

Pemilihan Karakter Agronomi untuk Menyusun Indeks Seleksi pada 11 Populasi Kedelai Generasi F6

Selection of Agronomic Characters to Construct Selection Index on 11 Soybean Populations F6 Generation

Desta Wirnas^{1*)}, Imam Widodo²⁾, Sobir¹⁾, Trikoesoemaningtyas¹⁾ dan Didy Sopandie¹⁾

Diterima 15 September 2005/Disetujui 1 Pebruari 2006

ABSTRACT

High-yielding variety is one of the targets in soybean breeding program. High-yielding variety could be developed through simultaneous selection. Simultaneous selection using selection index was more efficient than selection based on an individual trait only. Objective of the research was to select agronomic characters for construction selection index on 11 soybean populations F6 generation based on correlation analysis, path analysis, and heritability. The correlation analysis showed that number of branch, number of total nod, number of filled pod, number of unfilled pod, number of total pod, and percentage of filled pod have positively and significantly correlated with yield per plant. Based on path analysis, characters number of branch, number of unfilled pod, and number of filled pod have positive direct on yield per plant. The result also showed that number of filled pod has maximum positive direct effect on yield per plant. Generally, number of total nod, number of filled pod, number of total pod, and percentage of filled pod have higher heritability than other characters.

Key words: Soybean, correlation, path analysis, heritability, selection index

PENDAHULUAN

Sumber protein nabati dalam menu pangan di Indonesia didominasi oleh kacang-kacangan terutama kedelai yang dikonsumsi dalam bentuk tempe, tahu, kecap, dan susu (Nugraha *et al.*, 2000). Setiap tahun konsumsi kedelai terus meningkat yang ditunjukkan oleh peningkatan jumlah impor kedelai. Tahun 2003, Indonesia telah mengimpor kedelai sebanyak 1.192.717 ton (FAO, 2004). Dengan demikian upaya peningkatan produksi kedelai merupakan langkah strategis yang harus dilakukan.

Salah satu usaha untuk meningkatkan produksi kedelai adalah melalui pengembangan varietas berdaya hasil tinggi serta adaptif terhadap lingkungan bercakaman. Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian besar yang bertujuan untuk mengembangkan varietas kedelai yang adaptif pada kondisi teraungi di bawah tegakan karet dan berdaya hasil tinggi. Sebelum diuji di bawah tegakan tanaman karet terlebih dahulu dilakukan seleksi untuk memilih galur-galur F6 yang mempunyai karakter agronomi baik pada kondisi optimum (intensitas cahaya penuh).

Karakter daya hasil merupakan karakter kompleks yang sangat dipengaruhi oleh karakter komponen hasil. Karakter hasil dan komponen hasil dikendalikan oleh banyak gen yang ekspresinya sangat dipengaruhi oleh lingkungan. Perakitan varietas berdaya hasil tinggi dapat dilakukan melalui seleksi secara langsung terhadap daya hasil atau tidak langsung melalui beberapa karakter lain yang terkait dengan daya hasil (Falconer dan Mackay, 1996). Seleksi secara tidak langsung atau simultan untuk meningkatkan daya hasil berdasarkan indeks seleksi akan lebih efisien dibandingkan dengan seleksi berdasarkan satu karakter atau kombinasi dari dua karakter saja (Soh *et al.*, 1994; Moeljopawiro, 2002).

Agar dapat melakukan seleksi secara simultan maka karakter yang akan digunakan sebagai kriteria seleksi harus dipilih berdasarkan nilai heritabilitas serta keeratannya hubungan dengan karakter yang diinginkan. Dengan menggunakan karakter yang terpilih maka dapat disusun suatu indeks seleksi yang efektif (Wricke dan Weber, 1985). Dalam penelitian ini hubungan antar karakter hasil dengan karakter lain diketahui melalui analisis korelasi dan analisis sidik lintas.

