

Hubungan Antara Hasil dan Komponen Hasil Wijen (*Sesamum indicum* L.) pada Generasi F1 dan F2 Persilangan Sbr2, Sbr3, dan Dt36

*Relationship Between Yield and It's Component Characters in F1 and F2 Generations of Crosses the Sbr2, Sbr3, and Dt36 in Sesame (*Sesame indicum* L.)*

Sri Adikadarsih¹, Siska Permata², Taryono³, Suyadi³, Panjisakti Basunanda³

¹ Jurusan Budi Daya Pertanian, Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta
Email: adikadarsih@yahoo.com

² Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta
Email: permata.siska@gmail.com

³ Jurusan Budi Daya Pertanian, Fakultas Pertanian UGM
Diterima: 20 Oktober 2014 disetujui: 20 Maret 2015

ABSTRAK

Dalam program pemuliaan tanaman wijen, informasi keragaman genetik dan hubungan antarsifat sangat penting untuk menentukan keberhasilan seleksi. Penelitian yang bertujuan untuk mempelajari keragaman genetik dan hubungan antara komponen hasil dan hasil wijen pada generasi F1 dan F2 persilangan Sbr 2, Sbr 3, dan Dt 36 telah dilaksanakan dari bulan November 2012 sampai dengan Februari 2013 di Padangan, Sitimulyo, Piyungan, Bantul, Yogyakarta. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga ulangan. Bahan tanam yang digunakan adalah benih tetua, F1, dan F2 hasil persilangan antara Sbr 3 x Sbr 2, Sbr 3 x Dt 36, Sbr 2 x Dt 36, dan resiproknnya. Benih *bulk* hasil persilangan ditanam secara rapat dalam baris pada petak-petak yang berukuran 4 x 1 m. Pengamatan dilakukan pada parameter tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah polong, berat polong, berat biji, jumlah ruas, panjang ruas, umur berbunga, umur panen, dan berat 1.000 biji. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komponen hasil yang memiliki keragaman genetik besar adalah berat biji per tanaman (68,437%), berat polong (40,532%), jumlah cabang (33,251%), jumlah polong (30,269%), dan tinggi tanaman (21,256%). Nilai heritabilitas yang tinggi terdapat pada tinggi tanaman (65,52%) dan umur panen (55%). Komponen hasil yang memiliki korelasi nyata terhadap hasil adalah jumlah cabang, jumlah polong, berat polong, dan umur berbunga, sedangkan yang berpengaruh langsung terhadap hasil wijen adalah jumlah cabang dan berat polong.

Kata kunci: Wijen, keragaman, korelasi, komponen hasil, hasil

ABSTRACT

In sesame breeding program, information about genetic variations and relationships amongs characters is very important to determine the success of line selection. Studies about correlation between yield and yield components of F1 and F2 from crosses of Sbr 2, Sbr 3, and Dt 36 was conducted on November 2012 to February 2013 in Padangan, Sitimulyo, Piyungan, Bantul, Yogyakarta. The treatments were arranged in complete random design (CRD) with three replications. Planting materials used were the seed of parents, F1, and F2 from crossing between Sbr 3 x Sbr 2, Sbr 3 x Dt 36, Sbr 2 x Dt 36, and their reciprocals. Bulk breeding seeds planted in rows in high density to reach maximum populations as the genetic resource in the plots according to its genotypes. The observation was made on plant height, number of branches, number of pods, weight of pods, number of nodes, nodes length, day of flowering, plant maturing age, and 1,000 seed weight. The results showed that, components which showed high genetic variation were weight of seeds per plant (68.437%), weight of pods (40.532%), the number of branches (33.251%), number of pods (30.269%), and plant height (21.256%). High heritability values was shown in parameters of plant height (65.52%) and plant maturing age (55%). Yield components which have significant correlation with the yield

were number of branches, number of pods, pod weight, and days to flowering, while those have a direct effect on the yield of sesame are the number of branches and pods weight.

