

EVALUASI PRODUKTIVITAS, MUTU SERAT, DAN KETAHANAN TERHADAP HAMA GALUR-GALUR F7 KAPAS BERSERAT COKLAT

Evaluation of Productivity, Fiber Fineness, and Tolerance to Insect Pests of F7 Cotton Lines with Brown Fiber

EMY SULISTYOWATI, SI WI SUMARTINI, SUJAK, M. MACHFUD, dan SUHADI

Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat
Jl. Raya Karangploso km 4, PO Box 199, Malang 65152

E-mail: emysulistyowati@yahoo.co.uk

(Diterima: 17-4-2014; Direvisi: 15-10-2015; Disetujui: 6-11-2015)

ABSTRAK

Kapas dengan serat berwarna non-putih telah digunakan sejak tahun 3400-2300 sebelum Masehi. Sejarah perkembangannya diperkirakan lebih awal dibandingkan kapas allotetraploid yang banyak dikembangkan saat ini (*G. hirsutum* dan *G. barbadense*) yang beberapa memiliki warna serat coklat dan hijau. Penggunaan serat kapas berwarna sangat ramah lingkungan dan pemanfaatannya akan meningkat sejalan dengan meningkatnya permintaan kapas organik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi produktivitas, mutu serat dan ketahanan terhadap hama galur-galur harapan F7 kapas dengan serat berwarna coklat dalam rangka mengembangkan varietas kapas nasional berserat coklat. Penelitian menguji 14 galur F7 hasil persilangan tahun 2006 dan dua varietas pembanding dilaksanakan di KP Pasirian, Lumajang pada bulan Januari-Desember 2013; disusun dalam Rancangan Acak Kelompok. Terdapat dua unit pengujian yaitu pengujian dengan pengendalian hama optimal (SPRAY atau S) dan pengujian tanpa pengendalian hama (TANPA SPRAY atau TS) masing-masing diulang tiga kali. Ukuran plot adalah 3 x 10m²; jarak tanam adalah 100 x 25 cm dan pada masing-masing lubang tanam dipelihara satu tanaman. Pengamatan komponen pertumbuhan dan hasil, hasil kapas berbiji, dan komponen ketahanan dilakukan untuk menilai penampilan galur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa galur 06063/5 secara konsisten menunjukkan produksi kapas berbiji yang cukup tinggi baik dalam kondisi dengan pengendalian hama (2 348,3 kg/ha) maupun tanpa pengendalian hama (2372,8 kg/ha). Pada kondisi tanpa pengendalian hama, terdapat empat galur yang lebih unggul dibandingkan varietas pembanding terbaik (Kanesia 10, 2197,2 kg/ha) yaitu 06063/5 (2 372,80 kg/ha), 06067/3 (2 235,0 kg/ha), 06062/3 (2255,60 kg/ha), dan 06066/2 (2383,90 kg/ha). Selain itu, galur yang menunjukkan indeks ketahanan lapang terbaik adalah 06066/2 (110,5%). Hanya terdapat dua galur yang panjang seratnya ≥ 1 inchi (25,4 mm), yaitu 06067/4 dan 06062/1. Apabila dibandingkan Kanesia 10, diperoleh kemajuan dalam hal kekuatan serat sebesar 0,81-11,54%. Tetapi apabila dibandingkan dengan Kanesia 8, maka kekuatan serat dari galur-galur yang diuji lebih rendah 8,11 – 17,64%. Terdapat sembilan galur yang kehalusan seratnya dikelompokkan pada kategori diterima oleh industri (3,0 – 3,8 mic).

Kata kunci: *Gossypium hirsutum* L., kapas dengan serat berwarna, produktivitas, indeks ketahanan lapang.

ABSTRACT

Coloured cotton has been used since 3400-2300 BC. Historically, it has been used prior to allotetraploid cotton which are now planted (*G. hirsutum* dan *G. barbadense*) of which some have brown and green fiber. The use of coloured cotton is environmentally friendly, and the demand for it will be increasing in relation with the increased demand of organic cotton. The research was aiming to evaluate of Productivity, Fiber Fineness, and Tolerance to Insect Pests of F7 promising cotton lines with brown fiber for the development of national cotton new varieties with brown fiber. The experiment was carried out at Pasirian Experimental Station at Lumajang on Januari-December 2013. 14 F7 lines resulted from 2006 crosses and two control varieties were tested in Randomised Blocked Design. There were two unit tests, the spray and unspray test, each was replicated three times. Plot size was 3 x 10m² with plant spacing was made of 100 x 25 cm in which one single plant per hole was maintained. Observation was done on growth and generative components, seed cotton yield, and field tolerance component. Experimental result showed that line 06063/5 was consistently shown high seed cotton yield under spray (2348,3 kg/ha) and unspray conditions (2372,8 kg/ha). Under unspray condition, there were four promising lines which were yielded higher than the best control varieties (Kanesia 10, 2197,2 kg/ha), i.e. 06063/5 (2372,80 kg/ha), 06067/3 (2235,0 kg/ha), 06062/3 (2255,60 kg/ha), and 06066/2 (2383,90 kg/ha). In addition, the best line showing the highest field tolerance index was 06066/2 (110,5%). There were only two lines which had fiber length of ≥ 1 inch (25,4 mm), i.e. 06067/4 and 06062/1. In terms of fiber strength, genetic improvement achieved was ranging from 0,81 to 11,54% better than Kanesia 10, but 8,11 – 17,64% worse than Kanesia 8. Nine lines which had their fiber fineness 3,0 – 3,8 mic which are met the industry's demand.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L., coloured cotton, productivity, field tolerance index

PENDAHULUAN

Kapas dengan serat berwarna non-putih telah digunakan sejak tahun 3400-2300 sebelum Masehi (SM) di Mexico, tahun 3100 SM di Peru, tahun 2250SM di Mesir, dan tahun 1200 Masehi di Cina (FUNK dan GAMBLE, 2009).

Kapas dengan serat berwarna non-putih banyak ditemukan pada kapas diploid (*Gossypium arboreum* dan *G. herbaceum*) dengan warna merah muda, merah, biru, hijau, dan hitam, dan banyak dikembangkan di Asia, terutama India, Cina, dan daratan Rusia (SINGH *et al.*, 1993). Sejarah perkembangannya diperkirakan lebih awal dibandingkan dengan kapas allotetraploid (*G. hirsutum* dan *G. barbadense*) yang banyak dikembangkan saat ini. Terdapat empat kelompok warna serat kapas yaitu putih, coklat, hijau dan biru (CHAUDHRY and GUITCHOUNTS, 2003), akan tetapi yang banyak dibudidayakan adalah warna serat coklat dan hijau. Penelitian ini difokuskan pada pembentukan varietas kapas berserat coklat.

