

RATIO OPTIMUM GALUR MANDUL JANTAN (*A line*) DAN GALUR PEMULIH KESUBURAN (*R line*) PADA PRODUKSI BENIH HIBRIDA KAPAS

Optimum Ratio Of Male Sterile (A Line) and Restorer (R Line) for Cotton Hybrid Seed Production

SIWI SUMARTINI, ABDURRAKHMAN, M. MACHFUD, dan E. SULISTYOWATI

Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat
Jalan Raya Karangploso Kotak Pos 199 Malang

e-mail: siwi.sumartini@gmail.com

(Diterima Tgl. 25-6-2012 - Disetujui Tgl. 28-1-2013)

ABSTRAK

Teknologi kapas hibrida merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan produksi kapas nasional. Sampai saat ini belum tersedia varietas kapas hibrida nasional untuk program pengembangan kapas nasional. Penelitian ini bertujuan mengetahui ratio galur (*A line*) mandul jantan dan galur pemulih kesuburan (*R line*) yang optimum untuk menghasilkan benih hibrida kapas paling tinggi dengan cara persilangan alami. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Pasirian-Lumajang, Jawa Timur mulai Januari sampai Desember 2011. Percobaan ini terdiri dari satu perbandingan T1 dengan penyerbukan manual dan 5 perbandingan ratio (*A line* : *R line*) yang berbeda, yaitu T2 (3:2), T3 (4:2), T4 (5:2), T5 (6:2), dan T6 (7:2) dengan penyerbukan alami. Perlakuan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) diulang 3 kali dengan luas petak masing-masing perlakuan 25 m x 5 m. Benih kapas ditanam dengan jarak 125 cm x 25 cm. Pupuk yang diberikan sebanyak 300 kg pupuk majemuk (15 N:15 P₂O₅:15 K₂O) dan 100 kg pupuk Urea/ha. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan penyerbukan manual (T1) menghasilkan kapas berbiji sebanyak 1023 kg/ha, nyata paling tinggi dibandingkan perlakuan dengan penyerbukan alami. Terdapat korelasi positif yang sangat nyata antara hasil kapas berbiji dengan jumlah populasi ($r = 0.75967$). Hasil kapas berbiji tidak berbeda pada perlakuan T2 sampai T6 yang bervariasi antara 377- 452 kg kapas berbiji/ha, dengan efisiensi penyerbukan alami sebesar 37–45%. Untuk produksi benih hibrida dengan persilangan alami dapat digunakan ratio 7 baris tetua betina dan 2 baris tetua jantan (perlakuan T6). Harga benih hibrida kapas yang dihasilkan dengan cara penyerbukan alami sebesar Rp. 98.571,-/kg sedangkan dengan cara penyerbukan manual sebesar Rp. 101.826,-/kg.

Kata kunci: *Gossypium hirsutum*, mandul jantan, pemulih kesuburan, penyerbukan manual, penyerbukan alami

ABSTRACT

Hybrid cotton technology is an attempt to increase the national cotton production. Hybrid cotton varieties is not yet available for the national cotton development program. This study was aimed at determining optimum ratio of male sterile lines (*A line*) and restorers (*R line*) lines for producing high hybrid cotton seed yield. The experiment was conducted in the Experimental Garden Pasirian-Lumajang, East Java from January to December 2011. This experiment consisted of T1 with manual pollination (control), and 5 different ratios (*A line* : *R line*) with natural pollination namely T2 (3:2), T3 (4:2), T4 (5:2), T5 (6:2) and T6 (7:2). Treatments were arranged in a randomized block design (RBD) with 3 replications, plot size was 25 m x 5 m of each. Seeds were sown with a distance of 125 cm x 25 cm. Fertilizers given were 300 kg of compound fertilizer (15 N: 15 P₂O₅: 15 K₂O) and 100 kg Urea /ha. From this research

it was found out that the T1 treatment by manual pollination produced as much 1023 kg seed cotton yield / ha, was the highest compared to natural pollination treatments. There was high correlation between seed cotton yield and plant population ($r = 0.75967$). Seed cotton yield of T2 to T6 treatments was not significantly different, which varies between 377-452 kg/ha, with natural pollination efficiency of 37-45%. Therefore, for cotton hybrid seed production based male sterility by natural crossing, 7 rows of female lines and 2 rows of male lines ratio (treatment T6) can be used. Price of cotton hybrid seed by natural pollination as much as Rp. 98,571, - /kg while by manual pollination as much as Rp. 101, 826, - /kg.

