

POTENSI HASIL GALUR-GALUR F1 MANDUL JANTAN KAPAS PADA PERSILANGAN ALAMI

SIWI SUMARTINI, EMY SULISTYOWATI, SRI RUSTINI, dan ABDURRAKHMAN

**Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat
Jl. Raya Karangploso, Kotak Pos 199, Malang 65152**

ABSTRAK

Produksi benih varietas kapas hibrida dapat ditempuh dengan dua cara, yaitu dengan persilangan manual dan dengan memanfaatkan galur mandul jantan (*male-sterile line*). Memproduksi benih kapas secara persilangan manual memerlukan tenaga dan biaya yang tinggi, dan biaya tersebut dapat dikurangi dengan menggunakan galur *male steril*. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, di Karangploso, Malang, Jawa Timur, dari bulan April sampai Oktober 2007. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi hasil galur-galur mandul jantan kapas untuk memproduksi benih hibrida. Tiga aksesi kapas yaitu KI 487, KI 489, dan KI 494 yang memiliki persentase tanaman mandul jantan masing-masing 60,8%, 57,5%, dan 65% telah digunakan sebagai donor sifat mandul jantan dan telah dilakukan intrograsi sifat mandul jantan dari ketiga aksesi tersebut ke varietas komersial Kanesia 7, Kanesia 8, dan Kanesia 9 melalui persilangan pada tahun 2006 dan diperoleh 9 set kombinasi persilangan. Pada tahun 2007, evaluasi potensi galur dilakukan terhadap 8 galur F1 mandul jantan, 3 tetua jantan yaitu varietas Kanesia 7, Kanesia 8, dan Kanesia 9, serta satu varietas baru yaitu Kanesia 12 sebagai pembanding yang disusun dalam rancangan acak kelompok yang diulang 3 kali. Plot percobaan berukuran 3 x 10 m² dengan jarak tanam 100 cm x 25 cm; satu tanaman per lubang. Dosis pupuk yang digunakan adalah 100 kg urea + 100kg ZA + 100kg SP 36 + 100kg KCL per ha. Tidak dilakukan pengendalian hama dengan insektisida kimia selama penelitian. Pengamatan yang dilakukan adalah kemandulan benang-sari secara visual dan mikroskopis, jumlah buah per tanaman, bobot buah, dan hasil kapas berbiji. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengamatan secara visual dan mikroskopis terhadap struktur bunga menunjukkan bahwa semua individu tanaman dari 8 galur F1 yang diuji adalah mandul jantan. Jumlah buah galur mandul jantan 7 – 96% lebih banyak tetapi ukuran buahnya lebih kecil dibandingkan dengan Kanesia. Galur-galur mandul jantan KI 494 x Kanesia 7 dan KI 494 x Kanesia 8 memberikan hasil kapas berbiji paling tinggi masing-masing 2.609kg dan 2.153kg per hektar dibandingkan dengan galur-galur lain, atau sebesar 94 % dan 95% dibandingkan dengan Kanesia 7 dan Kanesia 8. Persilangan alami galur-galur tersebut bervariasi sebesar 51 – 95%.

Kata kunci : Kapas, *Gossypium hirsutum*. L., mandul jantan, benih hibrida

ABSTRACT

Cotton yield potential of F1 male sterile lines under natural crossing

Cotton hybrid seed production can be done by manual crossing and by using male sterile line methods. The manual crossing technique is however labor dan cost intensive, and the cost can only be reduced by using male sterile lines. The experiment was conducted in Karangploso Experimental Station of Indonesian Tobacco and Fiber Crops Research Institute (IToFCRI), Malang, East Java, from April to Oktober 2007 aiming to evaluate the yield potential of cotton male sterile lines. Three cotton accessions e.i KI 487, KI 489, and KI 494 which have male sterility percentage of 60.8%, 57.5%, and 65%, respectively, were used as donor for male sterility and were then introgressed to three commercial cotton variety, Kanesia 7, Kanesia 8, and Kanesia 9 through manual crossing, and that resulted in nine sets of crossing combinations. In 2007, yield potential were studied including 8 F1 male sterile lines, 3 male parent lines (Kanesia 7, Kanesia 8, and Kanesia 9), and one new cotton variety, Kanesia 12, as