Latar belakang genetik untuk karakter serat berwarna non-putih telah banyak dipublikasi. SINGH *et al.* (1993), secara genetik pada kapas diploid terdapat lima lokus yang mengatur warna serat yaitu Lc 1-5. Sedangkan pada kapas tetraploid, terdapat tujuh lokus gen yang mengatur warna serat dengan hanya dua gen yang telah diketahui peranannya (Tabel 1).

Tabel 1. Gen-gen penyandi warna serat pada kapas tetraploid (SINGH *et al.*, 1993).

Table 1. Genes controlling fiber colour in tetraploid cotton (SINGH *et al.*, 1993).

No.	Lokus <i>Locus</i>	Gen <i>Genes</i>	Karakter warna serat <i>Fiber colour characters</i>
1	Lc1	Lc1 ^K	Warna coklat muda (khaki), ditemukan pada kapas dari Guatemala
2	Lc2	Lc2 ^K	Warna coklat, ditemukan pada kapas Mesir
3	Lc3		Warna coklat gelap
4	Lc5		Warna coklat muda
5	Lc6		Warna coklat
6	DW		Warna putih kotor
7	Lg		Warna hijau

MURTY (2001) menyatakan bahwa gen penyandi warna serat kapas seringkali bersifat pleotropik, artinya gen tersebut mengendalikan lebih dari satu sifat.

Hasil penelitian FU-ZHEN *et al.* (2012) menunjukkan bahwa lokus Lc1 pada *G. hirsutum* terletak pada kromosom 7 yang diapit oleh dua marka SSR yaitu NAU4030 and CGR5119 (keduanya berjarak genetik 8 cM). Jarak kedua marka tersebut dengan lokus Lc1 masing-masing adalah 5.1 cM dan 2.8 cM, yang sangat bermanfaat bila dimanfaatkan dalam seleksi berbasis marka untuk karakter serat berwarna coklat. Jadi warna serat coklat dikendalikan oleh satu gen yang diwariskan secara semi-dominan.

FENG *et al.* (2013) menyatakan bahwa pigmentasi warna coklat pada serat kapas sangat terkait dengan lintasan biosintesa flavonoid. Ekspresi gen penyandi produksi zat-zat flavonoid dan akumulasinya telah diamati lebih tinggi pada serat berwarna coklat dibandingkan yang berwarna putih. Sintesa flavonoid dan derivatifnya mengkonsumsi karbohidrat hasil fotosintesa yang banyak sehingga

mengurangi sintesa selulosa (HUA *et al.*, 2007). MALIK *et al.* (2015) juga menjelaskan bahwa warna serat coklat dipengaruhi oleh aktivitas gen anthocyanidin synthase yang dalam biosintesa flavonoid berperan sebagai substrat bagi enzimanthocyanidin reductase. Kedua enzim tersebut berperanan penting dalam sintesa pigmen warna coklat, yaitu *proanthocyanadines*.

Pengembangan kapas berserat berwarna kurang populer disebabkan beberapa alasan, antara lain produktivitas dan mutu serat yang relatif rendah yaitu panjang dan kehalusan serat yang rendah, dan penampilan warna yang kurang seragam (CHAUDHRY dan GUITCHOUNTS, 2003). KATZ *et al.* (1997) menyatakan bahwa produktivitas relatif kapas dengan serat berwarna non-putih terhadap kapas berserat putih hanya berkisar 50-70%, tetapi harga seratnya lebih mahal. Aksesori kapas dengan serat berwarna non-putih memiliki ketahanan terhadap penyakit penting dan toleransi yang cukup tinggi terhadap salinitas (PRICE *et al.*, 2001). Selain itu, aksesori-aksesori tersebut juga memiliki ketahanan terhadap hama dan kekeringan, sehingga penggunaan pestisida yang lebih rendah yang berarti polusi dapat ditekan dan akan sangat adaptif pada pengembangan di lahan kering atau pertanian organik (LEE, 1996).

Pengembangan kapas dengan serat berwarna non-putih berasosiasi dengan permintaan dunia terhadap serat kapas organik. Permintaan dunia akan kapas organik cukup tinggi dengan kecenderungan terus meningkat. Pada tahun 2001 – 2006, produksi kapas organik meningkat dari 29700 menjadi 142161,25 bal atau pertumbuhan produksi 76% per tahun. Produksi kapas organik dunia mencapai 0.03% dari total produksi serat kapas (TON, 2002), dengan konsumen terbesar pada negara-negara di benua Eropa (58%) dan Amerika (33%). Meskipun pasar kapas organik dalam negeri Indonesia belum ada, tetapi pasar dunia terbuka luas. Hal tersebut merupakan peluang yang harus dipertimbangkan dalam rangka mengusahakan kapas organik untuk konsumsi ekspor. Dengan segala persyaratannya memang budidaya kapas organik cukup merepotkan, tetapi harga serat kapas organik jauh lebih mahal dibandingkan dengan serat kapas biasa. Harga serat kapas non-organik adalah \$ 0.46-0.62 per pound, sedangkan harga serat kapas organik berkisar antara \$0.95-1.25 per pound tergantung pada mutu dan panjang staple seratnya (MARQUART, 2002). Pengembangan kapas organik menekan pencemaran bahan kimia terutama pestisida, dan menjawab isu kesehatan yang diakibatkan dari penggunaan pestisida mulai dari alergi, penyakit asma sampai dengan kanker.

Penggunaan serat kapas berwarna perlu mendapatkan dukungan. Hal ini mengingat industri tekstil sangat tidak ramah lingkungan, karena merupakan kontributor polutan yang sangat tinggi dengan penggunaan bahan-bahan kimia sepanjang proses produksi kain, dan konsumsi air yang sangat banyak (ASLAM *et al.*, 2004). HERRMANN *et al.* (2001

menyatakan bahwa dibutuhkan minimal 30 l air dalam produksi 1 kg kain, dan 1-15% bahan pewarna yang digunakan dalam industri tekstil hilang larut bersama air buangan industri tekstil. Hasil penelitian oleh DODAMANI dan KUNNAL (2007) di India, pengembangan kapas dengan serat berwarna memberikan total tambahan nilai usaha *off-farm* sebesar 5.875 Rupee setara Rp.1.198.500,- (dengan kurs 1 Rupee= Rp.204,-) yang dikontribusikan oleh kegiatan-kegiatan *ginning* 5.57%, pemintalan 13,39%, penenunan 27.68%, dan pembuatan garment 53.45%.

