

Analisis Genetik Ciri-Ciri Kuantitatif Dan Kompatibilitas Sendiri Bunga Matahari di Lahan Ultisol

Genetic Analysis of Quantitative Traits and Self Compatibility of Sunflower on Ultisol

Suprapto dan Supanjani

Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu

Jln. Raya Kandang Limun Bengkulu 38371A

suprapto@yahoo.co.id

ABSTRACT

Sun flower is an important crop as a source of food, drug and cosmetics. High self incompatibility with low seed production is the major problem during cultivation. This experiment was to estimate genetic parameters and self compatibility system in sunflower plant. The experiment was conducted in 2009 at Garden Faculty of Agriculture-Unib and Medan Baru village, Kodya Bengkulu using 15 sunflower accessions planted in Ultisol using Randomized Complete Block Design, three replications. Self compatibility test was done in two ways, the first capitula was observed visually (phase R5) by searching the position of staminate and pistillate and the second capitula was wrapped (phase R3) to hinder cross pollination. This experiment revealed that number of formed seeds per capitula, number of unformed seeds per capitula and seed weight per capitula showed high Coefficient of Genotypic Variation. All traits studied showed low broadsense heritability. Number of unformed seeds per capitula and 100 seed weight showed significantly positive correlation with seed weight per capitula. These two traits were also showed the highest direct effect with seed weight per capitula; the position of pistillate was higher than staminate (heterostyle) and there was heteromorphic incompatibility, that was *Pin* type. Sunflower plant was sporophytic incompatibility plant. Incompatibility was not only determined by S alleles on the pollen and ovary but also was determined by hierarchy of dominance of S alleles; sunflower accessions studied showed very low rate of self compatibility therefore, its pollinations was depend on pollinators.

Key words : sun flower, quantitative traits, compatibility, Ultisol

ABSTRAK

Bunga matahari merupakan komoditas penting untuk keperluan bahan makanan, bahan obat-obatan, kosmetika dan bahan industri. Permasalahan dalam budidaya bunga matahari adalah inkompatibilitas sendiri yang tinggi, sehingga tingkat pembentukan bijinya rendah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengestimasi parameter genetik dan sistem kompatibilitas sendiri pada tanaman bunga matahari. Penelitian dilaksanakan selama tahun 2008 di Kebun Fakultas Pertanian-Unib dan di desa Medan Baru, Kodya Bengkulu menggunakan 15 aksesori bunga matahari ditanam di Ultisol dengan Rancangan Acak Kelompok Lengkap, tiga ulangan. Pengujian kompatibilitas sendiri dilakukan dalam dua cara, yaitu dengan pengamatan secara visual (fase R5) kedudukan stamen dan pistil maupun dengan cara menutup capitula agar tidak terjadi persilangan terbuka (fase R3). Hasil penelitian menunjukkan ciri jumlah biji terbentuk per capitula, jumlah biji tidak terbentuk per capitula dan bobot biji per capitula menunjukkan KKG tinggi. Semua ciri yang diteliti menunjukkan heritabilitas dalam arti luas rendah dan agak rendah. Ciri jumlah biji tidak terbentuk per capitula dan bobot 100 biji menunjukkan korelasi positif nyata dengan ciri bobot biji per capitula. Kedua ciri ini juga menunjukkan pengaruh langsung terbesar dengan bobot biji per capitula; kedudukan pistil bunga matahari lebih tinggi daripada kedudukan stamen (heterostili) sehingga terjadi inkompatibilitas heteromorfik, yakni tipe *Pin*; bunga matahari termasuk tanaman dengan inkompatibilitas sporofitik, yakni inkompatibilitas tidak hanya ditentukan oleh alel-alel S yang terdapat di dalam serbuk sari dan ovarii, tetapi juga ditentukan oleh bentuk hierarki dominansi dari alel S. Aksesori bunga matahari yang dikaji menunjukkan tingkat kompatibilitas sendiri yang sangat rendah sehingga penyerbukannya masih sangat tergantung pada keberadaan serangga penyerbuk.