Key words: *Gossypium hirsutum*, male sterile, restorer, manual pollination, natural pollination

PENDAHULUAN

Teknologi kapas hibrida merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan produksi kapas nasional. Sampai saat ini belum tersedia varietas kapas hibrida nasional untuk program pengembangan kapas nasional. Pada tahun 2007, tiga varietas kapas hibrida hasil introduksi dari Cina, yaitu HSC 138, HSC 188, dan HSD 51 telah dilepas secara resmi oleh Menteri Pertanian RI dengan SK Mentan No. 308-310/Kpts/SR.120/9/2007 (MENTERI PERTANIAN, 2007) dan mulai ditanam secara terbatas di beberapa lokasi pengembangan kapas. Harga benih kapas hibrida pada saat itu Rp. 225.000,- per kilogram (DIREKTUR PERBENIHAN DAN SARANA PRODUKSI, 2007). Produktivitas kapas hibrida pada tingkat petani lebih rendah dari potensi produksinya karena varietas-varietas hibrida yang diintroduksi tidak tahan terhadap hama utama kapas, yaitu *Amrasca biguttula*.

Produksi benih kapas hibrida dapat ditempuh dengan dua cara, yaitu secara konvensional dan dengan memanfaatkan sifat jantan mandul (*male-sterility*). Produksi kapas hibrida yang efisien membutuhkan tetua betina yang mandul jantan, tanpa kehilangan *fertilitas* organ betina ataupun vigor reproduktif. Adapun ciri-ciri tanaman yang memiliki sifat mandul jantan adalah bunganya kecil dengan organ-organ bunga yang kecil (*pistil*, *calyx*, *style*,

dan *ovary*), dan jumlah anter yang terbatas (ZHANG dan STEWART, 2001).

Strategi pengembangan varietas hibrida kapas nasional akan dilakukan dengan mengaplikasikan teknologi mandul jantan pada tetua betina. Mandul jantan merupakan karakter yang diturunkan secara maternal yang berasosiasi dengan *open reading frame* (OFRs) yang tidak normal pada genom mitokondria. Mandul jantan dapat dipulihkan dengan gen pemulih kesuburan (*Rf*) yang berada di dalam inti. Kemandulan disebabkan karena adanya gen mitokondrial yang menyebabkan disfungsi sitoplasma, sedangkan gen *Rf* yang dikendalikan oleh gen di dalam inti mampu menekan disfungsi sitoplasma tersebut (ECKARDT, 2006).

Meskipun di India telah ditemukan sistem *Genetic male sterility* (GMS), *Cytoplasmic genic male sterility* (CGMS), dan *restorer line* pada kapas, efektivitas penyebaran pollen selalu menjadi masalah yang harus dihadapi (BASU, 1990). Penggunaan metode mandul jantan dalam memproduksi benih hibrida hanya mengurangi biaya *emaskulasi*, sedangkan penyerbukan masih harus dilakukan secara manual. Pemilihan lahan dan petani pelaksana perbenihan yang tepat merupakan faktor utama dalam mencapai produksi benih yang tinggi. Selain itu, produksi benih yang maksimum juga memerlukan pengelolaan tanaman untuk menghasilkan pollen yang mencukupi pada saat bunga-bunga betina memerlukan (SINGH 2004). Jika tetua jantan umurnya lebih panjang 10-15 hari dibandingkan dengan umur tetua betina maka tetua jantan harus ditanam 10-15 hari lebih awal daripada tetua betina. Namun demikian, hal tersebut dapat juga dilakukan dengan penanaman tetua jantan secara bertahap untuk mendapatkan ketersediaan pollen yang berkesinambungan (SHANTY *et al.*, 2013). Jumlah pollen yang dibutuhkan menentukan besarnya ratio pertanaman tetua betina dan tetua jantan. Dalam memproduksi benih kapas hibrida dengan menggunakan metode CGMS, ratio untuk tanaman kapas 2:1, 3:1, atau 4:1 (SOPANRAO, 2008 dan SINGH *et al.*, 2000).