Pengembangan varietas kapas dengan serat berwarna non-putih bertujuan untuk mengembangkan warna serat yang diinginkan, memperbaiki mutu serat dalam hal ini adalah kekuatan dan panjang serat, dan meningkatkan produktivitas (BASBAG dan TEMIZ, 2004). SOFUOGLU dan GENCER (2000) menyatakan bahwa teknik pemuliaan konvensional dapat sekaligus memperbaiki mutu serat dan potensi produksi kapas berserat berwarna, meskipun ZHANG *et al.* (2000) melaporkan adanya kesulitan dalam memperbaiki mutu serat kapas coklat karena adanya keterpautan gen secara negative dengan kandungan lilin pada serat coklat yang tinggi.

Serat kapas berwarna coklat telah digunakan dalam tenun rakyat, antara lain tenun Gedog dari Tuban. Dalam koleksi sumberdaya genetik kapas pada Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat terdapat tiga aksesori yang memiliki serat berwarna coklat, yaitu KI 42 (73814, berasal dari Yunani), KI 124 (Multiple Dominant), dan KI 502 (RLBL, berasal dari Australia). Ketiga aksesori tersebut telah dimanfaatkan sebagai tetua jantan dalam program persilangan yang dilaksanakan pada tahun 2006 yang bertujuan untuk merakit varietas kapas berserat coklat berbasis Kanesia 7, Kanesia 8, dan Kanesia 9 sebagai tetua betina. Seleksi individu dilanjutkan dengan seleksi galur dalam populasi F1 – F6 dilaksanakan di KP Karangploso, sedangkan evaluasi galur-galur F7 terpilih dilaksanakan di KP Pasirian. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi produktivitas, mutu serat dan ketahanan terhadap hama galur-galur harapan F7 kapas dengan serat berwarna coklat dalam rangka mengembangkan varietas kapas nasional berserat coklat.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di KP Pasirian, Lumajang pada bulan Januari-Desember 2013. Perlakuan terdiri dari 14 galur F7 hasil persilangan tahun 2006 dan dua varietas pembandingan. Daftar galur/varietas yang diuji disajikan dalam Tabel 2.

Penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak Kelompok terdiri dari dua unit pengujian yaitu pengujian dengan pengendalian hama optimal (semprot atau S) diulang tiga kali, dan pengujian tanpa pengendalian hama (tanpa semprot atau TS) juga diulang tiga kali. Ukuran plot adalah 3 x 10 m²; jarak tanam adalah 100 x 25 cm dan pada masing-masing lubang tanam dipelihara satu tanaman. Pengamatan komponen produksi dan hasil kapas berbiji juga dilakukan untuk menilai penampilan galur. Data hasil pengamatan akan dianalisis dengan Analisis Sidik Ragam menggunakan F hitung dengan tingkat kepercayaan 1%. Sedangkan pembandingan antar perlakuan dilakukan menggunakan Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT). Perbandingan produktivitas masing-masing galur pada ulangan yang tanpa semprot dibandingkan dengan produktivitas galur yang sama pada ulangan yang semprot digunakan untuk mengukur tingkat resistensi lapang tiap galur terhadap beberapa jenis hama kapas (FITT *et al.*, 1994; JENKINS dan McCARTY, 1994). Khusus untuk penilaian ketahanan galur-galur terhadap hama wereng kapas *Amrasca biguttula* dilakukan dengan menilai skor kerusakan daun akibat serangan hama tersebut pada umur 90 hari, yang mengacu pada metode BHAMBUKAR (1984) dengan kisaran skor 0-4, yaitu skor ≤ 0.4 = tidak ada gejala serangan (tahan), skor 0.5-1.4 = pinggir daun menguning dan sedikit keriting (rusak ringan), skor 1.5-2.4 = daun menguning dan keriting (rusak sedang), skor 2.5-4.0 = daun berwarna merah coklat kemudian gugur (rusak berat). Pengujian mutu serat dilaksanakan oleh Laboratorium Pengujian Serat pada Pabrik Tekstil PT Natatex di Bandung. Contoh serat mengalami 'conditioning' selama dua hari pada suhu 22-24°C, kelembaban 70% dan intensitas penyinaran 60 fc. Parameter mutu serat yang diamati terutama panjang, kekuatan, kehalusan, elastisitas, dan keseragaman serat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan terhadap parameter vegetatif disajikan dalam Tabel 3. Secara umum, tidak terdapat perbedaan yang menyolok untuk parameter vegetatif diantara galur/varietas yang diuji. Tinggi tanaman yang paling rendah yaitu < 100 cm adalah pada galur 06060/6 pada perlakuan S dan 06067/4 pada perlakuan TS. Galur 06062/1 mampu membentuk cabang generatif yang paling banyak pada kedua perlakuan S dan TS. Untuk karakter lebar kanopi, galur 06067/3 relatif membentuk kanopi yang lebih baik dibandingkan galur lainnya.

Tabel 2. Daftar galur F7 hasil persilangan 2006 dan dua varietas pembanding.
Table 2. List of F7 lines resulted from 2006 crossings and the two control varieties.

No.	Galur / Varietas	Kode Persilangan	No.	Galur / Varietas	Kode Persilangan
No.	Lines / Varieties	Crossing Code	No.	Lines / Varieties	Crossing Code
1	06063/1	Kanesia 8 x KI 42	9	06062/2	Kanesia 7 x KI 502
2	06063/3	Kanesia 8 x KI 42	10	06062/3	Kanesia 7 x KI 502
3	06063/4	Kanesia 8 x KI 42	11	06064/6	Kanesia 8 x KI 124
4	06063/5	Kanesia 8 x KI 42	12	06066/2	Kanesia 8 x KI 502
5	06067/3	Kanesia 9 x KI 42	13	06062	Kanesia 7 x KI 502
6	06067/4	Kanesia 9 x KI 42	14	06066	Kanesia 8 x KI 502
7	06060/6	Kanesia 7 x KI 124	15	Kanesia 8 (Pembanding)	
8	06062/1	Kanesia 7 x KI 502	16	Kanesia 10 (Pembanding)	

Tabel 3. Komponen vegetatif galur-galur F7 kapas hasil persilangan 2006 untuk perbaikan mutu serat dan ketahanan terhadap kompleks hama kapas.

Table 3. Vegetative components of F7 cotton lines resulted from 2006 crossing for the improvement of fiber properties and tolerance to insect pest.