control in a randomized block design with 3 replications. Plot size was 3 x 10 m² with 100 cm x 25 cm plant spacing; one plant per hill. Fertilizer dosage was 100kg urea + 100kg ZA + 100kg SP 36 + 100kg KCl per ha. Chemical insecticide was not used for insect protection during the research. Parameters observed were plants male sterility, number of bolls per plant, boll weight, and seed cotton yield. The experimental result showed that both visual and microscopic observation of male sterility on individual plants confirmed that the eight F1 lines tested were male sterile. Number of bolls per plant of male sterile lines were 7 – 96% higher than that of Kanesia's, but boll size was smaller. Lines KI 494 x Kanesia 7 and KI 494 x Kanesia 8 produced highest cotton seed yield of 2609 kg and 2153 kg per hectare, respectively, which were 94% and 95% of that of their male parents, Kanesia 7 and Kanesia 8, respectively. Natural crossing of those lines varied around 51 – 95%.

Key words : Cotton, *Gossypium hirsutum*. L., male sterile, hybrid seed

PENDAHULUAN

Pengembangan kapas di Indonesia menghadapi masalah utama antara lain rendahnya produksi nasional karena serangan hama dan kekeringan. Keterbatasan materi genetik dalam koleksi plasma nutfah kapas merupakan faktor pembatas untuk memperoleh varietas unggul baru yang memiliki potensi genetik lebih dari 3 ton/ha, tahan hama penggerek buah dan mutu serat yang tinggi. Salah satu pendekatan dalam upaya meningkatkan produktivitas tanaman adalah pemanfaatan fenomena biologi heterosis, di mana generasi F1 memiliki keunggulan yang nyata atas tetuanya. Sampai saat ini belum tersedia varietas kapas hibrida nasional untuk program pengembangan. Pada tahun 2007, tiga varietas kapas hibrida hasil introduksi dari Cina yaitu HSC 138, HSC 188, dan HSD 51 yang telah dilepas secara resmi oleh Menteri Pertanian RI dengan SK Mentan No. 308-310/Kpts/SR.120/9/2007 mulai digunakan secara terbatas pada program pengembangan kapas nasional. Ketiga varietas kapas hibrida eks Cina tersebut memiliki produktivitas mencapai ± 4 ton kapas berbiji dan direkomendasikan untuk pengembangan di daerah berpengairan.

Dalam memproduksi benih kapas hibrida diperlukan upaya kontrol terhadap polinasi artinya hanya pollen dari tetua jantan yang diharapkan yang boleh menyerbuki tetua betina. Untuk itu dapat ditempuh dengan tiga cara, yaitu (1) secara manual dilakukan kastrasi terhadap pollen sebelum terjadi persilangan alami, (2) dengan menggunakan bahan kimia gametosida, dan (3) dengan memanfaatkan galur mandul jantan (*male-sterile line*). Cara pertama dan kedua

memerlukan tenaga dan biaya yang sangat tinggi, sehingga hal ini akan berakibat pada harga benih yang dihasilkan menjadi sangat mahal. SONNEWALD dan HERBERS (2001) menyatakan bahwa sistem artificial untuk menghasilkan galur mandul jantan meliputi destruksi integritas sel dalam pollen dan penghambatan fungsi selular untuk perkembangan pollen. Kedua strategi tersebut merupakan alternatif yang dapat ditempuh menggunakan teknik rekayasa genetika.

Terdapat tiga tipe male-sterility yaitu : *genetic male sterility* (GMS), *cytoplasmic male sterility* (CMS), dan *cytoplasmic genic male sterility* (CGMS). *Genetic male sterility* (GMS) jika persilangan antara galur steril (A) dan galur fertil (B) akan menghasilkan galur F1: 50% steril dan 50% fertil. *Cytoplasmic male sterility* (CMS) jika galur F1 semuanya steril (100%), demikian juga pada *cytoplasmic genic male sterility* (CGMS) jika galur F1 semuanya steril (SINGH dan SANJEEV, 1999; SINGH dan KAIRON, 2000). Pemanfaatan sifat mandul jantan dalam memproduksi benih hibrida lebih menguntungkan dibandingkan dengan cara manual, yaitu lebih menghemat tenaga kerja dengan demikian biaya produksi menjadi lebih murah, dan kegagalan hasil persilangan akibat kerusakan mekanis dapat ditekan sehingga benih yang dihasilkan lebih banyak (SINGH *et al.*, 2002).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi hasil galur-galur F1 mandul jantan kapas pada persilangan alami untuk mendukung perakitan varietas hibrida.

