

VARIABILITAS GENETIK DAN HERITABILITAS 12 GENOTIPE KEDELAI

Fitriyah Albugis, J. Polii-Mandang, A. Pinaria dan B. Doodoh

Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian UNSRAT Manado, 95115

ABSTRACT

Albugis, F. et. al. 2008. Genetic Variability and Heritability of the 12 Genotypes Soybean. *Eugenia* 14 (2) : 121 – 128

The study was conducted to identify genetic variability and heritability of the 12 genotype characters of soybean. Experiment had been carried out from March to June 2003 at the Research Station of Coconut Research Center (BALITKA) at Kima Atas, Mapanget, North Sulawesi employing the Randomized Completely Block Design. There were 10 line of soybeans to be used as treatments, namely GH.7, P.387, P.396, I.235, I.209, M.220, M.345, H.209, H.218, No.13D, as well as 2 soybean varieties, namely Meratus and Willis. Determination of genetic variance coefficient of a character had been performed using the genetic variance and standard deviation of the genetic variance of the character. Heritability value was calculated employing broad sense method. The observed characters were harvest age, number of productive tiller, number of empty pod for each plant, number filled pod for each plant, number of seed for each plant, biomass for each plant, dried seed mass for each plant, 100 seed mass for each plant, harvest index, and seed partition index. The result revealed that the observed characters such as harvest age, number of productive tiller, number of filled pod for each plant, number of seed for each plant, dried seed mass for each plant, 100 seed mass for each plant, and harvest index were categorized as high. Besides, the number of empty pod for each plant, biomass for each plant, and seed partition index had narrow genetic variability and moderate heritability value.

Key words : variability, heritability, genotipe

PENDAHULUAN

Kedelai merupakan komoditi pertanian yang sangat penting, karena memiliki multiguna, baik untuk dikonsumsi langsung maupun sebagai bahan agroindustri seperti tempe, tahu, tauco, kecap, susu kedelai dan untuk keperluan industri pakan ternak. Kebutuhan kedelai di Indonesia terus meningkat tiap tahunnya seiring dengan perkembangan dan peningkatan kesejahteraan

masyarakat yang berminat pada makanan berprotein nabati, rendah kolesterol ini.

Menurut Simatupang, *dkk.* dalam Sudaryanto (1996), total permintaan kedelai diperkirakan terus meningkat dari 3 juta ton tahun 2000 menjadi 3,4 juta ton pada tahun 2005 dan 3,9 juta ton pada tahun 2010, sementara itu data dari Badan Pusat Statistik menyebutkan produksi kedelai pada tahun 2000 sebesar 1,018 juta ton (Anonim 2001). Jumlah ini diperkirakan meningkat menjadi 2,27 juta ton pada tahun 2005 dan 2,6 juta ton pada tahun

2010. Walaupun perkembangan produksi kedelai di Indonesia dari tahun ke tahun menunjukkan peningkatan, namun dari segi produktivitasnya masih dinilai rendah, yaitu 1,1 ton/ha, nilai ini masih jauh di bawah rata-rata produktivitas dunia yaitu sekitar 1,9 ton/ha (Adisarwanto dan Wudianto 1999).

Produktivitas yang rendah ini disebabkan berbagai masalah, antara lain petani masih banyak menanam varietas kedelai lokal yang tingkat produktivitasnya rendah, adanya serangan hama penyakit tanaman dan kekeringan. Untuk mengatasi masalah ini, upaya yang dapat dilakukan adalah dengan penggunaan varietas unggul yang memiliki umur pendek/ genjah serta berdaya hasil tinggi dan tahan terhadap hama dan penyakit.

Pembentukan varietas unggul dapat ditempuh dengan meningkatkan variabilitas genetik melalui tahapan kegiatan introduksi, seleksi, hibridisasi dan seleksi setelah hibridisasi. Kegiatan introduksi tanaman merupakan upaya pengembangan plasma nutfah baru yang memiliki arti penting dalam menciptakan variabilitas genetik. Variabilitas ini akan menjadi sumber yang sangat penting dalam perbaikan sifat pada varietas yang telah ada. Varietas atau klon introduksi perlu diuji adaptabilitasnya pada suatu lingkungan untuk mendapatkan genotipe unggul pada lingkungan tersebut. Respon genotipe terhadap faktor lingkungan ini biasanya terlihat dalam penampilan fenotipik dari tanaman yang bersangkutan (Darliah, *dkk.* 2001).