Keywords: Sesame, variability, correlation, yield, yield component

PENDAHULUAN

Tanaman wijen (*Sesamum indicum* L.) adalah salah satu tanaman penghasil minyak nabati penting dunia (Hwang 2005). Biji ataupun minyak wijen dimanfaatkan sebagai bahan makanan ataupun juga dalam sektor industri meskipun masih dalam skala kecil, antara lain sebagai bahan dasar kosmetik, obat-obatan, sabun, dan insektisida. Peningkatan kebutuhan wijen belum diimbangi dengan peningkatan produksi wijen. Pada tingkat petani, produktivitas wijen masih sangat rendah yakni mencapai 400 kg/ha, sedangkan potensi hasil dapat mencapai lebih dari 1 ton (Nurheru & Soenardi 2004). Hal tersebut menunjukkan bahwa produktivitas tanaman wijen di Indonesia masih memiliki potensi untuk ditingkatkan. Selain penerapan teknologi budi daya, upaya peningkatan produktivitas wijen dapat dilakukan melalui perakitan varietas unggul.

Keragaman genetik yang luas memiliki arti yang sangat penting dalam proses seleksi untuk mendapatkan sifat-sifat yang diinginkan dalam merakit varietas baru (Sudarmadji *et al.* 2007). Seleksi terhadap sifat-sifat yang diinginkan dapat dilakukan mulai generasi F₂, karena pada generasi ini tanaman mengalami segregasi sesuai hukum Mendel dan memiliki keragaman genetik yang luas (Crowder 1986). Keberhasilan seleksi sangat dipengaruhi oleh daya waris sifat yang akan diseleksi (Poehlman 1979), yang dicerminkan melalui heritabilitasnya (Poespodarsono 1988).

Lebih lanjut dinyatakan bahwa seleksi akan lebih efektif jika dilakukan berdasar sifat morfologi yang berpengaruh langsung terhadap hasil. Astuti (2011) melaporkan bahwa jumlah cabang pada kedelai berkorelasi positif terhadap jumlah polong, jumlah biji, dan hasil biji. Hal yang sama juga ditemukan pada jarak pagar; jumlah cabang berkorelasi positif de-

ngan jumlah bunga, tandan, dan buah per tanaman (Hartati *et al.* 2013). Beberapa sifat seperti tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah kapsul, umur berbunga, berat biji per tanaman juga dilaporkan memiliki hubungan yang erat terhadap hasil (Sumanthi & Muralidharan 2010).

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari keragaman genetik dan hubungan antar-komponen hasil dan hasil wijen pada gen F₁ dan F₂ persilangan antara Sbr 2, Sbr 3, dan Dt 36.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan dari bulan November 2012 sampai dengan Februari 2013 di Padangan, Sitimulyo, Piyungan, Bantul. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga ulangan. Bahan penelitian yang digunakan adalah 15 genotipe wijen yang terdiri atas varietas Sbr 3, Sbr 2, Turki Dt 36, dan generasi F₁ dan F₂ hasil persilangan tetua tersebut dan resiproknya. Benih *bulk* hasil persilangan masing-masing genotipe ditanam dengan cara ditabur pada baris dalam petak yang berukuran 4 m x 1 m secara rapat untuk mendapatkan jumlah populasi tinggi sebagai bahan dasar seleksi awal.

Pengamatan dilakukan sebelum panen, meliputi tinggi tanaman, jumlah cabang pada batang utama, jumlah polong per tanaman, jumlah ruas per batang tanaman, panjang ruas rata-rata per tanaman, berat polong per tanaman, umur berbunga, umur panen, berat 1.000 biji, dan berat biji per tanaman.

Analisis ragam dan korelasi antarsifat diolah dengan menggunakan software SAS 9.1.3. (SasInstitute 2006). Koefisien Keragaman Genetik/Koefisien Varian Genotipe (KVG) dihitung menurut Singh & Chaudhary (1979):

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\%$$

Keterangan:

σ_g^2 = ragam genotipe

X = rata-rata umum

KVG dinyatakan besar jika nilainya $\geq 14,5\%$; sedang $5\% \leq KVG < 14,5\%$; dan kecil $KVG < 5\%$.