¹ Staf Pengajar Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian IPB, Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680 Telp/Fax (0251) 629353 E-mail: Destai@plasa.com (* Penulis untuk korespondensi)

² Staf Pengajar Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Negeri Papua, Jl. Gunung Salju Ambon, Manokwari, Irian Jaya Barat

Tujuan penelitian ini adalah memilih karakter komponen hasil berdasarkan nilai korelasi, koefisien lintas, dan heritabilitas sehingga dapat digunakan untuk menyusun indeks seleksi bagi daya hasil pada 11 populasi kedelai generasi F6.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Balai Besar Sumberdaya Genetik dan Bioteknologi Cimanggu, Bogor pada bulan September 2004 – Januari 2005. Bahan tanaman yang digunakan adalah 4 tetua yaitu Ceneng, Godek, Slamet, dan Pangrango serta galur-galur generasi F6 dari 11 populasi hasil persilangan ke empat tetua. Jumlah galur masing-masing kombinasi persilangan yang diamati adalah sekitar 100 galur.

Benih masing-masing galur dari setiap populasi dan tetuanya ditanam dalam petak yang berukuran 33 x 3 m² dalam satu baris sebanyak 20 lubang tanam dengan jarak tanam 30 x 15 cm². Jumlah tanaman contoh yang diamati dari masing-masing galur adalah sepuluh tanaman. Karakter yang diamati adalah: tinggi tanaman saat panen (cm), jumlah cabang, jumlah buku total, jumlah polong isi, jumlah polong hampa, jumlah polong total, persentase polong isi, persentase polong hampa, ukuran biji berdasarkan bobot 25 butir (g), dan bobot biji/tanaman (g).

Analisis data dimulai dengan menghitung nilai koefisien korelasi Pearson untuk mengetahui keeratan hubungan antar karakter. Masing-masing koefisien korelasi diuji pada taraf nyata 0.05 atau 0.01 (Gomez dan Gomez, 1995). Selanjutnya dilakukan analisis sidik lintas berdasarkan persamaan simultan seperti yang dikemukakan oleh Shingh dan Chaudary (1979). Peubah tidak bebas yang digunakan untuk menghitung nilai koefisien lintas adalah bobot biji/tanaman dengan rumus:

$$R_y = R_x C$$

$$\begin{pmatrix} r_{1y} \\ r_{2y} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ r_{py} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \dots & r_{1p} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \dots & r_{2p} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ r_{p1} & r_{p2} & \dots & r_{pp} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C_1 \\ C_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ C_p \end{pmatrix}$$

Sehingga untuk mendapatkan nilai C digunakan rumus sebagai berikut:

$$C = R_x^{-1} R_y$$

dimana:

C = Koefisien lintas (pengaruh langsung suatu peubah bebas yang telah dibakukan terhadap peubah tidak bebas)

R_x⁻¹ = invers matrik korelasi antar peubah bebas

R_y = vektor koefisien korelasi antara peubah bebas dengan peubah tidak bebas

Nilai Heritabilitas arti luas masing-masing karakter pada setiap populasi berdasarkan rumus:

Ragam fenotip:

$$\sigma_p^2 = \frac{\sum (X_i - \mu)^2}{n-1}$$

ragam lingkungan (σ_e) di duga dari ragam tetua dengan rumus:

$$\sigma_e^2 = (\sigma_{p1}^2 + \sigma_{p2}^2)/2$$

ragam genetik (σ_g) diduga dengan rumus: σ_g² = σ_p² - σ_e²

sehingga dapat dihitung nilai heritabilitas arti luas (h_{bs}) dengan rumus:

$$(h_{bs}) = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_p^2} \cdot 100 \%$$

Berdasarkan nilai koefisien korelasi, koefisien lintas, dan heritabilitas dapat dipilih beberapa karakter yang akan digunakan untuk menyusun indeks seleksi sehingga dapat dilakukan seleksi secara simultan untuk memilih galur-galur berdaya hasil tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai koefisien korelasi yang menunjukkan keeratan hubungan antar karakter dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa jumlah cabang, jumlah buku total, jumlah polong isi, jumlah polong total, dan persentase polong isi berkorelasi positif dan sangat nyata dengan bobot biji/tanaman. Karakter persentase polong hampa berkorelasi negatif dan sangat nyata dengan bobot biji/tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa perbaikan karakter-karakter tersebut akan meningkatkan bobot biji/tanaman.

Karakter tinggi tanaman saat panen dan umur panen berkorelasi negatif dengan hasil per tanaman yang menunjukkan bahwa penambahan tinggi tanaman dan umur panen akan menurunkan bobot biji/tanaman. Karakter tinggi tanaman saat panen dan umur panen tidak dapat digunakan untuk menduga bobot biji/tanaman pada galur kedelai generasi F6 hasil persilangan tetua Ceneng, Godek, Slamet, dan Pangrango (Tabel 1).