No.	Galur/Varietas	Kode pesilangan	Tinggi tanaman 120 HST		Cabang generative 120 HST		Lebar kanopi 120 HST	
			Plant height 120 DAP (cm)		Generatif branches 120 DAP		Canopy width 120 DAP (cm)	
	Lines/Varieties	Crossing code	S	TS	S	TS	S	TS
1	06063/1	K 8 x KI 42/1	123,80 a*	112,47 ab	17,47 ab	16,93 ab	094,13 ab	75,67 tn
2	06063/3	K 8 x KI 42/1	131,13 a	96,07 a-c	17,27 ab	14,27 b	096,33 ab	76,80
3	06063/4	K 8 x KI 42/1	122,60 a	101,47 a-c	17,53 ab	16,47 ab	098,07 ab	80,93
4	06063/5	K 8 x KI 42/1	108,53 ab	97,07 a-c	17,80 ab	15,93 ab	089,67 ab	81,87
5	06067/3	K 9 x KI 42	128,73 a	113,07 ab	17,33 ab	17,53 ab	111,27 a	90,47
6	06067/4	K 9 x KI 42	109,20 ab	87,40 c	14,80 b	15,73 ab	091,00 ab	81,47
7	06060/6	K 7 x KI 124	085,20 b	90,53 bc	16,13 b	16,93 ab	073,87 bc	75,60
8	06062/1	K 7 x KI 502	128,20 a	116,87 a	19,67 a	18,73 a	091,27 ab	86,07
9	06062/2	K 7 x KI 502	114,67 a	93,87 a-c	15,47 b	14,40 b	091,67 ab	75,40
10	06062/3	K 7 x KI 502	115,80 a	100,93 a-c	17,73 ab	16,60 ab	063,20 c	86,67
11	06064/6	K 8 x KI 124	111,87 ab	98,33 a-c	16,67 ab	17,60 ab	089,80 ab	80,67
12	06066/2	K 8 x KI 502	115,13 a	89,73 bc	16,20 b	14,47 b	099,27 ab	79,53
13	06062	K 7 x KI 502	110,60 ab	99,47 a-c	16,13 b	16,20 ab	090,80 ab	78,20
14	06066	K 8 x KI 502	116,40 a	104,93 a-c	16,70 ab	18,27 a	083,67 a-c	80,87
15	K 8		126,40 a	106,80 a-c	17,60 ab	16,93 ab	109,07 a	88,60
16	K 10		112,27 ab	104,07 a-c	16,27 b	17,07 ab	090,53 ab	86,80
Rata-rata (Means)			100,82	116,28	16,50	16,92	081,60	91,48
KK (CV) %			012,18	12,95	10,95	10,21	012,42	15,55

* Keterangan: Angka dalam kolom yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT 5%

Note: Numbers in the same column followed by same letters are not significantly different based on 5% DMRT

HST (DAP)= Hari Setelah Tanam (Day After Planting); S = semprot (sprayed); TS = tanpa semprot (unsprayed); tn (ns) = tidak nyata (non significant).

Hasil pengamatan terhadap komponen hasil dan hasil kapas berbiji disajikan dalam Tabel 4. Pada Tabel 4 tersebut di atas dapat ditunjukkan bahwa galur 06063/5 secara konsisten menunjukkan produksi kapas berbiji yang cukup tinggi baik dalam kondisi dengan pengendalian hama (2348,3 kg/ha) maupun tanpa pengendalian hama (2372,8 kg/ha). Dalam kondisi dengan pengendalian hama optimal, tidak satupun galur yang diuji mampu mengungguli kedua varietas pembanding. Akan tetapi pada kondisi tanpa pengendalian hama, terdapat empat galur yang lebih unggul dibandingkan varietas pembanding terbaik (Kanesia 10, 2197,2 kg/ha), meskipun secara statistika tidak berbeda nyata yaitu galur-galur 06063/5 (2372,80 kg/ha), 06067/3

(2235,0 kg/ha), 06062/3 (2255,60 kg/ha), dan 06066/2 (2383,90 kg/ha).

Hasil penelitian menggunakan kapas dengan serat berwarna dari VILHEKAR *et al.* (2001) menunjukkan bahwa kenaikan produksi berkorelasi positif dengan jumlah cabang generatif, jumlah buah per pohon, dan indeks panen. RATANADILOK *et al.* (2010) menyebutkan bahwa produktivitas yang dicapai oleh galur-galur berserat coklat dan hijau lebih rendah dibandingkan tetuanya. Dalam Tabel 4 dapat ditunjukkan bahwa dalam kondisi hama dikendalikan (disemprot) tidak satupun galur yang diuji mampu mengungguli Kanesia 8, salah satu tetua yang digunakan dalam program persilangan ini. Akan tetapi

pada kondisi tanpa pengendalian hama (tanpa semprot), terdapat tiga galur yang produksi kapas berbijinya lebih tinggi dibandingkan Kanesia 8 yaitu 06063/3, 06063/5, dan 06066/2 masing-masing dengan peningkatan produktivitas berturut-turut 18,18%, 33,76%, dan 34,39%.

Pada Tabel 5 dapat ditunjukkan bahwa galur yang mengalami serangan hama wereng kapas tertinggi pada kondisi tanpa pengendalian adalah galur 06062/1. Apabila galur tersebut mendapatkan perlakuan minimal pestisida benih sebelum tanam dan dikendalikan dengan insektisida maka kerusakan akibat wereng kapas tidak separah bila dibandingkan tanpa pengendalian hama. Tingginya tingkat kerusakan tersebut berkorelasi dengan populasi *A. biguttula* pada galur tersebut. Selain itu, juga disajikan indeks ketahanan lapang dari masing-masing galur/varietas yang

diuji yang merupakan hasil perbandingan antara produktivitas pada kondisi tanpa pengendalian dibandingkan dengan pengendalian hama optimal. Tiga galur yang menunjukkan indeks ketahanan lapang terbaik adalah 06066/2 (110,5%), 06062/3 (108,85), dan 06063/3 (105,35%). Penampilan galur terbaik dan galur dengan indeks ketahanan lapang terbaik disajikan dalam Gambar 1. Untuk hama pengisap lainnya yaitu *Aphis gossypii* Glover, hasil penelitian di Brasilia oleh FERNANDES *et al.* (2015) menunjukkan bahwa pada tanaman kapas dengan serat berwarna terdapat interaksi antara varietas dengan umur tanaman, antara bagian tanaman dan umur tanaman, dan antara varietas dengan bagian tanaman untuk tingkat infestasi hama penghisap.