Keeratan hubungan secara genetik antara sifat yang diamati digunakan rumus korelasi sederhana, dengan persamaan sebagai berikut:

$$r_g(xy) = \frac{Cov_g(xy)}{\sqrt{Var_gx \cdot Var_gy}}$$

Keterangan:

$r_g(xy)$ = korelasi genetik antara sifat x dan sifat y

$Cov_g(xy)$ = kovarian genetik antara sifat x dan sifat y

Var_gx = ragam genetik sifat x

Var_gy = ragam genetik sifat y

Pengaruh langsung komponen hasil terhadap hasil analisis dihitung menggunakan metode matriks menurut Singh & Chaudhary (1979):

$$\begin{bmatrix} r_{1y} \\ r_{2y} \\ r_{3y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_{1y} \\ P_{2y} \\ P_{3y} \end{bmatrix}$$

$$A = B.C$$

Nilai vektor A merupakan korelasi antara karakter X_i dengan berat biji per tanaman (Y) atau r_{iy} , unsur-unsur matrik B terdiri dari korelasi peubah x_i (r_{ij}), sedangkan vektor C adalah unsur-unsur pengaruh langsung peubah X_i terhadap y (P_{ij}). Untuk mendapatkan vektor C, menurut Miftahorrachman *et al.* (2000) dapat digunakan pendekatan:

$$C = B^{-1} \cdot A$$

Nilai residu (PR) analisis lintas dihitung dengan rumus:

$$PR = \sqrt{1 - \sum P_{ij}r_{ij}}$$

Heritabilitas dalam arti yang luas dihitung berdasarkan rumus (Allard 1960):

$$h_{bs}^2 = \frac{(V_{F2} - 1/3(V_{F1} + V_{P1} + V_{P2}))}{V_{F2}}$$

Keterangan

h_{bs}^2 = heritabilitas arti luas,

V_{F2} = ragam populasi F2,

V_{F1} = ragam populasi F1,

V_{P1} = ragam populasi tetua 1;

V_{P2} = ragam populasi tetua 2.

Nilai duga heritabilitas dianggap rendah jika $h^2 < 0,2$; sedang jika $0,2 \leq h^2 \leq 0,5$; dan tinggi jika $h^2 > 0,5$ (Welsh 1991).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaan tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah polong, berat polong, umur berbunga, umur panen, berat biji per tanaman, dan berat 1.000 biji disajikan pada Tabel 1. Terlihat bahwa 15 genotipe wijen yang diuji memiliki keragaman fenotipik untuk sifat hasil dan komponennya secara umum tetua Dt 36 dan kombinasi persilangannya memiliki keragaman yang lebih rendah untuk tinggi tanaman, umur berbunga, dan umur panen.

Umur berbunga tetua Sbr 3 adalah yang paling lama (46 HST) namun tidak berbeda dengan Sbr 2 (42 HST) dan yang paling cepat adalah Dt 36 (38 HST), demikian pula dengan umur panen tetua Dt 36 adalah yang paling singkat (80 HST). Umur berbunga dan umur panen yang relatif pendek terjadi karena tetua Dt 36 adalah wijen introduksi dari Turki yang merupakan hasil mutasi yang bersifat determinit (pertumbuhan terbatas) yang memiliki salah satu sifat khusus yakni memiliki umur berbunga dan umur panen yang pendek dan relatif serempak.

Tabel 1. Keragaan hasil dan komponennya pada gen F1 dan F2 persilangan wijen Sbr 2, Sbr 3, dan Dt 36

Genotipe	TT	JC	JP	BP	JR	PR	UB	UP
Sbr 3	233,5000 a	2,0625 cd	59,2500 b	28,0500 bcde	39,3750 bcdef	6,1363 ab	45,6880 cd	99,6880 a
Sbr 2	183,6300 cd	0,0000 f	20,5000 c	15,3800 de	49,3750 a	3,9188 f	42,2500 def	96,2500 abcd
Dt 36	112,7100 g	0,8276 def	26,0300 c	19,1900 de	29,4140 gh	4,0183 f	37,7240 g	80,7590 g
F1 Sbr 3 × Sbr 2	215,9100 ab	2,7273 ab	64,2700 b	8,2600 e	40,3650 abcde	5,4164 abcd	52,3640 a	92,6360 cde
F1 Sbr 2 × Sbr 3	219,0000 ab	3,2667 a	97,1300 a	46,7800 b	44,4000 ab	5,4827 abcd	52,7330 a	92,4000 cde
F1 Sbr 3 × Dt 36	154,1300 ef	2,1250 cd	112,0000 a	99,8600 a	34,7500 cdefg	4,5238 cdef	51,0000 ab	91,1250 e
F1 Dt 36 × Sbr 3	143,6700 f	1,1667 cde	42,0000 bc	24,2700 bcde	32,6670 defgh	4,5367 cdef	50,3330 ab	89,6670 e
F1 Sbr 2 × Dt 36	118,6400 g	0,4545 ef	45,0900 bc	43,7800 bc	25,3640 h	5,0391 bcdef	51,9090 a	91,6360 e
F1 Dt 36 × Sbr 2	196,5000 cd	1,0000 de	24,6700 c	14,2500 de	48,3330 ab	4,1500 ef	48,3330 bc	89,6670 e
F2 Sbr 3 × Sbr 2	240,7600 a	1,8438 bcd	45,2700 bc	28,3000 bcde	40,6560 abcde	6,4131 a	43,0230 de	96,8670 abc
F2 Sbr 2 × Sbr 3	238,6700 a	1,6218 cd	39,3600 bc	21,4700 cde	40,9170 abcd	6,1253 ab	43,5450 de	97,3910 ab
F2 Sbr 3 × Dt 36	166,1000 def	1,2976 cde	40,5200 bc	28,4300 bcde	30,4760 fgh	5,7642 abc	38,9050 gf	97,1310 ab
F2 Dt 36 × Sbr 3	176,7100 cde	1,2295 cde	45,3900 bc	33,9400 bcd	31,4260 efgh	5,9570 ab	45,2210 cd	85,2210 f
F2 Sbr 2 × Dt 36	167,8200 def	1,0000 de	35,5900 bc	14,0900 de	42,3640 abc	4,1491 ef	39,2730 fg	92,2730 de
F2 Dt 36 × Sbr 2	177,9100 cde	1,2727 cde	49,0900 bc	14,0700 de	45,0000 ab	4,2436 def	41,2730 ef	93,2730 bcde

