat kecil sekali pengaruh lingkungan. Tipe tumbuh tanaman tidak dijadikan bahan seleksi karena fokus penelitian ini terbatas pada warna polong dan daya hasil. Keragaman tipe tumbuh tanaman akan menambah koleksi tanaman buncis yang ada yaitu buncis polong kuning tipe tumbuh

tegak dan buncis polong kuning tipe tumbuh merambat, dimana keduanya memiliki daya hasil tinggi.

Analisis heritabilitas penting dilakukan untuk mengetahui seberapa besar peran gen dalam memberikan penampilan (Syukur et al., 2012). Berdasarkan data didapatkan nilai heritabilitas tinggi pada semua famili pada karakter bobot polong segar per tanaman. Syukur et al. (2012) menyatakan bahwa nilai heritabilitas suatu karakter tinggi menunjukkan bahwa dalam memberikan penampilan tanaman, faktor genetik lebih berperan dari pada faktor lingkungan. Heritabilitas sangat berperan dalam menentukan bahan seleksi (Aryana, 2007). Seleksi yang dilakukan akan berlangsung efektif pada karakter yang memiliki heritabilitas tinggi (Pinaria, Setiamihardja dan Darajat, 1995).

Alur seleksi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan penilaian heritabilitas pada karakter bobot polong segar per tanaman pada semua famili. Berdasarkan data yang diperoleh bahwa nilai heritabilitas tinggi pada semua famili. Seleksi daya hasil dilakukan pada semua famili dengan cara memilih individu-individu di dalam famili yang memiliki daya hasil yang melebihi tetua lokal terbaik yaitu Gilik ijo dengan bobot polong segar 368,13 g per tanaman. Individu-individu yang didapatkan yaitu CS.M 31(4), CS.M 31(24), CS.M 31(36), CS.GI 63(10), CS.GI 63(15), M.CS 11(13), M.CS 11(23), CS.GI 7(17), CS.GI 7(22), CS.GI 7(23), CS.GI 7(30), CS.GI 8(8), CS.M 11(25), CS.M 59(9) dan CS.M 59(32).

Individu-individu CS.M 31(4), CS.M 31(24), CS.M 31(36), CS.M 59(9), CS.M 59(32), CS.GI 63(10) dan CS.GI 63(15) merupakan individu yang didapatkan dari famili-famili yang telah homogen polong kuning. Karakter warna polong ini terwariskan pada individu-individu tersebut sehingga penanaman pada penelitian selanjutnya akan menampilkan warna polong yang homogen. Famili-famili yang telah homogen pada salah satu karakter fokus seleksi diharapkan akan lebih cepat untuk dilakukan pengujian pendahuluan, mengingat salah satu target seleksi telah didapatkan. Fokus seleksi hanya dilakukan

pada karakter lain yang ingin dicapai yaitu daya hasil. Pada individu-individu M.CS 11(13), M.CS 11(23), CS.GI 7(17), CS.GI 7(22), CS.GI 7(23), CS.GI 7(30), CS.GI 8(8), CS.M 11(25) kemungkinan terjadinya segregasi masih ada karena individu-individu tersebut didapatkan dari famili-famili yang belum seragam polong kuning sehingga seleksi masih dilakukan.

Perkiraan kemajuan genetik akibat seleksi akan sangat tergantung dari nilai heritabilitas, simpangan baku fenotip populasi yang diseleksi dan intensitas seleksi yang digunakan. Nilai heritabilitas tinggi akan diperoleh nilai kemajuan genetik yang semakin baik. Nilai heritabilitas tinggi yang diikuti oleh respon seleksi yang tinggi merupakan hasil kerja gen aditif. Suatu sifat yang memiliki nilai heritabilitas tinggi diikuti oleh respon seleksi rendah diduga disebabkan bukan gen aditif (Syukur et al., 2012). Seleksi efektif apabila kemajuan genetik tinggi ditunjang dengan salah satu nilai variabilitas genetik dan atau heritabilitas yang tinggi (Moedjiono et al., 1994). Tingginya nilai kemajuan genetik dalam suatu karakter mengindikasikan bahwa penampilan karakter tersebut didukung oleh faktor genetik, sehingga dapat melengkapi kemajuan seleksi (Satoto dan Suprihatno, 1996 dalam Martono, 2004).

Individu-individu yang lolos seleksi dikelompokkan ke dalam keluarganya masing-masing agar dapat diketahui nilai persentase tanaman yang terseleksi. Nilai persentase tanaman yang terseleksi digunakan untuk menentukan besarnya nilai intensitas seleksi yang selanjutnya dilakukan perhitungan kemajuan genetik harapan. Kemajuan genetik akan memberikan informasi peningkatan rata-rata daya hasil untuk generasi selanjutnya.