Tabel 4. Komponen hasil dan hasil kapas berbiji galur-galur F7 hasil persilangan 2007 untuk mutu serat dan ketahanan terhadap kompleks hama kapas.

Table 4. Yield components and seed cotton yield of F7 cotton lines resulted from 2006 crossing for the improvement of fiber properties and tolerance to insect pest.

No.	Galur/ Varietas Lines/ Varieties	Kode persilangan Crossing code	Jumlah buah/pohon Boll count/plant		Jumlah buah terpanen Number of harvested boll		Bobot 100 buah 100 boll weight (g)		Produksi kapas berbiji Seed cotton yield (kg/ha)	
			S	TS	S	TS	S	TS	S	TS
1	06063/1	K 8 x K1 42/1	15,00 b	12,00 bc	11,93 b-d	10,00 cd	398,33 cd	415,00 a-c	1 835,60 e	1 467,80 c
2	06063/3	K 8 x K1 42/1	15,53 b	14,60 bc	13,07 b-d	15,53 a-c	398,33 cd	385,00 bc	1 994,40 c-e	2 101,10 a-c
3	06063/4	K 8 x K1 42/1	15,47 b	14,40 bc	12,80 b-d	12,40 b-d	455,00 bc	396,67 a-c	2 002,80 c-e	1 635,00 a-c
4	06063/5	K 8 x K1 42/1	15,67 b	13,40 bc	14,47 bc	14,33 a-c	428,33 b-d	380,00 bc	2 348,30 a-e	2 372,80 ab
5	06067/3	K 9 x K1 42	17,93 b	15,33 bc	15,80 ab	16,33 ab	440,00 b-d	421,67 a-c	2 080,60 c-e	2 030,00 a-c
6	06067/4	K 9 x K1 42	14,87 b	14,93 bc	14,13 b-d	13,13 bc	473,33 bc	423,33 a-c	2 261,10 b-e	2 235,00 a-c
7	06060/6	K 7 x K1 124	16,60 b	21,60 a	14,07 b-d	19,20 a	398,33 cd	396,67 a-c	1 835,60 e	1 878,90 a-c
8	06062/1	K 7 x K1 502	12,80 b	6,87 d	09,33 d	07,33 d	450,00 bc	443,33 a-c	1 860,60 de	1 486,70 bc
9	06062/2	K 7 x K1 502	14,87 b	12,80 bc	13,80 b-d	12,60 b-d	566,67 a	455,00 ab	2 371,10 a-d	1 846,70 a-c
10	06062/3	K 7 x K1 502	39,73 a	16,93 b	13,33 b-d	16,00 ab	516,67 ab	446,67 a-c	2 072,20 c-e	2,255,60 a-c
11	06064/6	K 8 x K1 124	16,00 b	12,00 bc	16,33 ab	13,33 bc	356,67 d	361,67 c	1 863,90 de	1 508,90 a-c
12	06066/2	K 8 x K1 502	13,93 b	12,13 bc	13,40 b-d	01,33 b-d	466,67 bc	440,00 a-c	2 157,20 c-e	2 383,90 a
13	06062	K 7 x K1 502	12,60 b	13,53 bc	10,53 cd	11,80 b-d	491,67 a-c	458,33 ab	2 041,70 c-e	1 673,90 a-c
14	06066	K 8 x K1 502	11,20 b	13,87 bc	09,93 cd	14,07 a-c	511,67 ab	476,67 a	2 427,20 a-c	2 139,40 a-c
15	K 8		15,80 b	11,40 cc	15,60 ab	11,73 b-d	510,00 ab	440,00 a-c	2 663,90 ab	1 773,90 a-c
16	K 10		20,60 b	15,27 bc	19,33 a	13,87 a-c	510,00 ab	415,00 a-c	2 787,80 a	2 197,20 a-c
Rata-rata / Means			13,82	16,79	13,30	13,62	422,19	460,73	1 936,70	2 162,70
KK (CV) %			19,85	64,98	22,28	18,39	10,56	10,43	23,32	12,09

* Keterangan: Angka dalam kolom yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT 5%.

Note: Numbers in the same column followed by same letters are not significantly different based on 5% DMRT).

S = semprot (sprayed); TS = tanpa semprot (unsprayed).



Gambar 1. Penampilan galur 06063/5 (a) dan 06066/2 (b)
 Figure 1. Performance of lines 06063/5 (a) and 06066/2 (b)

Tabel 5. Tingkat kerusakan akibat serangan hama *A. biguttula*, dan populasi hama tersebut pada galur-galur F7 hasil persilangan 2006.

Table 5. Damage level due to *A. biguttula* attack and its population on F7 cotton lines resulted from 2006 crossing.

No.	Galur/Varietas <i>Lines/Varieties</i>	Kode persilangan <i>Crossing code</i>	Jumlah trichome <i>Number of trichome (25 mm²)</i>	S		TS		Indeks ketahanan lapang <i>Field resistance index (%)</i>
				Populasi <i>A. biguttula</i> <i>A. biguttula population</i>	Skor kerusakan <i>Damage score</i>	Populasi <i>A. biguttula</i> <i>A. biguttula population</i>	Skor kerusakan <i>Damage score</i>	
1	06063/1	Kanesia 8 x KI 42/1	44,44	7,33	0,47	6,33	0,77	79,96
2	06063/3	Kanesia 8 x KI 42/1	49,28	6,33	0,40	8,33	0,73	105,350
3	06063/4	Kanesia 8 x KI 42/1	59,78	6,67	0,30	3,67	0,60	81,64
4	06063/5	Kanesia 8 x KI 42/1	57,61	2,67	0,30	4,00	0,57	101,040
5	06067/3	Kanesia 9 x KI 42	52,94	8,00	0,47	7,33	0,53	97,76
6	06067/4	Kanesia 9 x KI 42	45,94	4,33	0,53	5,67	0,87	98,85
7	06060/6	Kanesia 7 x KI 124	55,56	12,67	0,73	7,00	0,83	102,360
8	06062/1	Kanesia 7 x KI 502	50,56	5,33	0,60	11,670	1,10	79,90
9	06062/2	Kanesia 7 x KI 502	68,61	2,00	0,40	5,67	0,43	77,88
10	06062/3	Kanesia 7 x KI 502	47,11	22,330	0,87	3,67	0,97	108,850
11	06064/6	Kanesia 8 x KI 124	93,06	2,00	0,47	0,33	0,50	80,95
12	06066/2	Kanesia 8 x KI 502	37,89	25,000	0,93	14,330	0,87	110,510
13	06062	Kanesia 7 x KI 502	49,67	3,00	0,47	5,00	0,50	81,99
14	06066	Kanesia 8 x KI 502	54,67	8,33	0,70	4,67	0,97	88,14
15	Kanesia 8		50,44	7,33	0,33	3,33	0,67	66,59
16	Kanesia 10		57,44	11,670	0,43	10,330	0,77	78,81

* S = semprot (*sprayed*); TS = tanpa semprot (*unsprayed*).