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji DMRT.

TT= tinggi tanaman; JC= jumlah cabang; JP= jumlah polong; BP = berat polong; JR= jumlah ruas; PR= panjang ruas; UB= umur berbunga; UP= umur panen.

Pendugaan Ragam Genetik

Nilai koefisien variasi genetik (KVG) pada 15 genotipe yang diuji tergolong dalam kriteria sedang hingga besar dapat dilihat pada Tabel 2. Jumlah cabang, tinggi tanaman, jumlah polong, berat polong, jumlah ruas, dan berat biji per tanaman memiliki nilai KVG lebih dari 14,5% sehingga digolongkan besar, sedangkan panjang ruas, umur berbunga, umur panen, dan berat seribu biji tergolong sedang. Hasil penelitian Parameshwarappa *et al.* (2009) dan Sumanthi & Muralidharan (2010) menunjukkan hasil yang sama bahwa tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah kapsul, dan berat biji per tanaman pada wijen memiliki koefisien variasi genetik besar. Lebih lanjut Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai KVG paling tinggi adalah berat biji per tanaman sebesar 68,437%. Hal serupa dilaporkan oleh Narayanan & Murugan (2013) yang menyebutkan nilai KVG berat biji per tanaman adalah terbesar di antara sifat-sifat lainnya. Berat biji wijen dengan KVG besar, berpotensi dijadikan

dasar seleksi untuk memperbaiki sifat wijen dalam upaya meningkatkan hasil wijen (Sudarmadji *et al.* 2007). Tabel 2 juga menunjukkan bahwa hasil perhitungan nilai heritabilitas dalam arti luas tergolong rendah hingga tinggi. Nilai heritabilitas tinggi menunjukkan bahwa sifat tersebut dikendalikan oleh faktor genetik (Poespodarsono 1988), sehingga seleksi dapat dilakukan pada generasi awal (Barmawi 2007).

Hasil merupakan sifat yang ditentukan banyak komponen hasil yang saling berinteraksi dan bekerja sama. Korelasi genetik antara komponen hasil dan hasil wijen ditampilkan pada Tabel 3. Terlihat bahwa komponen hasil yang berkorelasi dengan hasil (berat biji per tanaman) adalah jumlah cabang, jumlah polong, berat polong, dan umur berbunga.