Kata kunci : bunga matahari, ciri-ciri kuantitatif, kompatibilitas, Ultisol.

PENDAHULUAN

Bunga matahari merupakan tanaman penghasil minyak makan (*edible oil*) penting dunia dan menempati posisi terbesar ketiga dunia setelah minyak kedelai dan kelapa sawit (Gandhi *et al.*, 2005). Selama ini Indonesia masih mengimpor biji dan minyak bunga matahari untuk berbagai keperluan pembuatan makanan, bahan obat-obatan, komestika dan bahan-bahan industri lainnya.

Biji bunga matahari merupakan sumber protein, lemak dan karbohidrat yang potensial dengan kandungan masing-masing 21, 55 dan 19%. Kandungan minyak sebanyak 40-50% dari berat biji. Asam lemak tak jenuh (oleat dan linoleat) yang terdapat pada minyak bunga matahari mencapai 91% lebih banyak dibandingkan dengan oleat dan linoleat yang terdapat pada minyak kedelai (85%), kacang tanah (82%), jagung (87%) dan kelapa sawit (49%). Kandungan asam lemak jenuh (linolenat, palmitat, stearat) yang rendah (9%) pada minyak bunga matahari menjadikan minyak bunga matahari termasuk minyak yang tidak menyebabkan kolesterol. Biji bunga matahari juga kaya vitamin E, betaine dan asam fenolik sebagai antioksidan dan antikarsinogen yang dapat mencegah kardiovaskuler. Kualitas nutrisi silase bunga matahari lebih tinggi dibandingkan dengan jagung. Bungkil biji bunga matahari (*meal*) mengandung 28-42% protein sehingga baik untuk makanan ternak dan merupakan sumber makanan ternak keempat terbesar di dunia (Gandhi *et al.*, 2005).

Tanaman bunga matahari yang dibudidayakan di Indonesia hasilnya rendah yang disebabkan oleh persentase yang rendah dalam pembentukan biji karena inkompatibilitas sendiri (*self incompatibility*) (Khanna dan Gupta, 1978). Inkompatibilitas sendiri adalah ketidakmampuan tanaman membentuk biji karena serbuk sari atau kepala putik tidak berfungsi secara normal seperti pertumbuhan tabung serbuk sari yang terlalu lamban sehingga tabung serbuk sari telah mengalami disintegrasi sebelum fertilisasi berlangsung atau tabung serbuk sari gagal mencapai permukaan kepala putik (Borojevic, 1990). Inkompatibilitas sendiri dapat dibedakan dalam kelompok heteromorfik dan homomorfik

(Borojevic, 1990; Fehr, 1987). Inkompatibilitas sendiri menyebabkan individu tanaman mempunyai susunan genetik dengan tingkat heterosigositas tinggi (Borojevic, 1990; Fehr, 1987; Poehlman, 1979).

Sebagian besar kapitula bunga matahari bersifat hermaprodit tetapi protandri sehingga menyebabkan inkompatibilitas sendiri. Oleh sebab itu, keberadaan serangga sangat penting untuk membantu penyerbukan dan menghasilkan biji. Pada kultivar yang bersifat autogami, perikarp berkembang normal, tetapi ovul atau bakal biji tidak terbentuk (Putnam *et al.*, 1990). Tingkat kompatibilitas sendiri yang rendah menunjukkan terdapatnya gen pengendali restorer fertilitas (Jan, 2000).

Walter (2004) melaporkan penyerbukan sendiri yang terjadi pada bunga matahari hanya sebesar 2%. Namun demikian, Jan dan Gulya (2006) mendapatkan tiga akses bunga matahari yang ditemukan di Texas Selatan, Amerika Serikat, yaitu PI 435424, PI 435418 dan PI 435437 mempunyai tingkat penyerbukan sendiri yang berbeda-beda, yaitu masing-masing 57, 70 dan 32%. Gandhi *et al.* (2005) juga melaporkan bahwa kultivar yang dibudidayakan menunjukkan penyerbukan sendiri dan kompatibilitas sendiri yang bervariasi. Kultivar bersari bebas, *Peredovick* jika tidak terdapat serangga penyerbuk hanya membentuk biji sebanyak 15-20%, tetapi beberapa kultivar dapat membentuk biji sebanyak 85-100% walaupun tanpa serangga penyerbuk (Putnam *et al.*, 1990).