METODOLOGI

Penelitian pengujian potensi galur-galur mandul jantan dilaksanakan di Kebun Percobaan Karangploso Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat pada bulan April – Oktober 2007. Kegiatan untuk memperoleh galur mandul jantan telah dimulai pada tahun 2005 dengan mengevaluasi 17 varietas introduksi dari India dan Thailand dan diperoleh 3 aksesori yaitu KI 487, KI 489, dan KI 494 yang memiliki persentase tanaman mandul jantan masing-masing 60,8%; 57,5%; dan 65% (SULISTYOWATI *et al.*, 2005). Pada tahun 2006 dilakukan kegiatan intrograsi sifat mandul jantan dari KI 487, KI 489, dan KI 494 ke varietas Kanesia 7, Kanesia 8, dan Kanesia 9 yang dalam hal ini sebagai tetua jantan sehingga diperoleh 9 set kombinasi persilangan. Sebelum dilakukan persilangan, tanaman-tanaman yang fertil pada varietas KI 487, KI 489, dan KI 494 dibuang, sehingga tinggal tanaman-tanaman yang steril, kemudian disilangkan dengan varietas Kanesia (SULISTYOWATI *et al.*, 2006).

Pada kegiatan tahun 2007, evaluasi hanya dilakukan pada 8 kombinasi dari 9 kombinasi persilangan yang dihasilkan, satu kombinasi persilangan yaitu KI 487 x Kanesia 7 tidak diikuti dalam pengujian karena keterbatasan jumlah benih. Delapan galur F1 mandul jantan dan

4 varietas Kanesia, disusun dalam rancangan acak kelompok diulang 3 kali. Ukuran plot percobaan 3 x 10 m², jarak tanam 100 cm x 25 cm, satu tanaman/lubang. Dosis pupuk 100 kg urea + 100 kg ZA + 100 kg Sp 36 dan 100 kg KCL/ha. Pemupukan pertama, pada saat tanaman berumur 10 hari digunakan pupuk 100 kg ZA + 100 kg SP 36 dan 100 kg KCL/ha. Pemupukan kedua pada saat tanaman umur 42 hari, digunakan pupuk 100 kg urea/ha. Tidak dilakukan pengendalian hama dengan insektisida karena dari hasil pemantauan menunjukkan bahwa populasi hama selama penelitian berada di bawah ambang kendali.

Pengamatan dilakukan berdasarkan sifat-sifat agronomis (hasil kapas berbiji, jumlah buah per tanaman, bobot 100 buah), kemandulan benangsari dan perkiraan biaya produksi benih hibrida. Kemandulan benangsari diamati secara visual dan mikroskopis. Secara visual benangsari dinyatakan mandul apabila benangsari berwarna pucat dan tidak ada tepungsarinya (WANG dan LI, 2007 dan MUNARSO *et al.*, 2001). Benangsari dinyatakan subur apabila benangsari berwarna kuning atau krem karena terdapat banyak tepungsari. Secara mikroskopis benangsari dinyatakan mandul apabila kepalasariya tidak berisi butir-butir tepungsari, sedangkan benangsari dinyatakan subur bila kepalasariya banyak berisi butir-butir tepungsari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemandulan Benangsari

Kemandulan benangsari pada setiap galur mandul jantan perlu diamati untuk memastikan bahwa galur-galur tersebut benar-benar memiliki kemandulan benangsari yang murni sebelum digunakan untuk produksi benih hibrida. Pada pengamatan kemandulan benangsari secara visual nampak bahwa tanaman-tanaman delapan galur F1 hasil persilangan KI 487, KI 489 dan KI 494 dengan Kanesia semuanya (100%) mandul jantan (*male steril*) yang ditandai dengan benangsarinya berwarna pucat, kantong serbuksari mengkerut, berwarna pucat, dan tidak berisi tepungsari seperti ditunjukkan pada Gambar 1(a).