Analisa lebih lanjut menggunakan analisis lintas menunjukkan bahwa jumlah cabang dan berat polong mempunyai pengaruh langsung yang tinggi, sehingga seleksi hasil melalui kedua sifat ini dianjurkan (Singh & Chau-

Tabel 2. Nilai koefisien variasi genetik (KVG) dan heritabilitas (h^2) komponen hasil wijen pada generasi F1 dan F2 persilangan wijen varietas Sbr 2, Sbr 3, dan Dt 36

Variabel	KVG	Kriteria	Heritabilitas	Kriteria
Tinggi tanaman	21,256	besar	0,6552	tinggi
Jumlah cabang	33,251	besar	0,1565	rendah
Jumlah polong	30,269	besar	0,1433	rendah
Berat polong	40,532	besar	0,1514	rendah
Jumlah ruas	15,515	besar	0,2191	sedang
Panjang ruas	12,867	sedang	0,1982	rendah
Umur berbunga	8,494	sedang	0,4468	sedang
Umur panen	6,336	sedang	0,5500	tinggi
Berat biji per tanaman	68,437	besar	0,2705	sedang
Berat 1.000 biji	6,978	sedang	0,1308	rendah

Keterangan: besar (KVG \geq 14,5%), sedang ($5\% \leq$ KVG < 14,5%), kecil (KVG < 5%).

Nilai duga heritabilitas dianggap rendah jika $h^2 < 0,2$; sedang jika $0,2 \leq h^2 \leq 0,5$; dan tinggi jika $h^2 > 0,5$.

Tabel 3. Koefisien korelasi genetik antarkomponen hasil dan hasil wijen

	TT	JC	JP	BP	JR	PR	UB	UP	BSB	Y
TT	1,000	0,694*	0,113*	-0,233	0,778*	0,768*	0,203*	0,696*	-0,576	-0,120
JC		1,000	0,746*	0,169*	0,517*	0,547*	0,484*	0,448*	-0,597	0,372*
JP			1,000	0,699*	0,061	0,153*	0,722*	0,031	-0,314	0,838*
BP				1,000	-0,431	0,137*	0,468*	-0,220	0,118*	0,910*
JR					1,000	0,200*	0,176*	0,591*	-0,813	-0,225
PR						1,000	0,142*	0,476*	-0,088	0,047
UB							1,000	-0,169	-0,248	0,577*
UP								1,000	-0,595	-0,048
BSB									1,000	-0,135
Y										1,000

Keterangan: TT= tinggi tanaman; JC= jumlah cabang; JP= jumlah polong; BP= berat polong; JR= jumlah ruas; PR= panjang ruas; UB= umur berbunga; UP= umur panen; BSB= berat seribu biji; Y= BBJ= berat biji per tanaman.

Tabel 4. Pengaruh langsung dan tidak langsung antara komponen hasil dengan hasil wijen pada gen F1 dan F2 persilangan antar Sbr 2, Sbr 3, dan Dt 36

	TT	JC	JP	BP	JR	PR	UB	UP	BSB	Total
TT	6,044	0,959	-0,165	-0,506	-2,779	-3,724	0,037	0,221	-0,207	-0,120
JC	4,196	1,382	-1,092	0,367	-1,846	-2,652	0,089	0,143	-0,215	0,372*
JP	0,683	1,031	-1,463	1,518	-0,217	-0,744	0,132	0,010	-0,113	0,838*
BP	-1,408	0,234	-1,023	2,172	1,541	-0,665	0,086	-0,070	0,043	0,910*
JR	4,702	0,714	-0,089	-0,937	-3,573	-0,970	0,032	0,188	-0,292	-0,225
PR	4,639	0,755	-0,224	0,298	-0,715	-4,852	0,026	0,151	-0,032	0,047
UB	1,225	0,669	-1,056	1,016	-0,628	-0,690	0,183	-0,054	-0,089	0,577*
UP	4,204	0,619	-0,045	-0,478	-2,113	-2,308	-0,031	0,318	-0,214	-0,048
BSB	-3,484	-0,825	0,460	0,257	2,905	0,427	-0,045	-0,189	0,359	-0,135

Keterangan: Angka diagonal merupakan pengaruh langsung, sedangkan di sebelah kanan dan kirinya merupakan pengaruh tidak langsung. R (*residual effect*) = 1,076

TT= tinggi tanaman; JC= jumlah cabang; JP= jumlah polong; BP= berat polong; JR= jumlah ruas; PR= panjang ruas; UB= umur berbunga; UP= umur panen; BSB= berat seribu biji.

dary 1979). Namun, karena dalam penelitian ini jumlah polong dan besar polong memiliki nilai heritabilitas rendah (Tabel 2) maka seleksi terhadap karakter ini lebih efektif bila dilakukan pada generasi lanjut.

Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Muhamman (2010) yang menunjukkan bahwa jumlah cabang memberikan pengaruh nyata terhadap produktivitas biji wijen.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa keagaman genetik yang luas terdapat pada karakter berat biji per tanaman (68,437%), berat polong (40,532%), jumlah cabang (33,251%), jumlah polong (30,269%), tinggi tanaman (21,256%), dan jumlah ruas (15,515). Komponen hasil yang memiliki korelasi nyata terhadap hasil adalah jumlah cabang, jumlah polong, berat polong, dan umur berbunga, sedangkan yang berpengaruh langsung terhadap hasil wijen adalah, jumlah cabang dan berat polong, sehingga kedua komponen hasil tersebut dapat dijadikan kriteria seleksi terhadap hasil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada bapak Kepala Badan Litbang Pertanian, beserta tim SDM, Bapak Kepala Balittas, tim

SDM Balittas, dan Pemimpin Program Penelitian Tanaman Minyak Industri, atas kesempatan, fasilitas dan bimbingan yang diberikan untuk menjalani dan menyelesaikan masa tugas belajar. Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini. Penelitian ini dibiayai dari Beasiswa Penelitian Petugas Belajar Badan Litbang Pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- Allard, RW 1960, *Principles of plant breeding*: J. Wiley & Sons, United Kingdom.
- Astuti, A 2011, Uji daya hasil beberapa galur kedelai (*Glycine max* L. Merr) di Majalengka pada dua musim tanam, *Thesis S2*, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Barmawi, M 2007, Pola segregasi dan heritabilitas sifat ketahanan kedelai terhadap *cowpea mild mottle virus* populasi wilis x mlg2521, *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 7(1): 48–52.
- Crowder, LV 1986, *Genetika tumbuhan*, UGM Press, Yogyakarta.
- Hartati, S, Barmawi, M & Sa'diyah, N 2013, Pola segregasi karakter agronomi tanaman kedelai (*glycine max* [L.] Merrill.) generasi F2 hasil persilangan Wilis x B3570, *J. Agrotek Tropika*, 1(1):8–13.
- Hwang, LS 2005, Sesame oil, In *Bayley's oil and fat product, sixth edition*: John Wiley & Sons, Inc., diakses tanggal 4 Maret 2015 (<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/047167849X.bio031/abstract>).

- Miftahorrachman, Mangindaan, H & Novarianto, H 2000, Analisis lintas karakter vegetatif dan generatif kelapa dalam kupal terhadap jumlah bunga betina, *Zuriat*, 11(1):39–45.
- Muhaman, M, Mohammed, S, Lado, A & Belel, MD 2010, Interrelationship and path coefficient analysis of some growth and yield characteristics in sesame (*Sesamum indicum* L.), *Journal of Agricultural Science*, 2(4):100–105.
- Narayanan, R & Murugan, S 2013, Studies on variability and heritability in sesame (*Sesamum indicum* L.), *International Journal of Current Agricultural Research*, 2(4):52–55.
- Nurheru & Soenardi 2004, Peranan wijen dalam meningkatkan pendapatan petani di wilayah kering, *Prosiding Lokakarya Pengembangan Jarak dan Wijen dalam Rangka Otoda*, Puslit-bangbun, Bogor, hlm. 28–34.
- Parameshwarappa, S, Palakshappa, M, Salimath, P & Parameshwarappa, K 2009, Studies on genetic variability and character association in germplasm collection of sesame (*Sesamum indicum* L.), *Karnataka J. Agric. Sci.* 22(2): 252–254.
- Poehlman, J 1979, *Breeding of field crop*, AVI Publishing Company Inc., Westport-Connecticut
- Poespodarsono, S 1988, *Dasar-dasar ilmu pemuliaan tanaman*, PAU IPB, Bogor.
- SasInstitute 2006, *SAS for mixed models*, 2nd Ed. Sas Institute Inc., North Carolina.
- Singh, H & Chaudhary, B 1979, *Biometrical methods in quantitative genetic analysis*, Revised Edition, Kalyani Publishers, New Delhi.
- Sudarmadji, Mardjono, R & Sudarmo, H 2007, Variasi genetik, heritabilitas, dan korelasi genotipik sifat-sifat penting wijen, *Jurnal Littri*, 13 (3):88–92.
- Sumanthi, P & Muralidharan, V 2010, Analysis of genetic variability, association and path analysis in the hybrids of sesame, *Tropical Agricultural Research & Extension*, 13(3):63–67.
- Welsh, JR 1991, *Fundamental of plant genetic and breeding*, John Wiley & Sons, New York.