Sejauh ini juga belum difahami inkompatibilitas sendiri yang terjadi pada tanaman bunga matahari yang tumbuh di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aspek kegenetikaan dan mekanisme inkompatibilitas tanaman bunga matahari yang dibudidayakan di lahan Ultisol.

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan Rancangan Acak kelompok Lengkap, tiga ulangan. Sebelum ditanam, benih 15 akses bunga matahari disemaikan dalam bedengan. Setelah berumur 2 minggu, bibit ditanam dalam petak berukuran 0,6 x 3 m. Jarak tanam yang digunakan 60cm x 20cm, 60 cm antar barisan dan 20 cm dalam barisan.

Tabel 1. Nilai rata-rata, standar deviasi dan KKG ciri-ciri tanaman bunga matahari di lahan Ultisol

Ciri-ciri	Kisaran	Rata-rata \bar{x}	KKG(%)	Kriteria
1. Tinggi tanaman (cm)	92,67-105,56	99,63	12,39	Rendah
2. Diameter batang (mm)	11,06-13,87	12,52	1,74	Rendah
3. Panjang ruas (cm)	5,25- 8,04	6,87	1,08	Rendah
4. Panjang daun tengah (cm)	12,47-16,30	14,42	1,59	Rendah
5. Lebar daun tengah (cm)	11,02-13,88	12,79	1,54	Rendah
6. Diameter kapitula primer (cm)	5,74- 7,84	6,97	1,38	Agak rendah
7. Jumlah kapitula sekunder	1,81- 2,61	2,30	0,58	Agak rendah
8. Jumlah biji terbentuk/kapitula	121,67-550,00	297,82	171,87	Tinggi
9. Jumlah biji tidak terbentuk/kapitula	70,00-197,67	111,44	74,68	Tinggi
10. Persentase biji terbentuk/kapitula	56,00-89,00	71,00	0,15	Agak rendah
11. Bobot biji/kapitula (g)	8,15- 20,70	12,32	7,38	Tinggi
12. Bobot 100 biji (g)	2,10- 3,69	2,83	0,88	Agak rendah
13. Panjang biji (mm)	7,13- 8,13	7,61	0,43	Rendah
14. Lebar biji (mm)	4,40- 5,50	4,92	0,50	Rendah
15. Tebal biji (mm)	2,50- 3,13	2,97	0,38	Rendah

Pupuk kandang diberikan pada waktu tanam secara merata sebanyak 10 ton ha⁻¹. Pemupukan Urea, SP-36 dan KCl dengan dosis masing-masing 25, 50, dan 25 kg ha⁻¹ hanya diberikan sekali pada saat tanam. Karena tidak ada hujan, penyiraman dilakukan setiap hari sekali hingga tanaman berumur satu bulan, dan pada saat turun hujan penyiraman dihentikan. Pengendalian hama dan penyakit tidak dilakukan karena tidak ada serangan. Perbedaan antar genotipe diuji menggunakan *Duncan Multiple Range Test* taraf 5%.

Estimasi varians genetik (σ_g^2) = $(M_2 - M_1)/r$, varians lingkungan (σ_e^2) = M_1 dan varians fenotip (σ_f^2) = $\sigma_g^2 + \sigma_e^2$, di mana M_1 adalah kuadrat tengah galat, M_2 adalah kuadrat tengah kultivar dan r adalah ulangan. Estimasi keragaman genetik menggunakan Koefisien Keragaman Genotip (KKG) dihitung berdasarkan rumus yang dikemukakan oleh Singh dan Chaudhari (1979) dan Falconer (1989), yaitu $KKG = (\sigma_g^2/x) \times 100\%$, di mana σ_g = akar dari varians genotip dan x = nilai rata-rata suatu ciri. Pengkategorian nilai KKG berdasarkan KKG dari semua ciri yang dikaji. Nilai KKG mutlak ditetapkan berdasarkan pada nilai KKG relatif. Heritabilitas dalam arti luas (h) dihitung menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Fehr (1987), yakni $h = \sigma_g^2 / \sigma_f^2$, dengan kriteria nilai heritabilitas menurut Haeruman *et al.* (1991), yakni $H < 0,30$ (rendah); $0,30 < H < 0,50$ (agak rendah); $0,50 < H < 0,70$ (sedang) dan $H > 0,70$ (tinggi).