Kemajuan penelitian kapas berserat coklat belum signifikan. Penelitian di Bulgaria oleh STOILOVA *et al.* (2011) juga belum memperoleh perbaikan karakter produksi kapas berbiji, kandungan serat, dan mutu serat. Demikian juga penelitian di Turki oleh EFE *et al.* (2010) menunjukkan bahwa penelitian kapas berserat coklat belum memberikan perbaikan produktivitas dan kandungan serat, meskipun beberapa galur menunjukkan penampilan yang sama dengan tetuanya dalam hal tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah buah, bobot buah, mutu serat, kandungan minyak dan protein pada biji kapas.

Tabel 6 menyajikan hasil pengamatan mutu serat dari galur-galur dan varietas yang diuji. Dapat ditunjukkan dari Tabel tersebut, bahwa tidak satupun galur yang memiliki mutu serat sama atau lebih baik dibandingkan Kanesia 8. Dalam dunia perdagangan serat, karakter mutu yang dibutuhkan adalah panjang serat 25-28 mm untuk untuk pemintal rotor dan friksi atau >30 mm untuk pemintal air-jet, elastisitas > 7%, kekuatan > 28 g/tex pada 3,2 mm gauge, kehalusan 3,0 – 3,8 mic, dan kedewasaan > 80% (PARODA dan KORANNE, 1996). Hasil penelitian TAN *et al.* (2014) yang menggunakan data fenotipik karakter mutu serat yang diamati pada lima kondisi lingkungan yang berbeda diperoleh 59 *quantitative trait loci* (QTL) yang terdiri dari 15 QTL panjang serat, 10 QTL keseragaman serat, 9 QTL kekuatan serat, 10 QTL daya mulur serat, dan 15 QTL kehalusan serat. Sedangkan YANG *et al.* (2015) yang memanfaatkan beberapa jenis marka molekular mendapat-kan 44 QTL mutu serat kapas yang tersebar pada 17 kromosom, dan hal inilah yang berkontribusi terhadap variasi fenotipik mutuserat yang mencapai 7,72%-23,73%.

Dalam pengujian ini, galur-galur yang diuji memiliki serat yang lebih pendek dibandingkan kedua pembanding (Tabel 6). Hasil penelitian MALIK *et al.* (2013) menunjukkan bahwa terdapat korelasi negatif antara persentase serat dengan parameter mutu serat diantara genotipa-genotipa kapas berserat berwarna non-putih. Dalam penelitian ini, hanya terdapat dua galur yang panjang seratnya ≥ 1 inchi (25,4 mm), yaitu 06067/4 dan 06062/1. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian MATUSIAH dan FRYDRYCH (2014) yang menyatakan bahwa varietas kapas dengan serat berwarna coklat memiliki permasalahan

pada panjang serat karena mayoritas varietas yang ada memiliki panjang serat yang cenderung pendek. Hasil penelitian PAN *et al.* (2010) menunjukkan bahwa kandungan selulosa dalam serat kapas berkorelasi negatif dengan kandungan lilin dan daya mulur serat kapas. Tetapi kandungan selulosa tersebut berkorelasi positif dengan panjang, kekuatan, dan kehalusan serat, serta bobot buah kapas. Selain itu YUAN *et al.* (2012) menyatakan bahwa kapas berserat putih memiliki kandungan selulosa dan serat panjang lebih tinggi dibandingkan kapas yang seratnya berwarna hijau atau coklat. Sebaliknya kandungan flavonoid dalam serat lebih tinggi pada kapas berserat coklat dan hijau, dan kandungan flavonoid yang tinggi ini berkorelasi dengan kandungan total karbohidrat dan kecepatan transformasi sukrosa.

Apabila dibandingkan Kanesia 10, diperoleh kemajuan dalam hal kekuatan serat sebesar 0,81-11,54%. Tetapi apabila dibandingkan dengan Kanesia 8, maka kekuatan serat dari galur-galur yang diuji lebih rendah 8,11 – 17,64%. Terdapat empat galur yang kekuatan seratnya $\geq 29,0$ g/tex yaitu 06063/3, 06063/1, 06062/1, dan 06062/2. Untuk karakter kehalusan serat, hanya sembilan galur yang seratnya dikelompokkan pada kategori diterima oleh industri (3,0 – 3,8 mic) yaitu 06063/1, 06063/3, 06063/5, 06067/4, 06060/6, 06062/3, 06064/6, 06066/2, dan 06066. Berdasarkan standar yang diinginkan oleh industri tekstil dalam PARODA dan KORANE (1996), hanya galur 06067/4 yang memenuhi persyaratan panjang serat, kekuatan serat, dan kehalusan serat. Hasil penelitian YUAN *et al.* (2012) pada kondisi kultur bakal buah kapas menunjukkan bahwa dua jenis inhibitor respirasi yaitu rotenone dan thio urea berpengaruh terhadap panjang serat dan perkembangan warna serat hijau tetapi tidak pada warna coklat.

Pada Tabel 7 disajikan hasil pengamatan warna serat pada galur-galur F7 kapas dengan serat berwarna coklat, yang menunjukkan adanya variasi pada jenis warna serat dan keseragaman warna serat dalam masing-masing galur. Diantara 14 galur yang diuji, hanya galur-galur 06062/3 dan 06064/6 yang telah menunjukkan keseragaman warna serat dalam populasinya. KHAN *et al.* (2009) menyatakan bahwa warna serat diatur oleh beberapa gen dominan dengan berbagai tingkat dominansi dan pengaruh maternal.

Tabel 6. Mutu serat galur-galur F7 kapas dengan serat berwarna coklat.

Table 6. Fiber properties of F7 of brown linted cotton.