Pada pengamatan kemandulan benangsari secara mikroskopis nampak bahwa kepalasari kosong tidak berisi butir-butir tepungsari (Gambar 1b), sedangkan benangsari yang subur kepalasariya banyak berisi butir-butir tepungsari (Gambar 1d dan 1e). Menurut SINGH *et al.*, (2002), faktor lingkungan seperti suhu dan lamanya penyinaran (*photoperiod*) juga berpengaruh terhadap kemandulan bunga kapas. Galur CMS *G. hirsutum* dengan *G. arborium* dan pada sitoplasma *G. anomalum*, diketahui bahwa suhu udara di atas 33°C diperlukan untuk konsistensi ekspresi kemandulan benangsari pada galur A, tetapi suhu di atas 35°C dapat menyebabkan gugurnya kuncup bunga. Galur GMS *G. arboreum* juga diketahui sensitif terhadap suhu,

tanaman-tanaman mandul jantan diketahui memproduksi polen pada suhu di bawah 16°C. Walaupun dilaporkan bahwa meningkatnya panjang hari menyebabkan meningkatnya kemandulan, tetapi kemandulan benangsari pada kapas terutama disebabkan oleh suhu tinggi.

Jumlah dan Bobot Buah

Tanaman kapas (*Gossypium* sp.) biasanya menyerbuk sendiri, tetapi hasil penelitian di Knoxville, Tennessi, Amerika Serikat melaporkan terjadinya persilangan alami sebesar 29 – 60% pada 79 kultivar *G. hirsutum* pada pertanaman yang tidak disemprot insektisida (JOSHUA *dalam* WALTER dan HENRY, 1980). Menurut NILES dan FEASTER *dalam* KOHEL dan LEWIS, 1984) persilangan alami pada kapas masih bisa terjadi lebih dari 50%.

Penghitungan jumlah buah dilakukan pada saat panen. Pada Tabel 1, nampak bahwa adanya buah-buah yang terbentuk pada galur-galur yang mandul jantan menunjukkan terjadinya persilangan alami dengan varietas yang bunga jantannya mengandung tepung sari yaitu varietas-varietas Kanesia 7, 8, 9, atau 12. Persilangan alami yang terjadi cukup tinggi, hal ini nampak pada rata-rata jumlah buah yang dihasilkan berkisar 17 - 23 buah per tanaman lebih tinggi dibandingkan dengan varietas Kanesia yang rata-rata jumlahnya berkisar 11 – 13 buah per tanaman.

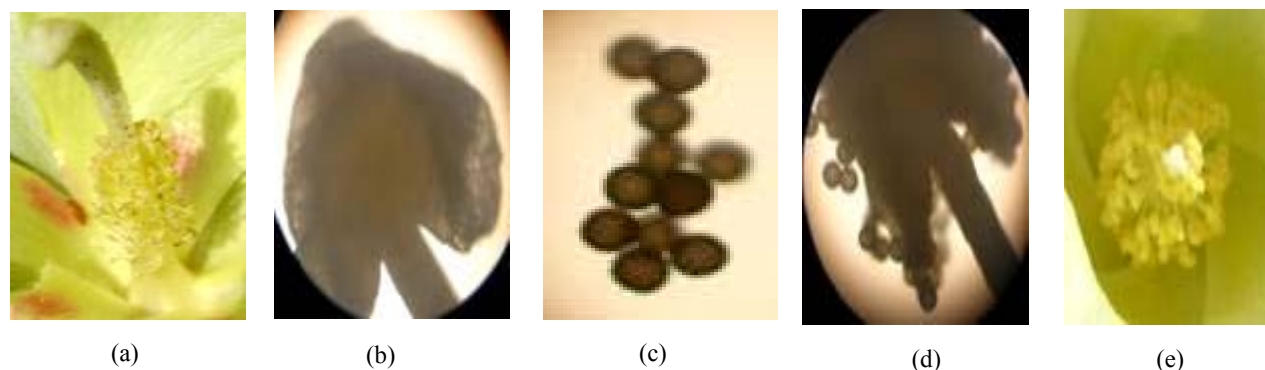
Peningkatan jumlah buah galur-galur *male steril* tersebut sebesar 7 – 96% dibandingkan masing-masing varietas Kanesia (jantan subur) yang digunakan sebagai tetua jantan. Hal ini bisa jadi disebabkan oleh warna bunga pada galur-galur mandul jantan lebih menarik bagi serangga penyerbuk dibandingkan warna bunga pada varietas

Kanesia. SINGH, *et al.*, (2002), melaporkan bahwa kumbang madu (*honey bees*) dan serangga penyerbuk (*insect visitors/pollinators*) lainnya lebih tertarik pada genotipa yang *male steril* dibandingkan pada genotipa yang normal (*male fertil*).

