

## PENDUGAAN AKSI GEN DAN DAYA WARIS KETAHANAN KAPAS TERHADAP *Amrasca biguttula*

MOCH. MACHFUD dan E. SULISTYOWATI

Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat  
Jl. Raya Karangploso, Po Box 199, Malang - Jawa Timur

(Terima tgl. 15/1/2008 – Terbit tgl. 8/4/2009)

### ABSTRAK

*Amrasca biguttula* merupakan salah satu hama utama kapas yang mampu menurunkan hasil secara nyata. Penggunaan varietas tahan hama secara genetik merupakan salah satu dari sekian metode pengendalian yang efektif untuk menurunkan kerusakan hama. Penelitian bertujuan untuk mengetahui aktivitas kerja gen dan daya waris gen yang mengendalikan sifat ketahanan terhadap hama pengisap daun *A. biguttula*. Penelitian dilakukan di Karangploso, Kabupaten Malang, Jawa Timur dari bulan Mei sampai Oktober 2006. Pengujian dilakukan terhadap 17 genotipe yang terdiri dari (a) tiga varietas tetua jantan berbulu lebat yaitu LRA 5166, SRT-1, dan Laxmi; (b) dua varietas tetua betina yang ditingkatkan ketahanannya yaitu Kanesia-8 dan Kanesia-9; (c) enam genotipe generasi F1 hasil persilangan tetua jantan dan betina tersebut di atas, dan d) enam genotipe generasi F2 yang merupakan keturunan dari hasil persilangan F1. Percobaan disusun dalam rancangan acak kelompok (RAK), diulang 3 kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tiga genotipe F1 dari pasangan persilangan Kanesia-8 x LRA 5166, Kanesia-9 x LRA 5166, dan Kanesia-8 x Laxmi menunjukkan penampilan gen yang mengatur kelebatan bulu daun bersifat dominansi sebagian negatif. Sedangkan penampilan gen pada pasangan persilangan Kanesia-8 x SRT-1, Kanesia-9 x SRT-1, dan Kanesia-9 x Laxmi adalah dominansi sebagian positif. Nilai heritabilitas dalam arti luas dari gen yang mengatur kelebatan bulu daun pada empat pasangan persilangan Kanesia-8 x SRT-1, Kanesia-9 x SRT-1, Kanesia-8 x Laxmi, dan Kanesia-9 x Laxmi adalah tinggi, sedangkan dua pasangan persilangan Kanesia-8 x LRA 5166 dan Kanesia-9 x LRA 5166 nilai heritabilitasnya sedang. Korelasi nyata terjadi antara jumlah bulu daun, populasi nimfa dan nilai JRI. Tingkat kehadiran populasi nimfa wereng dan nilai JRI sangat dipengaruhi oleh kerapatan bulu daun.

Kata kunci : *Gossypium hirsutum*, *Amrasca biguttula*, kerapatan bulu, ketahanan, daya waris

### ABSTRACT

#### **Estimation of Gene Action and Resistance Heritability of Cotton to *Amrasca biguttula***

*Amrasca biguttula* is one of main pests attacking cotton that causes significant yield loss. The use of resistant varieties is genetically an effective way to control the pest. An experiment was conducted to study the activity and heritability of gene(s) responsible for controlling crop resistance to jassid, *A. biguttula*. The test involved 17 genotypes consisting of (a) three varieties with high trichome density as male parents i.e. LRA 5166, SRT-1, and Laxmi; (b) two varieties to be improved their resistance to jassid as female parents i.e. Kanesia-8 and Kanesia-9; (c) six genotypes of F1 generation resulted from crossing between male and female parents, and d) six genotypes of F2 generation resulted from selfing of genotypes. The test was arranged in randomized block design with three replications. Experimental result showed that the action of gene(s) responsible in trichome density or leaf pubescent of three F1 genotypes i.e. Kanesia-8 x LRA 5166, Kanesia-9 x LRA 5166, and Kanesia-8 x Laxmi were partly negative dominance, whereas those of F1 genotypes of Kanesia-8 x SRT-

1, Kanesia-9 x SRT-1, and Kanesia-9 x Laxmi were partly positive dominance. The heritability of that gene(s) in Kanesia-8 x SRT-1, Kanesia-9 x SRT-1, Kanesia-8 x Laxmi, and Kanesia-9 x Laxmi combinations were high, whereas those in Kanesia-8 x LRA 5166 and Kanesia-9 x LRA 5166 combinations were medium. A significant correlation was observed between trichome density, nymph population, and JRI value, in which nymph population and JRI were significantly influenced by trichome density.

Key words : *Gossypium hirsutum*, *Amrasca biguttula*, gene action, heritability

### PENDAHULUAN

Permasalahan yang dihadapi petani untuk meningkatkan hasil kapas berbiji antara lain gangguan hama, seperti *Helicoverpa armigera*, *Amrasca biguttula*, *Pectinophora gossypiella*, dan *Earias vittella* (NURINDAH, 2002). Hama pengisap daun *A. biguttula* atau yang dikenal dengan wereng kapas adalah salah satu hama utama kapas pengisap cairan sel daun kapas yang menyerang sejak tanaman mulai tumbuh sampai menjelang panen. Serangan yang lebih parah menyebabkan seluruh daun mengeriting berwarna cokelat kemerahan seperti terbakar, sehingga berakibat proses fotosintesis terhambat, dan tanaman mengalami defoliasi dan akhirnya pertumbuhan akan terhenti (MATTHEWS, 1994). Warna cokelat kemerahan daun kapas disebabkan racun yang dikeluarkan oleh serangga hama bersamaan saat mengisap cairan daun. Tingginya kehilangan hasil akibat gangguan hama wereng kapas dapat menekan produksi sekitar 12-25% dari potensi produksi varietas-varietas kapas yang ditanam (MATTHEWS, 1994). Penurunan produksi dapat mencapai 100% apabila serangan hebat terjadi saat tanaman masih muda.