Korelasi sederhana antar ciri (r) dihitung dengan rumus berikut :

$$r = \frac{\sum [(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})]}{\sqrt{\left[\sum \frac{(X - \bar{X})^2}{(n-1)} \right] \left[\sum \frac{(Y - \bar{Y})^2}{(n-1)} \right]}}$$

Pengujian signifikansi koefisien korelasi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$t_{\text{hitung}} = \frac{r \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

$$t_{\text{tabel}} = t_{\alpha(n-2)}$$
, dengan $\alpha = 5\%$ dan 1%

Pengaruh langsung dan tidak langsung masing-masing ciri terhadap hasil ditentukan dengan analisis lintasan seperti yang dikemukakan oleh Dewey dan Lu (1959), Singh dan Chaudary (1979) dengan persamaan simultan sebagai berikut :

$$C_1 r_{11} + C_2 r_{12} + \dots + C_p r_{1p} = r_{ly}$$

$$C_1 r_{21} + C_2 r_{22} + \dots + C_p r_{2p} = r_{2y}$$

$$C_1 r_{p1} + C_2 r_{p2} + \dots + C_p r_{pp} = r_{py}$$

Persamaan simultan tersebut dapat disusun dalam bentuk matriks sebagai berikut :

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

$R_x \quad \underline{C} = R_y$

dimana,

R_x = matriks korelasi antar ciri

\underline{C} = vektor koefisien lintasan yang menunjukkan pengaruh langsung dari setiap ciri

R_y = vektor koefisien korelasi antar ciri (variabel bebas xi) dengan ciri hasil (variabel tidak bebas y)

Dari persamaan matriks dapat ditentukan vektor koefisien lintasan \underline{C} .

$$\underline{C} = R_x^{-1} \cdot R_y$$

dimana R_x^{-1} = invers matriks R_x

Pengujian kompatibilitas sendiri dilakukan dalam dua cara, yaitu dengan pengamatan secara visual maupun dengan cara menutup kapitula agar tidak terjadi persilangan terbuka. Pengamatan kompatibilitas pertama dilakukan saat pembungaan (R5) dengan cara melihat kedudukan stamen dan pistil. Jika pistil lebih tinggi kedudukannya daripada stamen, maka termasuk dalam inkompatibilitas heteromorfik tipe *Pin*. Pengujian kompatibilitas kedua menggunakan percobaan faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama, yakni lima aksesi. Faktor kedua adalah perlakuan kapitula yang terdiri dari dua taraf, yakni kapitula dibungkus dan kapitula dibiarkan terbuka.

Kapitula sebelum mekar sepenuhnya (fase R3) dibungkus dengan kertas sedemikian rupa sehingga kapitula masih dapat berkembang tetapi dapat terhindar dari penyebukan silang oleh serangga. Tingkat kompatibilitas sendiri atau inkompabilitas sendiri dihitung menggunakan rasio jumlah biji bernes pada kapitula yang dibungkus dibandingkan dengan keseluruhan biji (yang bernes maupun yang hampa) dikalikan seratus persen. Biji

yang hampa nampak berwarna putih dan menyebar membentuk mosaik pada lingkaran kapitula (Suprapto, 2006). Kriteria tingkat kompatibilitas sendiri (K) ditetapkan sebagai berikut :

K : 0% = inkompatibilitas sendiri (*self incompatibility*)

K : 1-24,9% = kompatibilitas sendiri sangat rendah (*very low self compatibility*)

K : 25 - 49,9% = kompatibilitas sendiri rendah (*low self compatibility*)