Tanaman kapas (*Gossypium* sp.) biasanya menyerbuk sendiri. Tetapi, dari hasil penelitian di Knoxville, Tennessee, Amerika Serikat dilaporkan terjadinya persilangan alami sebesar 29–60% pada 79 kultivar *G. hirsutum* pada pertanaman yang tidak disemprot insektisida (JOSHUA, 1980). Menurut NILES dan FEASTER (1984), persilangan alami pada kapas bisa terjadi lebih dari 50%. Produksi benih galur mandul jantan (*A line*) dapat menyamai produksi benih galur yang subur jantan (*B line*) jika terdapat 13-14 populasi lebah per hektar (SUMAN *et al.*, 2002). Untuk mendapatkan produksi benih yang tinggi pada tanaman yang persilangannya dibantu oleh lebah

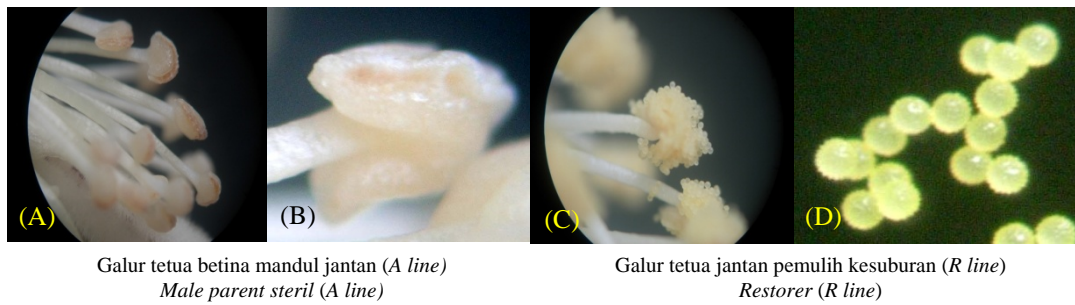
(*insect-pollinated*), harus tersedia cukup lebah pada saat pembungaan (WRIGHT, 1980).

Penyerbukan alami pada kapas dapat terjadi pada jarak 5-45 m. Pada jarak 5 m terjadi penyerbukan alami sebesar 12,80%, sedangkan pada jarak 45 m sebesar 0,67–0,93% (DEOSARKAR *et al.*, 2007). Menurut SINGH *et al.* (2000) penyerbukan alami pada kapas berkisar antara 0–60%. Beberapa laporan menunjukkan variasi persentase penyerbukan alami seperti di Gezira-Sudan sebesar 0–3,32% (SINGH, 2004), India sebesar 6% (ALI *et al.*, 2004), dan Turki sebesar 0-13% (BOZBEK *et al.*, 2008). Dalam penyerbukan alami, pollen kapas disebarkan oleh lebah dan efisiensi penyebarannya bergantung pada jumlah dan distribusi koloni lebah (VAISSIERE *et al.*, 2012). DEYNZE *et al.* (2005) melaporkan terjadi penyebaran pollen sebesar 7,65% pada jarak 0,3 m jika aktivitas lebah relatif tinggi. Jika populasi lebah rendah atau tidak ada maka penyebaran pollen kurang dari 1% pada jarak 1 m. HUTMACHER *et al.* (2006) melaporkan terjadi penyerbukan alami sebesar 1,42% pada jarak 2 meter

Upaya mendapatkan teknologi produksi benih kapas hibrida telah dilakukan beberapa kegiatan untuk mendapatkan *A line* dan *R line*. Sampai dengan tahun 2011 telah diperoleh 18 galur Kanesia mandul jantan BC4 (*A line*), yang diperoleh dengan cara memindahkan sifat mandul jantan (*male steril*) dari plasma nutfah kapas ke dalam varietas unggul yang toleran terhadap hama *A. biguttula*, yaitu Kanesia 7, Kanesia 8, dan Kanesia 9 dengan metode silang balik (*back-crosses*) yang dilakukan sejak tahun 2007. *R line* diperoleh dari kegiatan evaluasi plasma nutfah kapas pada tahun 2009 dan diperoleh 8 varietas yang memiliki sifat pemulih kesuburan, yaitu 9443, 9445, 9446, CTX 2, CTX 4, CTX 5, CTX 6, dan CTX 7 (BALAI PENELITIAN TANAMAN PEMANIS DAN SERAT, 2010). Pengujian perbandingan berbagai ratio tetua *A line* dan *R line* yang ditanam di dalam satu hamparan, perlu dilakukan untuk memperoleh benih kapas hibrida dengan metode penyerbukan alami yang efisien. Setelah proses penyerbukan selesai, dilanjutkan dengan pemusnahan tanaman tetua *R line*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ratio tetua *A line* dan tetua *R line* yang optimum dengan penyerbukan alami untuk menghasilkan benih hibrida kapas tinggi dan biaya produksi yang murah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan (KP.) Pasirian, Lumajang, Jawa Timur pada bulan Januari sampai Desember 2011. Tetua betina digunakan galur *A line* 06050 (CTX 1 x Kanesia 7) BC3, sedangkan tetua jantan digunakan galur *R line* varietas 9445 (Gambar 1).