Tabel 1. Nilai koefisien korelasi antar karakter pada kedelai generasi F6

Karakter	TSP	JC	JBT	UP	JPI	JPH	JPT	C_PI	C_PH	BBT25
JC	0.113*									
JBT	0.447**	0.632**								
UP	0.131**	-0.004	0.199**							
JPI	0.149**	0.672**	0.712**	0.044						
JPH	0.167**	0.191**	0.325**	0.144**	0.181**					
JPT	0.170**	0.675**	0.734**	0.065	0.988**	0.333**				
C_PI	-0.072	0.031	0.031	-0.145	0.253**	-0.765**	0.120**			
C_PH	0.072	-0.031	-0.031	0.146	-0.253**	0.765**	-0.120**	-1.000**		
BBT25	0.020	0.021	0.038	0.01	0.01	0.096	0.026	-0.500	0.05	
BB/T	-0.032**	0.478	0.421**	-0.108*	0.693**	0.025	0.668**	0.234**	-0.234	0.039

Keterangan:

*. ** = berkorelasi nyata pada taraf 5% dan 1% angka yang berada dibawah koefisien korelasi merupakan nilai peluang nyata uji korelasi pearson

TSP = tinggi tanaman saat panen

JC = jumlah cabang produktif

JBT = jumlah buku total

UP = umur panen

JPI = jumlah polong isi

JPH = jumlah polong hampa

JPT = jumlah polong total

C-PI = persentase polong isi

C-PH = persentase polong hampa

BBT25 = ukuran biji

BB/T = bobot biji/ tanaman

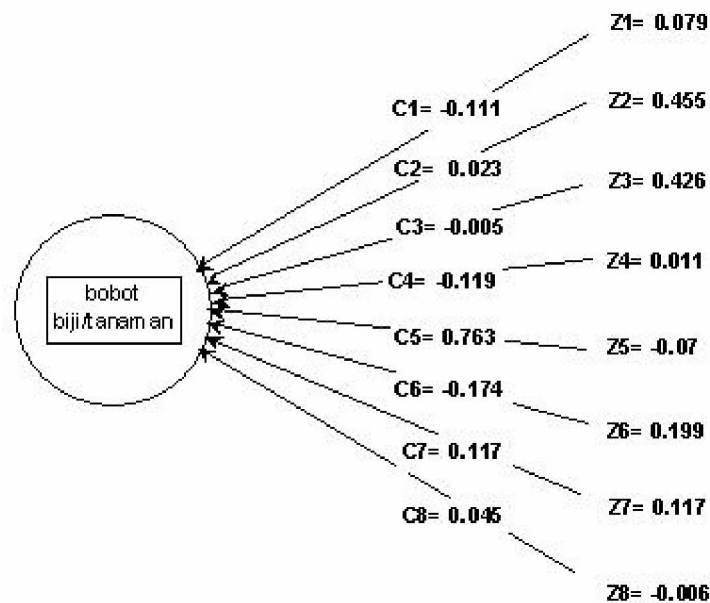
Karakter jumlah cabang berkorelasi positif dan sangat nyata dengan jumlah buku total, jumlah polong isi, jumlah polong hampa maupun polong total. Karakter jumlah buku total juga berkorelasi positif dan sangat nyata dengan jumlah polong (Tabel 1).

Karakter jumlah polong total dengan jumlah polong isi mempunyai hubungan yang sangat erat dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0.988. Hal ini menunjukkan bahwa hampir semua polong yang dihasilkan adalah polong isi. Kedua karakter tersebut juga mempunyai pengaruh yang sama terhadap bobot biji/tanaman yang ditunjukkan oleh korelasi yang positif dan sangat nyata. Antara karakter persentase polong isi dan persentase polong hampa juga mempunyai pengaruh yang sama terhadap bobot biji/tanaman (Tabel 1). Dengan demikian untuk karakter yang mempunyai pengaruh yang sama terhadap bobot biji/tanaman dapat dipilih salah satu sebagai kriteria seleksi.