K : 50-74,9% = kompatibilitas sendiri tinggi (*high self compatibility*)

K : 75 - 99,9% = kompatibilitas sendiri sangat tinggi (*very high self compatibility*)

K : 100% = kompatibilitas sendiri sempurna (*perfect self compatibility*)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai KKG relatif paling tinggi, yakni 67,01% ditunjukkan oleh ciri jumlah biji tidak terbentuk per kapitula (Tabel 1). Oleh sebab itu nilai KKG mutlak adalah 0,00- 16,75% (rendah), 16,76-33,50 % (agak rendah), 33,51- 50,26% (agak tinggi) dan 50,27-67,02 (tinggi).

Dari 15 aksesi yang dikaji menunjukkan KKG yang rendah dan agak rendah untuk semua ciri yang dikaji kecuali ciri jumlah biji terbentuk per kapitula, jumlah biji tidak terbentuk per kapitula dan bobot biji per kapitula yang menunjukkan KKG tinggi. Aksesi yang mempunyai keragaman rendah dan agak rendah tinggi bagi ciri-ciri bermakna bahwa aksesi-aksesi tersebut menunjukkan penampilan fenotip yang lebih kurang sama. Keadaan ini menyebabkan peluang untuk mendapatkan aksesi-aksesi yang baik menjadi terbatas sehingga respon seleksinya rendah. Ketiga ciri yang mempunyai keragaman genotip tinggi bermakna bahwa genotip-genotip tersebut menunjukkan perbedaan bagi ketiga ciri tersebut sehingga program seleksi memberikan peluang yang besar untuk mendapatkan varietas unggul (Hallauer and Miranda, 1981).

Tabel 2. Nilai varians genetik, lingkungan, fenotip dan heritabilitas dalam arti luas ciri-ciri tanaman bunga matahari di lahan Ultisol

Ciri-ciri	σ_g^2	σ_e^2	σ_f^2	$h_{bs}(\%)$	Kriteria (Stansfield, 1983)
1. Tinggi tanaman	0	123,81	123,81	0	Rendah
2. Diameter batang	0	2,67	2,67	0	Rendah
3. Panjang ruas	0,34	0,79	1,13	30,09	Agak rendah
4. Panjang daun tengah	0,24	2,07	2,31	10,39	Rendah
5. Lebar daun tengah	0,03	2,05	2,08	1,44	Rendah
6. Diameter kapitula primer	0	1,96	1,96	0	Rendah
7. Jumlah kapitula sekunder	0	0,41	0,41	0	Rendah
8. Jumlah biji terbentuk/kap.	9529,39	19108,63	28638,02	33,28	Agak rendah
9. Jumlah biji tidak terbentuk/ Kapitula	0	6788,56	67788,56	0	Rendah
10. Persentase biji terbentuk/ Kapitula	0	0,03	0,03	0	Rendah
11. Bobot biji/kapitula	0	64,13	64,13	0	Rendah
12. Bobot 100 biji	0	0,90	0,90	0	Rendah
13. Panjang biji	0,007	0,18	0,19	3,74	Rendah
14. Lebar biji	0,03	0,23	0,26	11,54	Rendah
15. Tebal biji	0	0,17	0,17	0	Rendah

Suprapto (2006), dalam penelitiannya secara langsung pada aksesi bunga matahari yang terdapat di Propinsi Bengkulu, mendapatkan ciri-ciri kuantitatif bunga matahari mempunyai KKG 15,15% untuk tinggi tanaman hingga 57,73 % untuk ciri jumlah biji per kapitula. KKG ciri panjang dan lebar daun dalam kategori rendah, sehingga peningkatan kedua ciri ini untuk meningkatkan kapasitas fotosintesis sulit diwujudkan. Ukuran biji juga sulit ditingkatkan. Hal ini bukan menjadi kendala jika tujuan pemuliaan untuk meningkatkan kandungan minyak, tetapi untuk bahan makanan ukuran biji yang kecil tidak dikehendaki.