Rata-rata bobot kapas berbiji per buah (bobot buah) galur-galur mandul jantan yang diuji juga bervariasi berkisar 3,40 gram (KI 487 x Kanesia 8) sampai 4,78 gram (KI 489 x Kanesia 8). Ukuran buah galur-galur mandul jantan relatif lebih kecil dibandingkan dengan ukuran buah Kanesia yang mencapai 3,87 gram (Kanesia 8) sampai 5,07 gram (Kanesia 7) sebagaimana disajikan pada Tabel 1. Menurut MOFFETT *et al.*, (1976), galur-galur jantan mandul menghasilkan 90% biji lebih banyak dan 79% ukuran bijinya lebih besar.

Hasil Kapas Berbiji

Hasil kapas berbiji galur-galur mandul jantan kemungkinan dipengaruhi oleh populasi serangga yang ada di lapang. Menurut NILES dan FEASTER *dalam* KOHEL dan LEWIS 1984, perpindahan tepungsari dilakukan oleh serangga, utamanya adalah kumbang liar, bumble bees (*Bombus* spp.), dan kumbang madu (*Apis mellifera*), dan ada kemungkinan serangga lainnya juga berfungsi sebagai pembawa tepungsari karena tepungsari (*polen*) kapas berat dan lengket sehingga tidak mungkin dipindahkan oleh angin. Populasi serangga pembawa tepungsari dipengaruhi oleh kelembatan vegetasi, iklim, dan banyaknya insektisida yang digunakan dalam lingkungan tersebut. Pada saat penelitian tidak digunakan insektisida untuk pengendalian hama sehingga populasi serangga tidak terganggu.



Gambar 1. Benangsari pada kapas: (a) mandul jantan, (b) kepalasari tidak berisi tepungsari, (c) butir-butir tepungsari, (d) kepalasari berisi butir-butir tepungsari, (e) jantan subur

Figure 1. Stamen of cotton flower: (a) male steril, (b) anthere with empty of pollen, (c) pollen grain, (d) anthere with full of pollen, (e) male fertil

Tabel 1. Jumlah buah per tanaman dan bobot buah galur mandul jantan kapas
 Table 1. Number of bolls per plant and boll weight of cotton male sterile lines

| Persilangan <i>Crossed</i> | Jumlah buah/tanaman <i>Number of bolls/plant</i> | Jumlah buah dibandingkan tetua jantan <i>Number of bolls as compared to male parent (%)</i> | Bobot buah <i>Boll weight (g)</i> | Bobot buah dibandingkan tetua jantan <i>Boll weight as compared to male parent (%)</i> |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Kanesia 12 | 13,96 cd* | - | 5,49 a | - |
| 2. KI 489 X Kanesia 7 | 18,23 a-d | 150,66 | 4,57 a-c | 90,13 |
| 3. KI 494 X Kanesia 7 | 23,83 a | 196,94 | 4,67 a-c | 92,11 |
| 4. KI 487 X Kanesia 8 | 19,16 a-c | 113,17 | 3,40 cd | 87,85 |
| 5. KI 489 X Kanesia 8 | 18,20 a-d | 107,50 | 4,78 a-c | 123,51 |
| 6. KI 494 X Kanesia 8 | 18,70 a-d | 110,45 | 4,39 a-d | 113,43 |
| 7. KI 487 X Kanesia 9 | 22,13 ab | 193,61 | 3,82 cd | 86,15 |
| 8. KI 489 X Kanesia 9 | 17,13 b-d | 149,86 | 4,19 b-d | 92,08 |
| 9. KI 494 X Kanesia 9 | 19,00 a-c | 116,22 | 3,87 cd | 100 |
| 10. Kanesia 7 | 12,10 d | 100 | 5,07 ab | 100 |
| 11. Kanesia 8 | 16,93 b-d | 100 | 3,87 cd | 100 |
| 12. Kanesia 9 | 11,43 d | 100 | 4,55 a-d | 100 |
| Rata-rata | 17,55 | | 4,39 | |
| BNT (LSD) 5% | 6,83 | | 1,15 | |