Dalam penelitian ini didapatkan bahwa karakter ukuran biji tidak berkorelasi dengan bobot biji/tanaman. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Iqbal *et al.* (2003) dan Bizeti *et al.* (2004), bahwa berat 100 butir atau

ukuran benih tidak berkorelasi dengan hasil pada kedelai. Menurut Iqbal *et al.* (2003), karakter utama yang menentukan daya hasil 10 varietas kedelai yang ditanam pada kondisi optimum adalah jumlah polong per tanaman yang ditunjukkan oleh nilai koefisien korelasi yang positif dan sangat nyata. Shrivastava *et al.* (2001) menyimpulkan bahwa tinggi tanaman saat panen berkorelasi negatif dengan bobot biji/tanaman, sedangkan umur panen berkorelasi positif dengan bobot biji/tanaman. Menurut Bizeti *et al.* (2004), jumlah buku total berkorelasi positif dan signifikan dengan daya hasil pada kedelai.

Dengan melakukan analisis lintas maka nilai korelasi antara peubah tidak bebas dengan peubah bebas dapat dipisahkan menjadi pengaruh langsung suatu peubah bebas dan pengaruh tidak langsung melalui peubah bebas yang lain (Li, 1956). Nilai koefisien lintas (C) yang menunjukkan pengaruh langsung dan nilai Z yang menunjukkan pengaruh tidak langsung melalui peubah bebas yang telah dibakukan pada karakter agronomi kedelai generasi F6 terhadap bobot biji/tanaman dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram lintasan karakter agronomi kedelai generasi F6 terhadap bobot biji/tanaman

Tabel 2. Pengaruh langsung dan pengaruh tidak langsung karakter komponen hasil terhadap bobot biji/tanaman pada 11 populasi kedelai generasi F6

Karakter	Peubah bebas yang dibakukan	Pengaruh langsung (C)	Pengaruh tidak langsung melalui peubah								Pengaruh total
			Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	
Tinggi Saat Panen	Z1	-0.111		0.003	-0.002	-0.016	0.114	-0.029	0.008	0.001	-0.032
Jumlah Cabang	Z2	0.023	-0.013		-0.003	0.000	0.513	-0.033	-0.011	0.001	0.478
Jumlah Buku Total	Z3	-0.005	-0.050	0.015		-0.024	0.543	-0.056	-0.004	0.002	0.421
Umur Panen	Z4	-0.119	-0.015	0.000	-0.001		0.034	-0.025	0.017	0.000	-0.108
Jumlah Polong Isi	Z5	0.763	-0.017	0.016	-0.003	-0.005		-0.031	-0.030	0.000	0.693
Jumlah Polong Hampa	Z6	-0.174	-0.019	0.004	-0.002	-0.017	0.138		0.090	0.004	0.025
Persentase Polong Isi	Z7	0.117	0.008	0.002	0.000	0.017	0.193	0.133		-0.002	0.234
Ukuran biji	Z8	0.045	-0.002	0.000	0.000	-0.001	0.008	-0.017	0.006		0.039

Berdasarkan hasil analisis koefisien lintas, karakter utama yang mempunyai pengaruh langsung yang besar terhadap bobot biji/tanaman adalah jumlah cabang, jumlah polong isi, jumlah polong hampa, dan persentase polong isi. Jumlah buku total mempunyai pengaruh langsung yang negatif tetapi mempunyai pengaruh tidak langsung yang besar melalui jumlah polong isi. Karakter tinggi tanaman saat panen dan umur panen mempunyai pengaruh langsung yang kecil dan negatif sehingga penggunaan karakter tinggi tanaman saat

panen dan umur panen sebagai kriteria seleksi dapat dianggap tidak penting (Tabel 2).

Jumlah cabang per tanaman, jumlah buku total, dan Jumlah polong per tanaman merupakan 3 karakter utama yang mempunyai pengaruh langsung yang sangat besar terhadap daya hasil pada kedelai baik pada populasi bersegregasi maupun pada populasi yang sudah homozigot (Isler dan Caliskan, 1998; Archana *et al.*, 1999; Shrivastava *et al.*, 2001; Iqbal *et al.*, 2003; Bizeti *et al.*, 2004).

Karakter Jumlah cabang per tanaman, jumlah buku total per tanaman, dan Jumlah polong per tanaman dapat digunakan sebagai kriteria seleksi secara langsung atau tidak langsung dengan menggunakan indeks seleksi untuk mengidentifikasi galur-galur yang berdaya hasil tinggi (Isler dan Caliskan, 1998; Khanghah dan Sohani, 1999; Iqbal *et al.*, 2003; Bizeti *et al.*, 2004).