Penampilan fenotipik suatu karakter adalah ekspresi yang dipengaruhi oleh genetik, lingkungan dan interaksi diantara keduanya. Ekspresi tersebut akan sempurna jika terdapat pada kondisi lingkungan yang optimal (Cardenas dan Frey *dalam* Darliah 2001) Dalam mempelajari penampilan suatu karakter, diperlukan parameter genetik seperti variabilitas genetik dan heritabilitas.

Novarianto (1994) mengemukakan bahwa variabilitas genetik sangat penting untuk kegiatan seleksi. Oleh karena itu, sebelum melakukan seleksi harus mengetahui terlebih dahulu variabilitas genetik. Apabila dalam suatu populasi terdapat variabilitas genetik maka akan ada kemajuan genetik apabila dilakukan seleksi di dalam populasi tersebut.

Variabilitas genetik itu dapat diperoleh lewat kegiatan introduksi varietas baru, persilangan dan mutasi. Makin besar variasi genetik makin besar peluang dan mudah untuk memilih apa yang dikehendaki oleh pemulia tanaman.

Keberhasilan suatu program pemuliaan tanaman sangat bergantung pada variasi genetik yang diturunkan. Variasi dapat berupa : variasi fenotip, variasi genotip dan variasi lingkungan.

Evaluasi variasi genetik akan memberikan kemungkinan didapatkannya perbaikan-perbaikan sifat di samping juga diperoleh keleluasaan dalam pemilihan suatu genotip unggul. Adanya variasi genetik yang berarti terdapatnya perbedaan nilai genetik individu-individu suatu populasi, merupakan syarat agar suatu seleksi terhadap populasi tersebut berhasil seperti yang diharapkan.

Variabilitas genetik menggambarkan peluang untuk perbaikan sifat. Semakin luas variabilitas genetik maka peluang untuk mendapatkan varietas unggul semakin besar (Darliah, *dkk.* 2001). Tetapi dengan melihat variabilitas genetik saja sangat sulit untuk mempelajari suatu karakter. Untuk itu diperlukan pendugaan nilai heritabilitas (Wicaksana 2001)

Pewarisan suatu karakter/sifat dapat ditentukan melalui nilai heritabilitas. Nilai heritabilitas yang diperoleh tersebut akan menentukan karakter-karakter yang terdapat pada suatu individu tanaman dipengaruhi oleh faktor genetik sehingga mudah diwariskan

ataukah dipengaruhi oleh faktor lingkungan tumbuh.

Karakter tanaman dikendalikan oleh gen dalam sel tanaman itu sendiri. Karakter tanaman yang tampak dan dapat diamati secara visual disebut dengan fenotip. Sifat fenotip suatu organisme ditentukan oleh sifat genotipnya. Akan tetapi hal tersebut tidak selalu demikian. Beberapa hasil pengamatan memperlihatkan bahwa banyak sifat genetik suatu organisme dapat dipengaruhi oleh lingkungan sekitarnya sehingga memunculkan suatu fenotip yang lain atau bervariasi.

Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa fenotip itu sendiri merupakan pengaruh interaksi antara faktor genetik dan lingkungan. Untuk menghitung seberapa besar pengaruh genetik dan faktor lingkungan terhadap variasi fenotip digunakan konsep heritabilitas (Brewbaker 1964).

Menurut Nasir (2001) heritabilitas adalah proporsi besaran variasi genetik terhadap besaran variasi fenotip untuk suatu karakter tertentu. Menurut Poehlman *et al.* (1969) ada 3 cara pendugaan heritabilitas, yaitu : 1) pendugaan heritabilitas berdasarkan analisis komponen varians; 2) pendugaan heritabilitas melalui analisis regresi, dan 3) pendugaan heritabilitas berdasarkan respon seleksi. Ada dua bentuk heritabilitas yang lazim dikenal dalam pemuliaan tanaman yaitu heritabilitas dalam arti luas dan heritabilitas dalam arti sempit (Fehr 1987).