Keterangan : *) Angka dalam kolom yang diikuti huruf yang sama, tidak berbeda nyata dengan uji BNT 5%
 Note : *) Numbers followed by the same letters in the same column are not significantly different at LSD 5%

Hasil kapas berbiji yang diperoleh dari delapan galur mandul jantan rendah yaitu sebesar antara 1.169 kg – 2.609 kg per hektar atau sebesar 51 – 95% dibandingkan varietas Kanesia yang mencapai hasil 1.857 – 2.749 kg kapas berbiji per hektar (Tabel 2). Kemungkinan hal ini disebabkan oleh populasi serangga yang kurang mencukupi untuk menyerbuki semua bunga yang ada, karena menurut NILES dan FEASTER dalam KOHEL dan LEWIS, 1984, bahwa produksi galur *male steril* (A line) dapat menyamai produksi galur yang *male fertil* (B line) jika terdapat 13 - 14 populasi kumbang per hektar. Hasil kapas berbiji galur-galur mandul jantan didukung oleh jumlah buah yang lebih tinggi dibandingkan varietas Kanesia, yang tidak didukung oleh bobot buah yang lebih rendah dibandingkan varietas Kanesia.

Hasil kapas berbiji tertinggi dicapai oleh galur-galur mandul jantan hasil persilangan KI 494 x Kanesia 7 dan KI 494 x Kanesia 8, yaitu masing-masing 2.609 kg dan 2.153 kg kapas berbiji per hektar atau memiliki potensi hasil 94 dan 95% dibandingkan dengan masing-masing tetuanya yaitu Kanesia 7 dan Kanesia 8, tetapi 16 – 40% lebih tinggi dibandingkan dengan Kanesia 12. Menurut THOMSON (1976), penurunan hasil pada galur-galur jantan mandul disebabkan oleh perubahan dalam inti sel sebagai akibat dari tekanan seleksi yang cukup kuat untuk sifat sterilitas selama proses seleksi galur, sehingga dalam pembentukan kapas hibrida perlu ketelitian dalam cara seleksi pada proses pemilihan tetua.

Tabel 2. Hasil kapas berbiji galur-galur mandul jantan
 Table 2. Seed cotton yield of male sterile lines

| Persilangan <i>Crossed</i> | Hasil kapas berbiji (kg/ha) <i>Seed cotton yield (kgs/ha)</i> | Hasil kapas berbiji dibandingkan tetua jantan <i>Seed cotton yield compared to male parent (%)</i> | Hasil kapas berbiji dibandingkan Kanesia 12 <i>Seed cotton yield compared to Kanesia 12 (%)</i> |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Kanesia 12 | 1853.14 de* | - | 100 |
| 2. KI 489 X Kanesia 7 | 1633.17 ef | 59.39 | 88.12 |
| 3. KI 494 X Kanesia 7 | 2609.73 a-c | 94.90 | 140.82 |
| 4. KI 487 X Kanesia 8 | 1169.88 f | 51.76 | 63.12 |
| 5. KI 489 X Kanesia 8 | 1883.14 de | 83.33 | 101.61 |
| 6. KI 494 X Kanesia 8 | 2153.11 cd | 95.28 | 116.18 |
| 7. KI 487 X Kanesia 9 | 1849.81 de | 70.43 | 99.82 |
| 8. KI 489 X Kanesia 9 | 1956.47 de | 74.60 | 105.57 |
| 9. KI 494 X Kanesia 9 | 1959.80 de | 74.61 | 105.75 |
| 10. Kanesia 7 | 2749.72 a | 100 | 148.38 |
| 11. Kanesia 8 | 2259.77 cd | 100 | 121.94 |
| 12. Kanesia 9 | 2626.40 ab | 100 | 141.72 |
| Rata-rata | 1895.39 | | |
| BNT 5% | 1.40 | | |