Gambar 1. A. Benang sari tetua betina mandul jantan yang keriput. B. Kantong sari tidak mengandung pollen. C. Benang sari tetua jantan subur dengan kantong sari penuh pollen. D. Pollen kapas lengket satu sama lain
 Figure 1. A. *Wrinkled anther of male sterile female parent*. B. *Empty pollen sack*. C. *Healthy anther of male fertile female parent with pollen sack full of pollen grain*. D. *Cotton pollen grain attached to each other*.

Penelitian terdiri dari satu perbandingan yaitu T1 dan 5 perbandingan ratio yang berbeda antara tetua betina (*A line*) : tetua jantan (*R line*), yang dilakukan dengan penyerbukan alami yaitu T2 (3 : 2), T3 (4 : 2), T4 (5 : 2), T5 (6 : 2), dan T6 (7 : 2) (Tabel 1). Percobaan dirancang dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dan diulang 3 kali dengan luas petak masing-masing perlakuan 25 m x 5 m. Untuk melindungi tanaman kapas muda dari serangan hama *A. biguttula*, benih kapas dicampur dengan larutan insektisida *imidakloprit* dosis 10-20 ml/kg kemudian

dikeringanginkan selama 10-15 menit. Benih kapas ditanam dengan jarak 125 cm x 25 cm sesuai dengan panduan produksi benih kapas (PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERKEBUNAN, 2007). Tetua jantan ditanam 7 hari lebih awal, karena umur berbunga galur tetua betina 7 hari lebih pendek dibandingkan dengan galur tetua jantan. Setiap plot percobaan dibatasi dengan 2 m tanaman wijen (*Sesamum indicum* L.) dan di sekeliling percobaan ditanami *Crotalaria juncea* sebagai tanaman pengundang lebah.

Tabel 1. Ratio galur tetua betina mandul jantan (*A line*) dan galur tetua jantan pemulih kesuburan (*R line*) di dalam satu petak ukuran 25 m x 5 m
 Table 1. *Ratio of male sterile parent (A line) and restorer female parent (R line) in a plot of 25 m x 5 m size*

Perlakuan <i>Treatments</i>	Rasio (<i>A line</i>) : (<i>R line</i>) <i>Ratio of (A line) : (R line)</i>																		Jumlah populasi tetua betina (<i>A line</i>)/ha <i>Population of female parent (A line)/ha</i>	
T1 (pembanding)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	32.000
T2 (3 : 2)	A	A	A	R	R	A	A	A	R	R	A	A	A	R	R	A	A	A	R	19.200
T3 (4 : 2)	A	A	A	A	R	R	A	A	A	A	R	R	A	A	A	A	R	R	A	22.400
T4 (5 : 2)	A	A	A	A	A	R	R	A	A	A	A	A	R	R	A	A	A	A	A	24.000
T5 (6 : 2)	A	A	A	A	A	A	R	R	A	A	A	A	A	A	R	R	A	A	A	25.600
T6 (7 : 2)	A	A	A	A	A	A	A	R	R	A	A	A	A	A	A	A	R	R	A	25.600

Pemeliharaan tanaman dilakukan secara optimal, yaitu dengan cara tanaman dipupuk dengan 300 kg pupuk majemuk (15 N : 15 P₂O₅ : 15 K₂O) dan 100 kg Urea/ha. Pada masa pembungaan sampai pengisian buah, curah hujan sangat rendah sehingga pemberian air dilakukan dua kali yaitu pada umur 75 dan 95 hari. Selama pertumbuhan, tanaman tidak disemprot dengan insektisida kimia.

Parameter pengamatan antara lain (1) hasil kapas berbiji; (2) efisiensi penyerbukan; (3) komponen produksi yang terdiri dari jumlah buah per tanaman, bobot buah, jumlah biji per buah, dan bobot 100 biji; (4) jumlah serangga penyerbuk; dan (5) biaya produksi benih hibrida. Pengamatan jumlah serangga penyerbuk dilakukan

sebanyak tiga kali dengan menangkap serangga di lokasi penelitian menggunakan jaring (*sweep net*) pada pagi hari antara pukul 08.00-09.00. Data dianalisis dengan sidik ragam (*Analysis of variance*) dan jika berbeda nyata dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (*Least Significant Difference*) 5%. Untuk mengetahui hubungan komponen pengamatan dilakukan analisis Korelasi PEARSON. Efisiensi penyerbukan alami dihitung dengan rumus:

$$\text{Efisiensi penyerbukan} = \frac{\text{hasil kapas berbiji perlakuan penyerbukan alami}}{\text{hasil kapas berbiji perlakuan penyerbukan manual}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kapas berbiji

Hasil kapas berbiji yang diperoleh perlakuan T1 lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan dengan T2-T6, sedangkan diantara perlakuan T2-T6 tadi menunjukkan

perbedaan (Tabel 2), dengan cara penyerbukan manual sebesar 1.023 kg/ha. Hasil analisis korelasi menunjukkan adanya korelasi yang sangat nyata antara hasil kapas berbiji dengan jumlah populasi tanaman tetua betina yaitu ($R = 0,76$).