Heritabilitas dalam arti luas merupakan perbandingan dari total varians genetik (σ^2_g) terhadap varians fenotip (σ^2_p) yang dihitung dalam persentase (%), dan dirumuskan sebagai berikut :

$$H = \frac{\sigma^2_g}{\sigma^2_p}$$

Heritabilitas dalam arti sempit merupakan perbandingan antara varians genetik aditif (σ^2_a) terhadap varians fenotip yang dihitung dalam persentase (%), dan dirumuskan sebagai berikut :

$$h = \frac{\sigma^2_a}{\sigma^2_p}$$

Nilai heritabilitas dapat digolongkan atas: 1) rendah; 2) sedang dan 3) tinggi. Heritabilitas dikatakan rendah bila nilainya kurang dari 20 %, dan sedang bila nilainya antara 20 hingga 50 % serta tinggi bila nilainya lebih dari 50 % (Stansfield 1991). Heritabilitas tinggi menunjukkan bahwa varians genetik besar dan varians lingkungan kecil. Sebaliknya bila nilai heritabilitas rendah menunjukkan bahwa varians lingkungan besar dan varians genetik kecil (Crowder 1981).

Heritabilitas digunakan sebagai langkah awal pada pekerjaan seleksi terhadap populasi. Karakter dengan heritabilitas tinggi memungkinkan dilakukan seleksi, sebaliknya dengan heritabilitas rendah tidak akan banyak berarti pekerjaan seleksi tersebut, karena seleksi dari tanaman untuk hasil tidak akan efektif apabila varians lingkungannya sangat besar sehingga akan menutupi varians genetik. Dengan kata lain, heritabilitas menentukan keefisienan seleksi.

Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian untuk mengetahui variabilitas genetik dan heritabilitas ke-12 genotip kedelai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variabilitas genetik dan heritabilitas ke-12 genotip kedelai. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi bagi para pemulia tanaman mengenai variabilitas genetik dan heritabilitas ke-12 genotip kedelai.

Hipotesis

1. Diduga terdapat variasi genetik yang luas di antara ke-12 genotip kedelai yang diuji
2. Diduga terdapat nilai heritabilitas yang tinggi di antara ke-12 genotip kedelai yang diuji.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Balai Penelitian Kelapa (BALITKA) Kima Atas Kecamatan Mapanget. Penelitian dilaksanakan selama 4 bulan mulai dari bulan Maret 2003 sampai Juni 2003.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah cangkul, skop, tali, meteran/mistar, timbangan, ember, sprayer, label dan alat tulis menulis.

Bahan-bahan yang digunakan adalah 10 galur kedelai umur sedang koleksi BATAN (GH. 7, P. 387, P. 396, I. 235, I. 209, M. 220, M. 345, H. 209, H. 218 dan 13-D), 2 varietas yaitu Willis dan Meratus, pupuk dasar (urea, TSP, KCl) dan pestisida.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 12 perlakuan dengan ulangan sebanyak 4 kali. Kedua belas perlakuan yang digunakan adalah :

- G1 = Galur GH.7
- G2 = Galur P.387
- G3 = Galur P.396
- G4 = Galur I.235
- G5 = Galur I.209
- G6 = Galur M.220
- G7 = Galur M.345
- G8 = Galur H.209

- G9 = Galur H.218
- G10 = Galur No.13D
- G11 = Varietas Meratus
- G12 = Varietas Willis

Variabel Pengamatan

1. Umur panen (hari)
2. Jumlah cabang produktif/tanaman
3. Jumlah polong hampa/tanaman
4. Jumlah polong berisi/tanaman
5. Jumlah biji/tanaman
6. Bobot brangkasan kering/tanaman (g)
7. Bobot biji kering/tanaman (g)
8. Bobot 100 biji/tanaman (g)
9. Indeks panen, merupakan perbandingan antara bobot biji/tanaman dengan bobot brangkasan kering/ tanaman
10. Indeks partisi biji, merupakan perbandingan antara bobot biji/tanaman dengan selisih antara bobot brangkasan kering/tanaman dan bobot biji kering/tanaman

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis varians dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) 5 %. Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan varians genetik dan heritabilitas.