No.	Galur/Varietas <i>Lines/Varieties</i>	Kode persilangan <i>Crossing code</i>	Panjang serat <i>Fiber length</i> (mm)	Kekuatan serat <i>Fiber strength</i> (g/tex)	Kehalusan serat <i>Fiber fineness</i> (mic)	Keseragaman serat <i>Fiber uniformity</i> (%)
1	06063/1	Kanesia 8 x KI 42/1	22,63	29,16	3,07	80,91
2	06063/3	Kanesia 8 x KI 42/1	23,67	29,01	3,53	80,14
3	06063/4	Kanesia 8 x KI 42/1	24,71	27,35	2,63	80,04
4	06063/5	Kanesia 8 x KI 42/1	24,16	27,54	3,35	80,00
5	06067/3	Kanesia 9 x KI 42	24,31	28,79	2,60	77,25
6	06067/4	Kanesia 9 x KI 42	26,09	28,99	3,53	81,00
7	06060/6	Kanesia 7 x KI 124	22,66	28,71	3,05	81,70
8	06062/1	Kanesia 7 x KI 502	25,27	29,24	4,13	82,87
9	06062/2	Kanesia 7 x KI 502	24,33	30,26	3,93	80,21
10	06062/3	Kanesia 7 x KI 502	24,38	28,86	3,67	82,34
11	06064/6	Kanesia 8 x KI 124	22,78	27,20	3,25	84,72
12	06066/2	Kanesia 8 x KI 502	24,08	27,65	3,02	78,74
13	06062	Kanesia 7 x KI 502	22,12	27,74	2,87	78,14
14	06066	Kanesia 8 x KI 502	23,95	27,12	3,32	82,37
15	Kanesia 8		30,01	32,93	4,32	88,68
16	Kanesia 10		28,96	27,13	4,38	83,70
			25-28	>28	3,0 – 3,8	

Tabel 7. Warna serat galur-galur F7 kapas dengan serat berwarna coklat.

Table 7. Fiber colour of F7 of brown linted cotton.

No. <i>No.</i>	Galur / Varietas <i>Lines / Varieties</i>	Kode Persilangan <i>Crossing Code</i>	Warna Serat / <i>Fiber Colour</i>
1	06063/1	Kanesia 8 x KI 42	30%putih, 30% krem, 30% coklat; tidak seragam
2	06063/3	Kanesia 8 x KI 42	90% coklat, 7.5% krem, 2.5% putih; relatif seragam
3	06063/4	Kanesia 8 x KI 42	30%putih, 30% krem, 30% coklat; tidak seragam
4	06063/5	Kanesia 8 x KI 42	99% coklat, 1% krem; relatif seragam
5	06067/3	Kanesia 9 x KI 42	90% coklat, 10% krem; relatif seragam
6	06067/4	Kanesia 9 x KI 42	60% coklat, 30% krem, 10% putih; tidak seragam
7	06060/6	Kanesia 7 x KI 124	90% coklat, 9% krem, 1% putih; relatif seragam
8	06062/1	Kanesia 7 x KI 502	99% krem; 1% putih; relatif seragam
9	06062/2	Kanesia 7 x KI 502	98% krem, 1% coklat, 1% putih; seragam
10	06062/3	Kanesia 7 x KI 502	100% krem, seragam
11	06064/6	Kanesia 8 x KI 124	100% coklat, seragam
12	06066/2	Kanesia 8 x KI 502	99% krem, 1% putih; relatif seragam
13	06062	Kanesia 7 x KI 502	97% putih, 2% krem, 1% coklat, relatif seragam
14	06066	Kanesia 8 x KI 502	100% krem; relatif seragam
15	Kanesia 8 (Pemanding)		100% putih
16	Kanesia 10 (Pemanding)		100% putih

KESIMPULAN

Galur 06063/5 secara konsisten memberikan produksi kapas berbiji yang cukup tinggi baik dalam kondisi dengan pengendalian hama (2348,3 kg/ha) maupun tanpa pengendalian hama (2372,8 kg/ha). Galur 06066/2 menunjukkan indeks ketahanan lapang terbaik yaitu 110,5%. Terdapat dua galur yang panjang seratnya ≥ 1 inchi (25,4 mm), yaitu 06067/4 dan 06062/1. Dibandingkan Kanesia 10, diperoleh kemajuan dalam hal kekuatan serat sebesar 0,81-11,54%. Dibandingkan dengan Kanesia 8, maka kekuatan serat dari galur-galur yang diuji lebih rendah 8,11 – 17,64%.