Tabel 2. Hasil kapas berbiji dan efisiensi penyerbukan alami
Table 2. Seed cotton yield and natural pollination efficiency

Perlakuan <i>Treatments</i>	Hasil kapas berbiji <i>Seed cotton yield</i> (kgs/ha)	Efisiensi penyerbukan alami <i>Natural pollination efficiency</i> (%)	Populasi tetua betina/ha <i>Female line populations/ha</i>
Penyerbukan manual <i>Hand pollination</i>			
T1 (25 baris tetua betina/petak sebagai pembanding)	1023,23 a	100,0 a	32.000
Penyerbukan alami <i>Natural pollination</i>			
T2 (3 : 2)	447,00 b	43,90 b	19.200
T3 (4 : 2)	418,83 b	41,43 b	22.400
T4 (5 : 2)	377,07 b	37,50 b	24.000
T5 (6 : 2)	445,30 b	44,13 b	25.600
T6 (7 : 2)	452,07 b	45,53 b	25.600
Rata-rata <i>Mean</i>	527,27	52,08	
KK CV (%)	15,59	8,69	

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT pada taraf 5%
Note : Numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different at 5% of LSD test

Komponen produksi

Jumlah buah per tanaman bervariasi antara 14-21 buah, bobot buah bervariasi antara 1,6-1,9 gram, jumlah biji di dalam satu buah bervariasi antara 7-10 biji, dan bobot 100 biji bervariasi antara 9-10 gram (Tabel 3.). Jumlah buah per tanaman pada perlakuan penyerbukan manual T1 paling tinggi, yaitu 21 buah/tanaman, sedangkan pada penyerbukan alami sebanyak 14-16 buah/tanaman, tidak berbeda diantara perlakuan. Terdapat korelasi sangat nyata antara jumlah buah dengan hasil kapas berbiji ($R = 0,85$) dan jumlah buah dengan jumlah populasi ($R = 0,55$), sedangkan jumlah buah berkorelasi negatif dengan bobot biji ($R = -0,57$).

Bobot buah kapas merupakan kombinasi bobot serat, jumlah biji, dan bobot biji. Bobot buah hasil penyerbukan manual tidak berbeda dibandingkan dengan hasil penyerbukan alami. Jumlah biji pada perlakuan penyerbukan manual lebih banyak dibandingkan dengan

penyerbukan alami, tetapi bobot bijinya lebih rendah. Bobot buah berkorelasi positif sangat nyata dengan jumlah biji ($R = 0,55$), sedangkan bobot biji berkorelasi negatif dengan jumlah biji ($R = -0,58$). BOLEK (2006) melaporkan bahwa pada penyerbukan manual proses transfer pollen dari tetua jantan ke tetua betina terjadi lebih sempurna dibandingkan dengan penyerbukan alami. Rendahnya jumlah buah, bobot buah, dan jumlah biji yang terbentuk pada perlakuan penyerbukan alami di KP. Pasirian tahun 2011 kemungkinan disebabkan karena rendahnya pollen yang jatuh ke kepala putik yang menyebabkan terganggunya proses penyerbukan. SAEED *et al.* (2012) melaporkan bahwa penyerbukan alami pada kapas yang penyerbukannya dilakukan di dalam *green house* oleh lebah yang dilepas di dalam *green house* tersebut diperoleh bobot buah dan jumlah biji per buah paling banyak dibandingkan dengan penyerbukan manual, sedangkan hasil yang paling rendah adalah pada penyerbukan alami di luar *green house*.