Keterangan : *) Angka dalam kolom yang diikuti huruf yang sama, tidak berbeda nyata dengan uji BNT 5%
 Note : *) Numbers followed by the same letters in the same column are not significantly different at LSD 5%

KESIMPULAN

Dari pengamatan secara visual dan mikroskopis pada benangsari delapan galur F1 hasil persilangan KI 487, KI 489 dan KI 494 dengan Kanesia, semua tanamannya mandul jantan. Persilangan alami yang terjadi pada galur-galur yang diuji sebesar 51 – 95%. Galur-galur mandul jantan KI 494 x Kanesia 7 dan KI 494 x Kanesia 8 memberikan hasil kapas berbiji paling tinggi masing-masing 2.609 kg dan 2.153 kg per hektar atau memiliki potensi hasil 94% dan 95% dibandingkan dengan Kanesia 7 dan Kanesia 8. Jumlah buah galur mandul jantan 7 – 96% lebih banyak tetapi ukuran buahnya lebih kecil dibandingkan dengan Kanesia. Dengan diperolehnya hibrida *male steril* yang persilangannya dilakukan secara alami dengan hasil kapas berbiji 2.000 kg per hektar, akan dapat menghemat total biaya produksi benih hibrida sebesar 50%.

DAFTAR PUSTAKA

- JOSHUA, A.L. 1980. Cotton, Hybridization of Crop Plants *In*. WALTER, R.F. and HENRY, H.H. (Eds). 313-325.
- MUNARSO, Y.P., B. SUTARYO, dan SUWARNO. 2001. Kemandulan tepungsari dan kehampaan gabah beberapa galur mandul jantan padi introduksi dari IRRI. *Zuriat*. 12 (1) : 6-14.
- MOFFETT, J.O., LEE, S.S., and CAHRLS, W.S. 1976. Influence of distance from pollen plant on seed produced by male-sterile cotton. CSSA 677 S. Segoe Rd. Madison. WI 53711 USA. *Crop Sci*. 16:765-766.
- NILES, G.A. and FEASTER, C.V. 1984. Breeding. Cotton. *In* KOHEL, R.J., and C.F. LEWIS, (Eds). ASA, CSSC, SSSA, Inc., Publishers. Madison, Wisconsin, USA. p. 216.
- SINGH, B.S., PHUNDAN. SINGH, and C.D. MAYEE. 2002. Male sterility in cotton. CICR Tech. Bull. No. 24. Central Institute for Cotton Research. Nagpur. India. 23pp.
- SINGH, P. and KAIRON, M.S., 2000. Cotton Varieties and hybrids. CICR Rech. Bulletin. 13: 32 pp.
- SINGH, P. and SANJEEV, S. 1999. Heterosis breeding in cotton. Kalyani Publishers. New Delhi. India. 107pp.
- SONNEWALD, U. and K. HERBERS. 2001. Plant Biotechnology: Methods, Goals, and Achievements. In J. Nosberger, H.H. Geiger, and P.C. Struik Ed. *Crop Science: Progress and Prospects*. CABI Publishing. London. p. 329-345.
- SULISTYOWATI, E., S. SUMARTINI, H. SUDARMO, INDRAYANI I.G.A.A, SUDARMADJI, SUDJAK, ABDURRAKHMAN, D.A. SUNARTO. 2006. Perbaikan ketahanan varietas kapas terhadap hama penggerek buah dan kekeringan serta mutu serat. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat. Tidak diterbitkan.
- SULISTYOWATI, E., S. SUMARTINI, H. SUDARMO, INDRAYANI I.G.A.A, R. MARDJONO, HASNAM, SUDARMADJI, SUDJAK, ABDURRAKHMAN, D.A. SUNARTO. 2005. Perbaikan ketahanan varietas kapas terhadap hama penggerek buah dan kekeringan serta mutu serat. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat. Tidak diterbitkan.
- THOMSON, N.J. 1976. Performance of male-steril stocks of cotton as parents and hybrids. *Australian Journ. Of Agric. Research*. 27(2) 243 – 252.
- WANG, X and LI. Y. 2007. Development of Transgenic Restorer of Cytoplasmic Male Sterility in Upland Cotton. Online : <http://www.paper.edu.cn>.