Varians Genetik

Untuk menentukan kriteria luas sempitnya variasi genetik suatu karakter dilakukan berdasarkan varians genetik dan standar deviasi varians genetik dari karakter tersebut.

Varians genetik diduga dengan menggunakan analisis komponen varians berdasarkan Steel dan Torrie (1980). Varians genetik dan varians fenotip dapat dihitung berdasarkan :

$$\sigma^2_g = (M_2 - M_3) \div r$$
$$\sigma^2_p = (\sigma^2_g + M_3)$$

σ_g^2 adalah varians genetik
 σ_p^2 adalah varians fenotip
 M_2 adalah kuadrat tengah perlakuan (KTP)
 M_3 adalah kuadrat tengah error (KTe)
 r adalah ulangan

Standar deviasi varians genetik di-duga dengan rumus sebagai berikut (Anderson dan Bancroft dalam Pinaria, dkk. 1995) :

$$\sigma_{\sigma^2g} = \sqrt{\frac{2}{r^2} \left\{ \frac{M_2^2}{g+1} + \frac{M_3^2}{gr-g-r+3} \right\}}$$

dimana :

σ_{σ^2g} adalah standar deviasi varians genetik
 g adalah banyaknya genotip/perlakuan

Untuk menentukan nilai luas sempitnya variasi genetik suatu karakter mengikuti apa yang dikemukakan oleh Pinaria, dkk (1995) yaitu berdasarkan varians genetik (σ_g^2) dan standar deviasi varians genetik (σ_{σ^2g}) dari karakter tersebut. Suatu karakter diklasifikasikan luas apabila $\sigma_g^2 > 2 \sigma_{\sigma^2g}$ dan sempit apabila sebaliknya.

Heritabilitas

Heritabilitas diduga dengan menggunakan analisis komponen varians dan dihitung berdasarkan metode *broad sense* (arti luas) menurut Allard (1960), sebagai berikut :

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_p^2}$$

Penentuan kriteria nilai heritabilitas seperti yang dikemukakan oleh Stansfield (1991); yaitu : tinggi bila nilainya > 50 %, sedang bila nilainya antara 20 hingga 50% dan rendah bila nilainya < 20 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Variabilitas Genetik

Kriteria luas sempitnya variabilitas genetik dari setiap karakter yang diamati disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabilitas Genetik Beberapa Karakter Kedelai yang Diamati (*Genetic Variability of Soybean Characters*)

Karakter Pengamatan	σ_g^2	σ_{σ^2g}	$2 \sigma_{\sigma^2g}$	Kriteria
Umur panen	2,834	1,30	2,60	Luas
Jumlah cabang produktif/tanaman	0,624	0,28	0,56	Luas
Jumlah polong hampa/tanaman	0,013	0,0084	0,0168	Sempit
Jumlah polong berisi/tanaman	204,839	92,23	184,46	Luas
Jumlah biji/tanaman	1254,183	536,73	1073,46	Luas
Bobot brangkas kering/ tanaman	20,406	10,24	20,48	Sempit
Bobot biji kering/tanaman	8,588	4,13	8,26	Luas
Bobot 100 biji/tanaman	2,648	1,29	2,58	Luas
Indeks panen	0,00057	0,0005	0,00055	Luas
Indeks partisi biji	0,012	0,0065	0,013	Sempit

Berdasarkan tabel 1 terlihat bahwa tujuh dari sepuluh karakter yang diamati mempunyai variabilitas genetik yang luas yang menunjukkan bahwa seleksi terhadap karakter-karakter tersebut akan berlangsung efektif. Ke tujuh karakter tersebut adalah umur panen, jumlah cabang produktif/tanaman, jumlah polong berisi/ tanaman, jumlah biji/tanaman, bobot biji kering/tanaman, bobot 100 biji/tanaman, dan indeks panen. Menurut Awuy (1997) apabila diadakan seleksi perbaikan sifat terhadap karakter-karakter yang mempunyai variabilitas genetik luas tersebut, maka diharapkan akan diperoleh kemajuan genetik pada generasi selanjutnya.