Tabel 3. Jumlah buah, bobot buah, jumlah biji, dan bobot 100 biji pada perlakuan penyerbukan manual dan penyerbukan alami pada kapas
 Table 3. *Number of bolls, boll weight, number of seeds, and 100 seed weight by hand and natural cotton pollination treatments*

Perlakuan <i>Treatments</i>	Jumlah buah per tanaman <i>Number of bolls per plant</i>	Bobot buah <i>Boll weight (gram)</i>	Jumlah biji per buah <i>Number of seeds per boll</i>	Bobot 100 biji <i>100 seeds weight (gram)</i>
Penyerbukan manual <i>Hand pollination</i>				
T1 (25 baris tetua betina/petak sebagai pembanding)	21,67 a	1,93 a	10,67 a	9,17 c
Penyerbukan alami <i>Natural pollination</i>				
T2 (3 : 2)	15,00 b	1,99 a	10,00 ab	9,57 bc
T3 (4 : 2)	16,33 b	1,61 b	7,67 c	9,80 a-c
T4 (5 : 2)	14,67 b	1,74 ab	8,00 c	9,73 a-c
T5 (6 : 2)	14,67 b	1,83 ab	8,67 bc	10,13 ab
T6 (7 : 2)	15,67 b	1,77 ab	8,00 c	10,36 a
Rerata <i>Mean</i>	16,33	1,81	8,83	9,79
KK CV (%)	15,53	8,09	11,13	4,14

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT pada taraf 5%
 Note: *Numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different by LSD test at 5%*

Jumlah serangga penyerbuk

Dari tiga kali pengamatan yang dilakukan di KP. Pasirian, jumlah serangga penyerbuk per hari sebanyak 22 ekor yang terdiri dari kupu-kupu, lebah, dan kumbang (Tabel 4). NILES dan FEASTER (1984) melaporkan bahwa produksi kapas berbiji menggunakan galur mandul jantan dapat menyamai produksi dengan menggunakan galur subur jantan jika terdapat 13-14 ekor kumbang per hektar, sedangkan dari hasil pengamatan di KP. Pasirian jumlah kumbang hanya 3 ekor. Hal ini kemungkinan yang menyebabkan efisiensi penyerbukan alami di KP. Pasirian hanya mencapai 37-45%.

Tabel 4. Rata-rata jumlah serangga penyerbuk per hari di KP. Pasirian
 Table 4. *Average of pollinator insect per day in the Pasirian Experimental Garden*

Serangga penyerbuk <i>Pollinator insect</i>	Jumlah serangga <i>Number of insect</i>
Kupu-kupu (Lepidoptera)	6
Lebah (Hymenoptera)	13
Kumbang (Coleoptera)	3
Jumlah <i>Total</i>	22

Biaya produksi

Biaya yang diperlukan untuk perbanyak benih hibrida pada perlakuan penyerbukan manual lebih tinggi, yaitu sebesar Rp. 44.401.000,-/ha, dibandingkan dengan biaya pada perlakuan penyerbukan alami sebesar Rp. 17.694.000,-/ha. Hal ini disebabkan oleh tingginya biaya penyerbukan, yaitu sebesar Rp. 22.500.000 per hektar. Biaya produksi setelah dikurangi dengan hasil penjualan serat kapas pada perlakuan penyerbukan manual sebesar Rp. 41.647.000,-/ha dan pada perlakuan penyerbukan alami sebesar Rp. 16.560.000,-/ha (Tabel 5).

Benih hibrida kapas bersih (*delinted*) yang diperoleh dari perlakuan penyerbukan manual sebanyak 409 kg/ha dan dari perlakuan penyerbukan alami sebanyak 168 kg/ha. Setelah biaya produksi dibagi dengan jumlah benih maka harga benih hibrida kapas yang dihasilkan dengan perlakuan penyerbukan alami sebesar Rp. 98.571,-/kg lebih murah jika dibandingkan dengan perlakuan penyerbukan manual sebesar Rp. 101.826,-/kg. Harga benih kapas hibrida akan dapat ditekan menjadi lebih murah jika produksi benih kapas hibrida mandul jantan dengan penyerbukan secara alami dapat ditingkatkan menyamai produksi benih kapas hibrida dengan cara penyerbukan manual.

Tabel 5. Estimasi biaya produksi benih hibrida kapas per hektar
 Table 5. Estimation of cotton hybrid seed production cost per hectare