Tabel 2 menunjukkan bahwa semua ciri yang diteliti menunjukkan heritabilitas rendah dan agak rendah termasuk ciri jumlah biji terbentuk, jumlah biji tidak terbentuk perkapitula dan bobot biji per kapitula. Oleh sebab itu, ciri-ciri ini lebih banyak dikendalikan oleh faktor lingkungan dibandingkan dengan faktor genetik, sehingga upaya perbaikan ciri-ciri ini relatif sulit dilakukan. Faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap ketiga ciri tersebut diduga adalah faktor iklim dan peranan serangga penyebuk.

Penanaman dilakukan pada waktu musim kemarau, pada saat pembungaan telah memasuki musim penghujan disertai hembusan angin yang

kencang sehingga menerbangkan serbuk sari bunga matahari lebih jauh. Dengan demikian keragaman yang terjadi untuk ketiga ciri tersebut banyak dipengaruhi oleh faktor lingkungan.

Sebagian besar ciri yang dikaji tidak menunjukkan korelasi yang nyata dengan ciri bobot biji per kapitula kecuali ciri jumlah biji tidak terbentuk per kapitula yang menunjukkan korelasi positif ($r = 0,36^*$) (Tabel 3). Korelasi positif sangat nyata juga ditunjukkan antara bobot 100 biji dengan bobot biji ($r = 0,75^{**}$). Hasil analisis lintasan menunjukkan bahwa jumlah biji tidak terbentuk per kapitula dan bobot 100 biji menunjukkan pengaruh langsung yang paling besar masing-masing $P_9 = 0,27$ dan $P_{12} = 0,84$ (Tabel 4).

Hal ini dapat dimengerti jika bunga matahari membentuk biji yang banyak, maka akan terjadi persaingan dalam mendapatkan fotosintat yang diagihkan ke biji. Oleh sebab itu, terjadi pengorbanan bagi biji-biji yang lain dalam kapitula yang sama untuk tidak membentuk biji yang beras. Demikian juga, jika jumlah biji yang terbentuk lebih sedikit, maka fotosintat akan diagihkan secara penuh ke biji-biji yang ada, sehingga ukuran biji (bobot 100 biji) menjadi lebih besar dan bobot biji per kapitula juga menjadi tinggi.

Tabel 5. Analisis varians ciri-ciri bunga matahari pada perlakuan aksesi dan penutupan kapitula

Sumber keragaman	Derajat bebas	Kuadrat tengah		Jumlah biji beras/kapitula	Jumlah biji tidak beras/kapitula
		Diameter kapitula	Jumlah biji beras/kapitula		
Replikasi	2	197,36	182,32	56096,60	
Aksesi	4	559,71 **	8471,92 **	80961,60 **	
Perlakuan	1	0,14 ns	57484,60 **	459700,00 **	
Interaksi AxP	4	109,08 ns	7114,51 **	22191,90 ns	
Galat	18	57,37	509,34	14379,60	

Keterangan : *p<0,05 **p<0,01

Tabel 6. Pengaruh perlakuan penutupan kapitula terhadap jumlah biji beras/kapitula, jumlah biji tidak beras/kapitula dan persentase biji beras

Aksesi	Perlakuan Kapitula	Diameter kapitula (cm)	Jumlah biji beras/kapitula	Jumlah biji tidak beras/kapitula	Persentase biji beras (%)	Kriteria Kompatibilitas
Aksesi 1	Dibuka	66,35	206,77	221,97	48,22	-
Aksesi 1	Ditutup	55,26	12,73	579,13	2,15	Sangat rendah
Aksesi 2	Dibuka	50,85	136,60	70,63	65,91	-
Aksesi 2	Ditutup	63,06	22,43	427,20	4,99	Sangat rendah
Aksesi 3	Dibuka	47,78	76,93	180,93	29,83	-
Aksesi 3	Ditutup	44,32	10,38	406,47	2,49	Sangat rendah
Aksesi 4	Dibuka	40,09	29,00	519,40	5,29	-
Aksesi 4	Ditutup	40,46	7,50	580,70	1,28	Sangat rendah
Aksesi 5	Dibuka	38,41	51,65	269,80	16,07	-
Aksesi 5	Ditutup	41,05	10,17	507,13	1,97	Sangat rendah