Berdasarkan perhitungan nilai kemajuan genetik harapan (KGH), didapatkan nilai KGH yang tinggi untuk masing-masing famili dari individu terseleksi. Nilai KGH memberikan gambaran bahwa kemajuan genetik pada karakter fokus seleksi yaitu bobot polong segar per tanaman, akan meningkat sesuai dengan nilai KGH yang didapat. Menurut Syukur et al. (2012), jika ditinjau dari

kemajuan jangka pendek menunjukkan bahwa nilai KGH yang tinggi sebagai akibat dari perubahan yang besar pada frekuensi gen mayor karena generasi ini tergolong dalam generasi permulaan. Seleksi pada generasi awal mampu menghasilkan respon tinggi pada nilai KGH. Apabila dilakukan seleksi pada generasi selanjutnya maka ragam populasi menjadi semakin kecil sehingga kemajuan seleksi menjadi lambat yang mengakibatkan nilai KGH relatif menjadi lebih rendah.

KESIMPULAN

Individu-individu potensial polong kuning dan berdaya hasil tinggi hasil seleksi antara lain CS.M 31(4), CS.M 31(24), CS.M 31(36), CS.GI 63(10), CS.GI 63(15), M.CS 11(13), M.CS 11(23), CS.GI 7(17), CS.GI 7(22), CS.GI 7(23), CS.GI 7(30), CS.GI 8(8), CS.M 11(25), CS.M 59(9) dan CS.M 59(32).

DAFTAR PUSTAKA

- Aryana, M. 2007.** Uji Keseragaman, Heritabilitas dan Kemajuan Genetik Galur Padi Beras Merah Hasil Seleksi Silang Balik di Lingkungan Gogo. *J. Argon.* 12-20.
- Cuttriss, A.J., J.L. Mimica, C.A. Howitt and B.J. Pogson. 2006.** Carotenoids. In R. R. Wise and J. K. Hooper (eds), *The Structure and Function of Plastids. Journal Compilation.* 315-334.
- Departemen Pertanian. 2012.** Volume Ekspor dan Impor Sayuran Tahun 2012(Online). [http://hortikultura.deptan.go.id/index.php?option=com_content&view=article&id=337:volume-impor-a-ekspor-](http://hortikultura.deptan.go.id/index.php?option=com_content&view=article&id=337:volume-impor-a-ekspor-sayuran-th2012&catid=57: ekspor-impor&Itemid=686) sayuran-th2012&catid=57: ekspor-impor&Itemid=686. Diakses pada 4 Desember 2013.
- Herawati, R., B.S. Purwoko dan I.S. Dewi. 2009.** Keragaman Genetik dan Karakter Agronomi Galur Haploid Ganda Padi Gogo dengan Sifat-Sifat Tipe Terbaru Hasil Kultur Antera. *J. Argon.* 37(2): 87-89.
- Satoto dan B. Suprihatno. 1996.** Keragaman Genetik, Heritabilitas, dan Kemajuan Genetik Beberapa Sifat Kuantitatif Galur-galur Padi Sawah. *J. Argon.* 15 (1): 5-9.
- Oktarisna, F.A., A. Soegianto dan A.N. Sugiharto. 2013.** Pola Pewarisan Sifat Warna Polong pada Hasil Persilangan Tanaman Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) Varietas Introduksi dengan Varietas Lokal. *J. Argon.* 1(2): 81-89.
- Pinaria, A.A.B., R. Setiamihardja dan A.A. Darajat. 1995.** Variabilitas Genetik dan Heritabilitas Karakter-Karakter Biomasa 53 Genotipe Kedelai. *Zuriat.* 6(2): 88-92.
- Pratanto. 2002.** Pemuliaan dan Genetika 2. Kanisius. Yogyakarta.
- Soeprapto, Narimah dan M.D. Kairudin. 2007.** Variasi Genetik, Heritabilitas, Tindak Gen dan Kemajuan Genetik Kedelai (*Glycine max* Merrill) pada Tanah Ultisol. *J. Argon.* 9(2): 183-190
- Suwardi, S., Poerwoko dan N. Basuki. 2000.** Implikasi Keragaman Genetik, Korelasi Fenotipik dan Genotipik untuk Perbaikan Hasil Sejumlah Galur Kedelai (*Glycine max* L.). *J. Argon.* 130-149.
- Syukur, M., S. Sujiprihati dan R. Yuniarti. 2012.** Teknik Pemuliaan Tanaman. Penebar Swadaya. Jakarta. hlm 6-7, 65-67, 111-113, 123-125.