Jenis kegiatan <i>Activities</i>	Volume <i>Volume</i>	Satuan <i>Unit</i>	Harga satuan <i>Unit cost</i> (Rp. 000)	Total biaya <i>Total cost</i> (Rp. 000,-)	
				Penyerbukan alami <i>Natural crossing</i>	Penyerbukan manual <i>Hand crossing</i>
Persiapan lahan/ <i>Field preparation</i>	160	HOK	25	4.000	4.000
Tanam/ <i>Planting</i>	45	HOK	25	1.125	1.125
Pemeliharaan tanaman/ <i>Plant management</i>	250	HOK	25	6.250	6.250
Pengairan 2x/ <i>Irrigation 2x</i>	20	HOK	25	500	500
Penyerbukan/ <i>Pollination</i>	900	HOK	25	0	22.500
Panen dan penjemuran/ <i>Harvesting and drying</i>	48	HOK	25	1.200	1.200
Prosesing benih dan packing/ <i>Seed processing and packaging:</i>					
1) penyerbukan alami/ <i>natural pollination</i>	422	kg	7	2.954	0
2) penyerbukan manual/ <i>hand pollination</i>	1023	kg	7	0	7.161
Jumlah biaya I/ <i>Total cost I</i>				16.029	42.736
Benih/ <i>Seed</i>	10	kg	37,5	375	375
Pupuk/ <i>Fertilizer</i>	300	kg	2,5	750	750
Insectisida benih/ <i>Seed insecticide</i>	1	botol	40	40	40
Lain-lain/ <i>Other charges</i>	1	unit	500	500	500
Jumlah biaya II/ <i>Total cost II</i>				1.665	1.665
Jumlah biaya I dan II/ <i>Total cost I and II</i>				17.694	44.401
<i>Penjualan serat/Lint sale:</i>					
1) penyerbukan alami/ <i>natural pollination</i>	126	kg	9	1.134	
2) penyerbukan manual/ <i>hand pollination</i>	306	kg	9		2.754
Total biaya bersih/ <i>Total cost netto</i>				16.560	41.647
<i>Harga benih delinted hibrida kapas per kg</i> <i>Cotton hybrid delinted seed price per kg</i>					
1) penyerbukan alami/ <i>natural pollination</i>	168	kg		98	
2) penyerbukan manual/ <i>hand pollination</i>	409	kg			102

KESIMPULAN

Perlakuan penyerbukan manual (T1) menghasilkan kapas berbiji sebanyak 1023 kg/ha, paling tinggi dibandingkan perlakuan dengan penyerbukan alami. Terdapat korelasi positif yang sangat antara hasil kapas berbiji dengan jumlah populasi tanaman tua betina yaitu ($r = 0.76$). Bobot buah berkorelasi positif sangat nyata dengan jumlah biji per buah ($r = 0.55$), sedangkan bobot biji berkorelasi negatif dengan jumlah biji per buah ($r = -0.58$).

Hasil kapas berbiji tidak berbeda pada perlakuan T2 sampai dengan T6 pada penyerbukan alami, yang bervariasi antara 377-452 kg kapas berbiji/ha, dengan efisiensi penyerbukan alami sebesar 37-45%. Untuk

produksi benih hibrida dengan persilangan alami dapat digunakan ratio 7 baris tua betina dan 2 baris tua jantan.