Terdapat sembilan galur yang kehalusan seratnya dikelompokkan pada kategori diterima oleh industri (3,0 – 3,8 mic).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terselenggarakan dengan pembiayaan oleh DIPA Balittas 2013. Kami menyampaikan terima kasih kepada Kepala KP Pasirian beserta seluruh staf yang telah membantu penyelenggaraan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- ASLAM, M.M., M.A. BAIG, I. HASSAN, I.A. QAZI, M. MALIK and H. SAEED. 2004. Textile waste water characterization and reduction of its COD & BOD by oxidation. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 3(6): 1-9.
- BASBAG, S. and M.G. TEMIZ. 2004. Determinations of some agronomical and technological properties on cotton having different colors fiber. *Journal of Agronomy* 3: 301-304.
- BHAMBUKAR, M.W. 1984. Host plant resistance; comparative susceptiblity of some promising cotton germplasms to jassids and bollworms under filed condition. Central Institute for Cotton Research. Nagpur. India. 6p.
- CHAUDHRY, R. and A. GUITCHOUNTS. 2003. Cotton facts. International Cotton Advisory Committee. Technical Paper No: 25 of the Common Fund for Commodities. Washington D.C., USA. 158 p.
- DODAMANI, M.T. and L.B. KUNNAL. 2007. Value Addition to Organically Produced Naturally-Coloured Cotton under Contract Farming. *Agricultural Economics Research Review* 20: 521-528.
- EFE L., A. S. MUSTAFAYEV, and F. KILLI. 2010. Agronomic, fiber and seed quality traits of naturally coloured cottons in East Mediterranean region of Turkey. *Pakistan Journal of Botany* 42(6): 3865-3873.
- FENG H, X. TIAN, Y. LIU, Y. LI, and X. ZHANG. 2013. Analysis of flavonoids and the flavonoid structural genes in brown fiber of upland cotton. *Plo SONE* 8(3): e58820. doi:10.1371/journal.pone.0058820.
- FERNANDES, F.S., F.S. RAMALHO, J.B. MALAQUIAS, J.L. NASCIMENTO JUNIOR, E.T. CORREIA and J.C. ZANUNCIO. 2012. Within-plant distribution of cotton aphid (Hemiptera: Aphididae) in cotton cultivars with colored fibers. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences* 84(3): 707-719.
- FITT, G.P., D.I. MARES, and N.J. THOMSOM. 1994. Evaluation of resistance to insects in Australian cotton varieties. The 7-th Australia Cotton Conference. Broadbeach. Queensland, August 10-12. Pp. 135-144.
- FUNK, P.A. and G.R. GAMBLE. 2009. Fiber properties of saw and roller ginned naturally colored cottons. *Journal of Cotton Science* 13:166-173.
- FU-ZHEN, L., X.M. NING, X.M. QIU, C.F. SU, J.Q. YAO, and L.W. TIAN. 2012. Genetic mapping of the dark brown fiber Lc1 gene in tetraploid cotton. *China Agriculture Science* 45(19): 4109-4114.
- HERRMANN, J. M., M. VAUTIER, and C. GUILLARD. 2001. Photocatalytic degradation of dyes in water: case study of indigo and of indigo carmine. *Journal of Catalysis* 201: 46-59.
- HUA, S., X. WANG, S. YUAN, M. SHAO, X. ZHAO, S. ZHU, and L. JIANG. 2007. Characterization of pigmentation and cellulose synthesis in colored cotton fibers. *Crop Science* 47(4): 1540-1546.
- JENKINS, J.N. and J.C. McCARTY. 1994. Comparison of four cotton genotypes for resistance to *Heliothis virescens*. *Crop Science* 34: 1231-1233.
- KATZ, D., N. BOONE and J.M. VREELAND, Jr. 1997. Organically grown and naturally colored cottons: a global overview. *In Proc. Beltwide Cotton Production Conf.*, New Orleans, LA. 6-10 Jan. National Cotton Council of America, Memphis, TN. Pp. 293-297.
- KHAN, A.A., F.M. AZHAR, I.A. KHAN, A.H. RIAZ, and M. ATHAR. 2009. Genetic basis of variation of lint colour, yield, and quality in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Plant Biosystem* 143: 17-24.
- LEE, J. 1996. A new spin on naturally colored cottons. *Agricultural Research Magazine* 44: 20-21.
- MALIK, W., A.A. KHAN, and B. SADIA. 2013. In situ characterization of coloured cotton genotypes. *Australian Journal of Crop Science* 7(3): 299-304.
- MALIK, W., A.A. KHAN, H.M.N. CHEEMA, U. ASLAM, M.Z. IQBAL, A. QAYYUM, A. YASMEEN, and N. BIBI. 2015. Transcriptome analysis of pigment related genes in coloured cotton. *International Journal of Agricultural Biology* 17: 205-210.
- MARQUARDT, S. 2002. Beltwide presentation: Organic cotton: production and marketing trends in the U.S. and globally 2001. Available on line at <http://www.sustainablecotton.org/NEWS007/news007.html>.
- MATUSIAH, M. and I. FRYDRYCH. 2014. Investigation of naturally coloured cotton of different origin – analysis of fibre properties. *Fibres and Textiles in Eastern Europe* 5(107): 34-42.
- MURTY, M.S.S. 2001: Never say dye: The story of colored cotton. *Resonance*, December 2001. Pp. 29-35.
- PAN, Z., D. SUN, J. SUN, Z. ZHOU, Y. JIA, B. PANG, Z. MA, and X. DU. 2010. Effects of fiber wax and cellulose content on colored cotton fiber quality. *Euphytica* 173: 141-149.
- PARODA, R.S. and K.D. KORANNE. 1996. Cotton research and development scenario in India. In H. Harig and S.A. Heap Ed. 23rd International Cotton Cpnference. Bremen March 6-9, 1996. Pp. 1-21.
- PRICE, J.B., X. CUI and T.A. CALAMARI. 2001. Assessing the quality of four naturally colored cottons. *Textile Research Journal* 71(11): 993-999.
- RATANADILOK N., P. HORMCHAN and A. WONGPIYASATID. 2010. Backcross techniques in transferring insect resistance and good fiber qualities to naturally colored cotton. *Kasetsart Journal of National Science* 44: 335-342.

- SINGH, V.V, NARAYANAN, S.S, KULMETHE, V.M, ANAP , and G.R, NAGWEKAR. 1993. A brief review on coloured linted cottons documenting selected genotypes of *G. hirsutum* L. Journal of Indian Society Cotton Improvement 18: 91-94.
- SOFUOGLU, S. and O. GENCER. 2000. A research on the genetic analysis of the fibre colour. The Inter-Regional Cooperative Research Network on Cotton. In O. Gencer, R. Derici and F. Göktepe (Eds.). Proceedings of a joint workshop and meeting of the all working groups. Adana-Turkey 20-24 September, 2000. Pp. 55-57.
- STOILOVA A., I. SALDZHEV, and Zh. TERZIEV. 2011. Productive and quality characteristics of brown cotton. Agricultural Science and Technology 3(2): 88-93.
- TAN, Z., X. FANG, S. TANG, J. ZHANG, D. LIU, Z. TENG, L. LI, H. NI, F. ZHENG, D. LIU, T. ZHANG, A.H. PATERSON, and Z. ZHANG. 2014. Genetic map and QTL controlling fiber quality traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Euphytica. Published on-line 30 October 2014.
- TON, P. 2002. The international markets for organic cotton and eco-textiles. Pesticides Policy and Livelihoods Series. PAN UK: London. 34 p.
- VILHEKAR, S.H., B.N. PATIL, R.S., SHIVANKAR, V.N. PATIL and S.B. SARODE. 2001. Studies of yield and yield contributing characters in different coloured linted cotton varieties. Agricultural Science Digest, 21 (4): 271-272.
- YANG, X., X. ZHOU, X. WANG, Z. LI, Y. ZHANG, H. LIU, L. WU, G. ZHANG., G. YAN, and Z. MA. 2015. Mapping QTL for cotton fiber quality traits using simple sequence repeat markers, conserved intron-scanning primers, and transcript-derived fragments. Euphytica 201: 215-230.
- YUAN,S., W. MALIK, S. HUA, N. BIBI, and X. WANG. 2012a. In vitro inhibition of pigmentation and fiber development in colored cotton. Journal of Zhejiang University-SCIENCE B (Biomedicine & Biotechnology) 13(6): 478-486.
- YUAN, S., S. HUA, W. MALIK, N. BIBI and X. WANG. 2012b. Physiological and biochemical dissection of fiber development in colored cotton. Euphytica 187: 215-226.
- ZHANG, B.X., G.X. WANG, B.X. ZHANG and G.X. WANG. 2000. A preliminary discussion on the development of coloured cotton in China. China Cottons 27(12): 6-7.