Variabilitas genetik yang luas sangat penting dalam seleksi sesuai dengan pernyataan Hallauer *dalam* Wicaksana (2001) bahwa keefektifan seleksi akan bergantung kepada adanya variabilitas genetik. Menurut Darliah (2001) karakter yang memiliki variabilitas genetik yang luas akan memberikan peluang yang besar dalam melakukan seleksi untuk memperoleh genotip unggul.

Variabilitas genetik yang sempit ditemukan pada karakter-karakter seperti

jumlah polong hama/tanaman, bobot brangkasan kering/tanaman dan indeks partisi biji. Adanya variabilitas genetik yang sempit ini diduga disebabkan karena hubungan kekerabatan antara tetua dari ke-12 genotip kedelai yang diuji untuk ke-13 karakter tersebut masih dekat. Hal ini menunjukkan bahwa usaha perbaikan sifat melalui seleksi terhadap karakter-karakter ini kurang dapat diharapkan.

Heritabilitas

Heritabilitas merupakan perbandingan faktor genetik dan lingkungan. Nilai heritabilitas yang tinggi akan menunjukkan program pemuliaan untuk perbaikan karakter tertentu akan memperoleh kemajuan genetik besar atau kecil.

Menurut Stansfield (1991), karakter tanaman dikategorikan mempunyai heritabilitas yang tinggi, sedang dan rendah apabila nilainya berturut-turut $50\% < H < 100\%$, $20\% < H < 50\%$, dan $0 < H < 20\%$. Varians fenotipik, varians genetik, varians lingkungan, dan heritabilitas dari karakter-karakter yang diamati dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Varians Genetik, Fenotipik, Lingkungan, dan Heritabilitas Karakter-karakter Kedelai (*Table 2. Genetic Varians, Phenotific, Environment and Heritability of Soybean Characters*)

Karakter Pengamatan	σ^2_g	σ^2_p	σ^2_e	H (%)	Kriteria
Umur panen	2,834	4,738	1,904	59,81	Tinggi
Jumlah cabang produktif/tanaman	0,624	1,049	0,425	59,48	Tinggi
Jumlah polong hampa/tanaman	0,013	0,046	0,033	28,26	Sedang
Jumlah polong berisi/tanaman	204,839	323,354	118,515	63,34	Tinggi
Jumlah biji/tanaman	1254,183	1704,236	450,053	73,59	Tinggi
Bobot brangkasan kering/tanaman	20,406	42,43	22,024	48,09	Sedang
Bobot biji kering/tanaman	8,588	16,153	7,565	53,16	Tinggi
Bobot 100 biji/tanaman	2,648	5,215	2,567	50,77	Tinggi
Indeks panen	0,00057	0,0011	0,0005	51,82	Tinggi
Indeks partisi biji	0,012	0,028	0,016	42,86	Sedang

Pada Tabel 2 terlihat bahwa nilai heritabilitas untuk semua karakter yang diamati tergolong sedang sampai tinggi berkisar antara 28,26 % - 73,59 %. Adapun karakter-karakter yang memiliki nilai heritabilitas tinggi tersebut, yaitu umur panen, jumlah cabang produktif/tanaman, jumlah polong berisi/tanaman, jumlah biji/ tanaman, bobot biji kering/tanaman, bobot 100 biji/tanaman, dan indeks panen. Hal ini menggambarkan bahwa seleksi terhadap karakter-karakter tersebut dapat dimulai pada generasi awal karena akan diwariskan secara kuat pada generasi selanjutnya.

Menurut Dudley dan Moll *dalam* Darliah (2001), nilai heritabilitas yang tinggi memberikan arti bahwa penampilan karakter terutama disebabkan oleh faktor genetik. Tingginya heritabilitas ke-7 karakter tersebut disebabkan lebih besarnya nilai varians genetik dibandingkan varians lingkungan. Hal ini berarti penampilan karakter-karakter tersebut lebih ditentukan oleh genetik dibandingkan dengan lingkungan. Selain itu, ke-7 karakter yang memiliki nilai heritabilitas tinggi ini juga memiliki variabilitas genetik yang luas, sehingga seleksi pada populasi ini akan efisien dan efektif.