Harga benih hibrida kapas yang dihasilkan dengan cara penyerbukan alami sebesar Rp. 98.571,-/kg, sedangkan dengan cara penyerbukan manual sebesar Rp. 101.826,-/kg.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Saudara Moch. Yasin, B.A. dan Hadi Santoso, serta seluruh staf KP Pasirian, Lumajang, Jawa Timur yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- ALI, A.M., W.H. MEKI, A.A. IBRAHIM, K. EL-SIDDIQ, and E.A. BABIKER. 2004. Natural out crossing and distance of isolation in cotton (*Gossypium hirsutum*) under Gezira conditions. www.arcsudan.sd. [9 Nopember 2012].
- BALAI PENELITIAN TANAMAN PEMANIS DAN SERAT. 2010. Laporan Tahunan 2009. Kementerian Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Hlm 6.
- BASU, A.K. 1990. Hybrid Seed Production. *Dalam* : Hybrid Cotton in India. Central Institute for Cotton Research. Nagpur. Kalaimani Ptg, Industries (p) Ltd. Coimbatore. 27 pp.
- BOLEK, Y. 2006. Genetic variation among cotton (*Gossypium hirsutum* L) cultivars for motes frequency. Journal of Agricultural Science. 144: 327-331. DOI:10.1017/S0021859606006174. <http://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/issues> [12 Nopember 2012].
- BOZBEK, T., N. OZBEK, V. SEZENER, O. ERDOGAN, I. YAVAS, and A. UNAY. 2008. Natural crossing and isolation distance between cotton genotypes in Turkey. Sci. Agric. (Piracicaba, Braz). 65(3): 314-317. <http://www.scielo.br> [9 Nopember 2012].
- DEOSARKAR, D.B., D.G. DALVI, D.V. PATIL, dan D.H. SARANG. 2007. Determination of isolation distance in CMS based cotton hybrid seed production. Journal of Cotton Research and Development. 21(1): 24-26. <http://www.cabdirect.org/abstracts/20073080493>. [12 Nopember 2012].
- DEYNZE, A.E.V., F.J. SUNDSRTOM, and K.J. BRADFORD. 2005. Pollen-mediated gene flow in California cotton depends on pollinator activity. Crop Sci. 45:1565-1570.
- DIREKTUR PERBENIHAN DAN SARANA PRODUKSI. 2007. Laporan penentuan harga benih kapas (perubahan). Nota Dinas: 775/SR.120/E.2/09/2007. Direktorat Jenderal Perkebunan. Departemen Pertanian.
- ECKARDT, N.A. 2006. Cytoplasmic male sterility and fertility restoration. The Plant Cell. 18: 515-517.
- HUTMACHER, R.B., R.N. VARGAS, and S.D. WRIGHT. 2006. Methods to enable the coexistence of diverse cotton production system. Agricultural Biotechnology in California Series. University of Calofornia. Publication. <http://anrcatalog.ucdavis.edu>. [22 Januari 2013].
- JOSHUA, A.L. 1980. Cotton, Hybridization of Crop Plants *Dalam* : Walter, R.F. and H.H. Henry (eds). P. 313-325.
- MENTERI PERTANIAN. 2007. Pelepasan kapas hibrida Cina HSC 188 sebagai varietas unggul. Keputusan Menteri Pertanian No. 508-510/Kpts/SR.120/9/2007. Ditetapkan di Jakarta tanggal 5 September 2007.
- NILES, G.A. and C.V. FEASTER. 1984. Breeding Cotton. *Dalam* : Kohel, R.J. and C.F. Lewis (eds.). ASA, CSSC, SSSA, Inc., Publishers. Madison, Wisconsin, USA. p. 202-229.
- PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERKEBUNAN. 2007. Panduan Produksi Benih Kapas. 50 hlm. <http://puslitbangbun.litbang.deptan.go.id>. [22 Januari 2013].
- SAEED, S., A. SAJJAD, and Y.J. KWON. 2012. Bumble bees (*Bombus terrestris*) can be the efficient pollinators of cotton crop. Pakistan Entomologist Journal. 34(1): p.17-20 <http://www.pakentomol.com> [9 Nopember 2012].
- SHANTY, V., B.P. KHANDI, P. SINGH, P.R.V. KUMAR I., R.K. DESHMUKH, and A. VISHMANATHAN. 2013. Hybrid Seed Production. *Dalam* Cotton. CICR Technical Bulletin No: 35. Central Institute for Cotton Research Nagpur. www.cicr.org.in. [22 Januari 2013].
- SINGH, P. 2004. Cotton Breeding. New Delhi India : Kalyani Publishers. p. 76-90.
- SINGH, P., M.S. KAIRON, and S.B. SINGH. 2000. Breeding hybrid cotton. CICR Technical Bulletin. 14: 1.
- SOPANRAO, P.S. 2008. Standardization of planting ratio and staggered sowing of male parent in NHH-44 Bt. cotton hybrid seed production. Thesis Master of Science. Department of Seed Science and Technology College of Agriculture Dharwad. India. 57pp.
- SUMAN, B.S., P. SINGH, and C.D. MAYEE. 2002. Male sterility in cotton. CICR Tech. Bull. (24): 22 p.
- SUMARTINI, S., E. SULISTYOWATI., S. RUSTINI, D.A. SUNARTO, HARTONO, E. PURLANI, M. RIFAI, ABDURRAKHMAN, IMPRON, dan ARIF. 2009. Laporan Hasil Penelitian Proyek APBN. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat.
- WRIGHT, H. 1980. Commercial Hybrid Seed Production. *Dalam* : Fehr ,W.R. and H.H. HENRY (eds). Hybridization of Crop Plants. Madison, Wisconsin, USA : ASA and CSSA Publishers. p. 166-169.
- VAISSIERE, B.E., J.O. MOFFET, and G.M. LOPER. 2012. Honey bees as pollinators for hybrid cotton seed production on the Texas High Plains. Agronomy Journal. Abstract. 76(6): 1005-1010. <https://www.agronomy.org/publications/aj/abstracts/76/6/AJ0760061005>. [9 November 2012].
- ZHANG, J.F. and McD. STEWART. 2001. CMS-D8 restoration in cotton is conditioned by one dominant gene. Crop Science 41: 283-288.