Pengamatan kompatibilitas sendiri dilakukan secara visual pada saat pembungaan (R5) dengan cara melihat kedudukan stamen dan pistil. Dalam pengamatan secara visual diketahui kedudukan pistil bunga matahari lebih tinggi daripada kedudukan stamen (heterostili), sehingga terjadi inkompatibilitas heteromorfik, yakni tipe *Pin*, sehingga keberadaan lebah, kupu-kupu dan burung sangat penting sebagai polinator untuk membantu penyerbukan dan menghasilkan biji.

Bunga matahari termasuk tanaman dengan inkompatibilitas sporofitik, yakni inkompatibilitas tidak hanya ditentukan oleh alel-alel S yang terdapat di dalam serbuk sari dan ovarii, tetapi juga ditentukan oleh bentuk hierarki dominansi dari alel S. Dalam hal ini alel S1 dominan terhadap semua alel, alel S2 dominan terhadap semua alel kecuali alel S1, alel S3 dominan terhadap semua alel kecuali alel S1 dan S2 dan seterusnya. Induk jantan dengan genotip S1 S2 akan menghasilkan serbuk sari dengan fenotip S1 walaupun terdapat alel S2. Alel S2 dominan terhadap S3, S2 inkompatibel dengan S1S2 sehingga tidak terjadi fertilisasi (inkompatibilitas)(Gandhi *et al.*, 2005).

Seleksi kompatibilitas yang kedua menggunakan percobaan faktorial dengan dua

faktor. Faktor pertama adalah aksesi bunga matahari dan faktor kedua adalah perlakuan kapitula ditutup (dibungkus) atau dibiarkan terbuka. Penutupan kapitula dilakukan sebelum kapitula mekar sepenuhnya (fase R3). Hasil analisis varians disajikan pada Tabel 5.

Pengaruh perlakuan penutupan kapitula terhadap jumlah biji beras/kapitula, bobot biji dan persentase biji beras disajikan pada Tabel 6.

Setiap kapitula yang terbuka mempunyai jumlah biji beras yang jauh lebih banyak dibandingkan dengan jumlah biji beras pada kapitula yang ditutup, dan sebaliknya setiap kapitula yang terbuka mempunyai jumlah biji yang tidak beras lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah biji tidak beras pada kapitula yang ditutup. Aksesi yang terbuka mempunyai biji beras sebanyak 5,29-65,91%, sedangkan aksesi yang tertutup mempunyai biji beras sebanyak 1,28-4,99%. Hal ini menunjukkan bahwa aksesi-aksesi mempunyai tingkat kompatibilitas yang berbeda. Kompatibilitas tergantung pada keberadaan polinator. Lebah madu merupakan polinator utama pada budidaya bunga matahari. Jika jumlah lebah kurang pada suatu lahan tanaman bunga matahari, maka biji yang dipanen sangat sedikit (Radaeva,

1994).

Kelima aksesi bunga matahari yang dikaji menunjukkan tingkat kompatibilitas sendiri yang sangat rendah. Dengan demikian, aksesi bunga matahari tersebut masih sangat tergantung pada keberadaan serangga penyerbuk. Hal ini terjadi karena bunga matahari mempunyai stigma yang menyembul keluar dengan posisi yang lebih tinggi dibandingkan dengan posisi anther sehingga stigma lebih reseptif dari serbuk sari bunga matahari yang lain, tetapi tidak reseptif terhadap serbuk sari dari kapitula yang sama. Keadaan ini menyebabkan tanaman bunga matahari termasuk tanaman menyerbuk silang.

KESIMPULAN

Ciri jumlah biji terbentuk per kapitula, jumlah biji tidak terbentuk per kapitula dan bobot biji per kapitula menunjukkan KKG tinggi.