Penggunaan analisis korelasi dan analisis sidik lintas untuk mempelajari keeratan hubungan antar karakter komponen hasil dan daya hasil serta untuk mengembangkan kriteria seleksi telah banyak dilakukan pada berbagai jenis tanaman seperti kedelai, kelapa, padi, dan *chickpea* (Shrivastava *et al.*, 2001; Prasad, Patwary, dan Biswass, 2001; Iqbal *et al.*, 2003; Bizeti *et al.*, 2004; Ciftci *et al.*, 2004).

Karakter yang digunakan sebagai kriteria seleksi untuk daya hasil selain berkorelasi positif dengan daya hasil, juga harus memiliki nilai heritabilitas yang tinggi sehingga akan diwariskan pada generasi berikutnya. Dengan demikian perlu dipilih karakter yang mempunyai nilai heritabilitas yang tinggi. Nilai heritabilitas masing-masing karakter untuk setiap populasi terdapat pada Tabel 3.

Secara umum karakter jumlah buku total, jumlah polong isi, jumlah polong total, dan persentase polong isi mempunyai nilai heritabilitas yang cukup tinggi

dibandingkan dengan karakter yang lain pada beberapa populasi kedelai generasi F6 (Tabel 3).

Berdasarkan nilai korelasi, koefisien lintas, dan heritabilitas maka karakter yang dapat digunakan untuk menyusun indeks seleksi bagi daya hasil pada 11 populasi kedelai generasi F6 hasil persilangan antara tetua Ceneng, Godek, Slamet, dan Pangrango adalah jumlah cabang, jumlah buku, jumlah polong isi, jumlah polong total, dan persentase polong isi.

Selain berdasarkan keeratan hubungan dan nilai heritabilitas, pemilihan karakter yang akan digunakan untuk menyusun indeks seleksi juga dapat berdasarkan nilai ekonomi masing-masing karakter. Dengan demikian seleksi secara simultan berdasarkan indeks seleksi dengan menggunakan beberapa karakter secara simultan lebih efisien dibandingkan dengan seleksi yang didasarkan atas satu karakter atau kombinasi dari dua karakter saja. (Soh *et al.*, 1994; Jannink *et al.*, 2000; Moeljopawiro, 2002).

Beberapa alasan untuk melakukan seleksi secara simultan adalah karakter yang diinginkan terekspresi sangat lambat. Karakter seperti daya hasil sangat dipengaruhi oleh lingkungan tumbuh dan nilai heritabilitasnya tergolong rendah sehingga seleksi secara tidak langsung lebih menguntungkan melalui karakter lain yang terkait dengan daya hasil (Wricke dan Weber. 1986; Biswass *et al.*, 2001).

Tabel 3. Nilai heritabilitas arti luas karakter komponen hasil pada 11 populasi kedelai generasi F6

Populasi	Tinggi Saat Panen	Jumlah Cabang Produktif	Jumlah Buku Total	Jumlah Polong Isi	Jumlah Polong Total	Persentase Polong Isi	Bobot Biji/Tanaman
Ceneng X Slamet (CS)	26.78	14.73	21.80	17.34	15.51	25.56	-49.42
Ceneng X Pangrango (CP)	81.49	1.79	26.61	69.56	63.13	26.17	10.97
Ceneng X Godek (CG)	33.23	22.09	-14.53	11.66	24.08	1.67	75.43
Slamet X Pangrango (SP)	57.05	24.98	50.46	31.33	22.81	40.43	-5.67
Slamet X Godek (SG)	89.88	36.28	75.24	25.86	10.92	57.04	75.42
Slamet X Ceneng (SC)	54.43	11.74	61.00	66.32	65.75	79.14	-12.49
Pangrango X Godek (PG)	89.69	-0.11	26.71	7.34	12.78	43.33	3.01
Pangrango X Slamet (PS)	82.91	1.67	-2.07	78.90	75.11	37.09	98.72
Godek X Ceneng (GC)	82.42	39.08	5.63	35.01	41.99	29.61	97.60
Godek X Slamet (GS)	48.96	30.87	18.92	39.27	40.86	24.45	-1.72
Godek X Pangrango (GP)	69.26	0.37	-9.06	11.69	8.22	63.87	80.04