Nilai heritabilitas yang sedang terdapat pada 3 karakter lainnya, yaitu karakter jumlah polong hampa/tanaman, bobot brangkas kering/tanaman dan indeks partisi biji, dimana disebabkan oleh lebih besarnya nilai varians lingkungan dibandingkan varians genetik. Hal ini berarti bahwa penampilannya lebih dipengaruhi faktor lingkungan dibandingkan dengan faktor genetiknya. Karakter-karakter ini selain memiliki nilai heritabilitas sedang juga memiliki variabilitas genetik yang sempit, sehingga seleksi pada karakter ini kurang efektif.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Karakter-karakter seperti umur panen, jumlah cabang produktif/tanaman, jumlah polong berisi/tanaman, jumlah biji /tanaman, bobot biji kering/tanaman, bobot 100 biji/tanaman dan indeks panen memiliki variabilitas genetik luas, oleh sebab itu apabila dilakukan seleksi perbaikan sifat terhadap karakter-karakter tersebut akan diperoleh genotipe unggul.
2. Karakter-karakter seperti umur panen, jumlah cabang produktif/tanaman, jumlah polong berisi/tanaman, jumlah biji / tanaman, bobot biji kering/tanaman, bobot 100 biji/ tanaman dan indeks panen memiliki heritabilitas tinggi, sehingga seleksi terhadap karakter-karakter ini dapat dimulai pada generasi awal karena dapat diwariskan pa-da generasi selanjutnya.

Saran

Dengan melihat hal-hal di atas, maka perlu diadakan penelitian serupa pada lokasi atau lingkungan yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto, Y. dan R. Wudianto. 1999. Meningkatkan Hasil Panen Kedelai di Lahan Sawah-Kering-Pasang Surut. Penebar Swadaya. Jakarta. 84 hal.
- Anonim. 2001. Statistik Indonesia. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Awuy, E. 1997. Variasi Genetik dan Daya Waris Beberapa Karakter Kuantitatif Padi di Sela Tanaman Kelapa. *Eugenia* 3 (2) : 69-73.
- Brewbaker, J.L. 1964. Agricultural Genetics. *Terjemahan* Iman Santoso (1983).

- Genetika Pertanian. Gede Jaya. Jogjakarta. 142 hal.
- Crowder, L.V. 1981. Plant Genetics. *Terjemahan* Kusdiarti, L. 1997. Genetika Tumbuhan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 499 hal.
- Darliah, I. Suprihatin, D.P. de Vries, W. Handayati, T. Herawati dan T. Sutater. 2001. Variabilitas Genetik, Heritabilitas, dan Penampilan Fenotipik 18 Klon Mawar di Cipanas. *Jurnal Hortikultura* 11 (3) : 148-154.
- Falconer, D.S., and T.F.C. Mackay. 1996. *Introduction to Quantitative Genetics*. Longman Group Limited. England.
- Fehr, W.R. 1987. *Principles of Cultivar Development*. Vol. I. Macmillian Publishing Company New York, 536 p.
- Nasir, M. 2001. *Pengantar Pemuliaan Tanaman*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta. 326- hal.
- Novarianto, H. 1994. Beberapa Metode Analisis Kemiripan Genetika. *Buletin Balitka*, 21:15-24.
- Pinaria, A., A. Baihaki, R. Setiamihardja dan A.A. Darajat. 1995. Variabilitas Genetik dan Heritabilitas Karakter-karakter Biomasa 53 Genotipe Kedelai. *Zuriat* 6(2) : 88-92.
- Poehlman, J.M. and D. Bathakur. 1969. *Breeding Asia Field Crop*. Oxford and IBH Publishing Co. New Delhi. pp 21-37.
- Stanfield, W.D. 1983. *Theory and Problems of Genetics Second Edition*. *Terjemahan* oleh Apandi dan Hardi. 1991. Genetika. Edisi Kedua. Penerbit Erlanga. Jakarta.
- Wicaksana, N. 2001. Penampilan Fenotipik dan Beberapa Parameter Genetik 16 Genotip Kentang pada Lahan Sawah yang Di Dataran Medium. *Zuriat* Vol. 12 No. 1 : 15-20.