Semua ciri yang diteliti menunjukkan heritabilitas yang rendah dan agak rendah

Ciri jumlah biji tidak terbentuk per kapitula dan bobot 100 biji menunjukkan korelasi positif dengan ciri bobot biji per kapitula. Kedua ciri ini juga menunjukkan pengaruh langsung terbesar dengan bobot biji per kapitula.

Kedudukan pistil bunga matahari lebih tinggi daripada kedudukan stamen (heterostili), sehingga terjadi inkompatibilitas heteromorfik, yakni tipe *Pin*.

Bunga matahari termasuk tanaman dengan inkompatibilitas sporofitik, yakni inkompatibilitas tidak hanya ditentukan oleh alel-alel S yang terdapat di dalam serbuk sari dan ovarii, tetapi juga ditentukan oleh bentuk hierarki dominansi dari alel S.

Aksesi bunga matahari yang dikaji menunjukkan tingkat kompatibilitas sendiri yang sangat rendah sehingga penyerbukannya masih sangat tergantung pada keberadaan serangga penyerbuk.

SANWACANA

Ucapan Terima kasih disampaikan kepada DP3M-Ditjen Dikti yang telah memberikan pendanaan untuk Riset Fundamental tahun 2008-2009.

DAFTAR PUSTAKA

- Borojevic. S. 1990. Principles and Methods of Plant Breeding. Elsevier Sci. Pub. Co. Inc, New York
- Dewey, D.R. and Lu, K.U. 1959. A correlation and path-coefficient analysis of components of crested wheat grass seed production. *Agron. J.* 51 : 515-518.
- Falconer, D.S. 1989. Introduction to quantitative genetics. John Wiley and Sons, Inc, New York
- Fehr, W.R. 1987. Breeding methods for cultivar development. In. Wilcox, J.R.(eds.) Soybeans : Improvement, production, and uses, p. 249-290. American Society of Agronomy, Inc; Crop Science Society of America, Inc; Soil Science Society of America, Inc.
- Gandhi S, A. Heesacker, C. Freeman, J. Argyris, K.J. Bradford, and S.J. KnappJ. 2005. The self-incompatibility locus (S) and quantitative trait loci for self-pollination and seed dormancy in sunflower. *Theor. And Applied Gen.* 15 : 57-64
- Haeruman, M. 1991. Parameter genetik, seleksi sifat hasil dan sifat non bunting pada populasi radiasi sinar gamma dan neutron generasi VM3 bawang putih. *Zuriat* 2(1) : 66-61.
- Hallauer, A.R. dan Miranda, J.B. 1981. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State University Press, Iowa
- Jan, C.C. 2000. Cytoplasmic male sterility in two wild *Helianthus annuus* L. Accessions and their fertility restoration. *Crop Sci.* 40 : 1535-1538.
- Jan, C.C. and T. Gulya. 2006. Registration of three virus resistant sunflower genetic stocks. *Crop Sci.* : 1834-1835.
- Khanna, K.R. and K.K. Gupta. 1978. Dwarf sunflowers for fitting in rotations requiring a short duration crop. *Curr. Sci.* 47 (1) : 27-29
- Poehlman, J.M.1979. Breeding Field Crop. Westport, Connecticut : AVI Publishing Company, Inc.
- Putnam, D.H, E.S.Oplinger, D.R. Hicks, B.R.

- Durgan, D.M. Noetze, R.A. Meronuck, J.D. Doll, and E.E. Schulte. 1990. Sunflower, Alternative Field Crops Manual. University of Minnesota, Minnesota
- Radaeva, E.N. 1994. Bee pollination increases the yield of sunflower seeds (*Helianthus annuus* L.). Pchelovodstvo (2) : 33-38.
- Singh, R. K. and B. D. Chaudary. 1979. Biometrical Methods In Quantitative Genetic Analysis. Ludhiana. Kalyani publisher, New Delhi
- Suprapto, 2006. Estimasi parameter genetik tanaman bunga matahari di lapangan di kawasan Provinsi Bengkulu (tidak dipublikasikan).
- Walter, S. 2004. Principles and Methods of Plant Breeding. Elsevier Sci. Pub.Co.Inc, New York