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa karakter jumlah cabang, jumlah buku total, jumlah polong isi, jumlah polong total, dan persentase polong isi dapat digunakan untuk membentuk indeks seleksi dalam rangka pengembangan kedelai berdaya hasil tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Tim BPPS (Dirjen Pendidikan Tinggi), Hibah Tim Pascasarjana Angkatan III tahun 2004, dan L'Oreal-Komisi Nasional untuk UNESCO yang telah membiayai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Archana, M. N., B. D. Narkhede, R. B. G. Ghorade, S. R. Golhar. 1999. Path coefficient analysis in soybean (*Glycine max* L. Merrill). *J. Soils and Crop*. 9: 250-251.
- Biswass, B. K., M. Hasanuzzaman, F. El Taj, M.S. Alam, M.R. Amin. 2001. Simultaneous selection for fodder and grain yields in Sorghum. *Journal of Biological Sciences* 1 (5): 321-323.
- Bizeti, H.S., C. G. P. de Carvalho, J. Souza, D. Destro. 2004. Path Analysis under multicollinearity in soybean. *Brazilian Archives of Biology and Technology Journal*. 47(5): 669-676.
- Ciftci, V., N. ToTMay, Ye Qim ToTMay, Y. DoTMan. 2004. Determining relationship among Yield and some yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Asian Journal of Plant Sciences*. 3(5): 632-635.
- FAO, 2004. <http://faostat.fao.org>. 11 Januari 2005.
- Falconer, D. S., T. F. C. Mackay. 1996. *Introduction to Quantitative Genetics*. 4th edition. Longman. Essex. 356p.
- Gomez, K. A., A. A. Gomez. 1995. *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian*. Universitas Indonesia. Jakarta. 698 hal.
- Isler, N, M. E. Caliskan. 1998. Correlation and path coefficient analysis for yield and some yield component of soybean (*Glycine max* L. Merr) grown in South eastern Anatolia. *Turkish J. Agri. Res.* 116:5-8.
- Iqbal, S., M. Ariq, M. Tahira, M. Ali, M. Anwar, M. Sarwar. 2003. Path coefficient analysis in different Genotypes of soybean (*Glycine max* (L.) Merr). *Pakistan Journal of Biological Science*. 6 (12): 1085-1087
- Jannink, J. L., J. H. Orf, N. R. Jordan, R. G. Shaw. 2000. Index selection for weed suppressive ability in soybean. *Crop Sci*. 40:1087-1094.
- Khanghah, Sohani. 1999. Genetic evaluation of some important agronomic traits related to seed yield by multivariete of soybean analysis methods. *Iranian J. Agri Sci*. 30: 807-816.
- Li, C. C. 1956. the concept of path analysis and its impact on populations genetics. *Biometrics*. 12:190-209.
- Moeljopawiro, S. 2002. Optimizing selection for yield using selection index. *Zuriat*. 13 (1): 35-43.
- Nugraha, S. U., S. D. Djoko, S. Widiarti. 2000. Pengembangan mutu kedelai untuk agroindustri. *Prosiding Lokakarya Penelitian dan Pengembangan Mutu Kedelai di Indonesia*. BPPT. Jakarta 6-7 Agustus 1996.
- Prasad, B., A. K. Patwary, P. S. Biswass. 2001. Genetic variability and selection criteria in fine rice (*Oryza sativa* L.). *Pakistan J. Biol. Sci*. 4 (10): 1188-1190.
- Shrivastava, M. K., R. S. Sukla, P. K. Jain. 2001. Path coefficient analysis in diverse genotype of soybean (*Glycine max* L). *Plant Science*. 4: 47-51.
- Singh, R. K, B. D. Chaudary. 1979. *Biometrical Methods in Quantitative Genetics Analysis*. Kalyani Publisher. New Delhi. 245p.
- Soh, A. C., C. S. Chow, S. Iyama, Y. Yamada. 1994. Candidate traits for index selection in choice of oil palm ortets for clonal propagation. *Euphytica*. 79:23-32.
- Wricke, G., W. E. Weber. 1985. *Quantitative Genetics and Selection in Plant Breeding*. Walter de Gruyter. Berlin. 406p.