Salah satu cara untuk menghindari serangan hama tersebut antara lain dengan menanam varietas kapas yang tahan hama wereng (HASNAM *et al.*, 2004), dan merupakan salah satu faktor penting bagi keberhasilan penerapan PHT kapas (NURINDAH *et al.*, 2004). Selain itu, keuntungan menanam varietas tahan wereng dapat mengurangi pemakaian pestisida atau waktu aplikasinya ditunda (INDRAYANI dan SULISTYOWATI, 2005). Apabila pemakaian pestisida dapat dihindari dan volume pemakaian dapat ditekan, maka

aspek lain yang bisa diharapkan adalah memaksimalkan peran predator sebagai faktor mortalitas biotik (NURINDAH *et al.*, 2001), menghemat biaya pemakaian pestisida (HADIYANI *et al.*, 2003), mencegah kerusakan lingkungan (HALLBERG, 1989), dan meningkatkan keanekaragaman atau variasi perkembangan populasi predator (INDRAYANI *et al.*, 2007).

Metode untuk mendapatkan varietas tahan hama wereng adalah melalui program pemuliaan yakni dengan metode persilangan atau hibridisasi untuk memperoleh kombinasi genetik melalui persilangan antara dua atau lebih tetua yang berbeda secara genetik. Karakter tahan hama pengisap daun pada kapas diekspresikan dengan adanya bulu lebat di permukaan daun tanaman. Penggunaan varietas kapas yang daunnya berbulu lebat merupakan cara efektif untuk mengendalikan hama pengisap daun (SINGH, 2004). Berkaitan dengan serangan hama pengisap lainnya, yaitu *Bemisia tabacci*, ternyata kerapatan bulu daun berkorelasi positif dengan kolonisasi hama tersebut (INDRAYANI dan SULISTYOWATI, 2005). Semakin tinggi kerapatan bulu daun, maka semakin tinggi pula kolonisasi *Bemisia tabacci*. Saat ini aksesori-aksesori kapas yang memiliki daun berbulu lebat dalam koleksi plasma nutfah kapas antara lain LRA 5166, SRT-1, dan Laxmi. Akan tetapi aksesori-aksesori tersebut produksinya rendah atau di bawah dari rata-rata varietas kapas yang dianjurkan untuk petani. Ketiga varietas tersebut di atas sangat sesuai dijadikan sebagai donor atau tetua jantan yang akan mewariskan gen dengan bulu daun lebat. Kelebatan bulu daun merupakan karakter unggul yang dapat dipindahkan dari satu varietas ke varietas lain.

Menurut SYED *et al.* (2003) bahwa kerapatan bulu di permukaan daun merupakan salah satu karakter morfologi yang erat kaitannya dengan ketahanan tanaman dan tingkat infestasi *A. biguttula*. Bulu daun lebat dan panjang akan menghalangi alat pengisap (stylet) wereng kapas untuk mengisap cairan daun. Gen pengendali sifat ketahanan hama diekspresikan dengan kelebatan bulu yang pada tanaman kapas dikendalikan oleh gen  $H_1$  (SINGH, 2004). Serangkaian gen-gen yang mengendalikan karakter bulu pada tanaman kapas seperti gen  $H_2$  mengendalikan kerapatan daun berbulu pendek, gen  $H_3$  mengendalikan bulu pada batang, gen  $H_4$  mengendalikan bulu di permukaan bawah daun, dan gen  $H_5$  mengendalikan panjang bulu daun. Selain itu masih ada satu seri gen-gen yang mengurangi kelebatan bulu daun yaitu gen  $Sm_1$ ,  $Sm_2$ , dan  $Sm_3$ . Peran gen yang telah diketahui dapat digunakan untuk menentukan metode seleksi yang tepat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran gen dan aktivitas kerja gen yang mengendalikan sifat ketahanan terhadap hama pengisap daun *Amrasca biguttula* pada program pemuliaan guna memperbaiki tingkat ketahanan terhadap hama tersebut dan produksi kapas berbiji.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Karangploso, Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat (Balittas), Kabupaten Malang, Jawa Timur, pada bulan Mei sampai dengan bulan Oktober tahun 2006. Bahan tanaman yang digunakan berjumlah 17 genotipe yang terdiri dari (a) tiga varietas tetua jantan LRA 5166, SRT-1, dan Laxmi yang berbulu lebat, (b) dua varietas tetua betina Kanesia-8 dan Kanesia-9 yang ditingkatkan ketahanannya, (c) enam genotipe generasi F1 hasil persilangan tetua jantan dan betina tersebut di atas, dan (d) enam genotipe generasi F2 keturunan dari hasil persilangan F1 (Tabel 1). Penelitian disusun dalam rancangan acak kelompok (RAK), diulang 3 kali dengan ukuran petak masing-masing 5 m x 10 m, jarak tanam kapas 100 cm x 25 cm. Dosis pupuk yang digunakan sebanyak 100 kg ZA, 200 kg urea, 100 kg TSP, dan 100 kg KCl/ha. Dalam penelitian ini tidak dilakukan pengendalian hama, tujuannya agar hama wereng kapas *A. biguttula* yang menyerang tidak mati karena pengaruh pemberian pestisida.

Pengamatan dilakukan pada 20 tanaman contoh dari setiap petak percobaan tanaman tetua dan F1; untuk tanaman F2 dilakukan pengamatan pada 150 tanaman contoh. Parameter yang diamati meliputi kerapatan bulu daun (helai/cm<sup>2</sup>), yang diamati pada daun kelima dari atas di laboratorium dengan mikroskop, skor kerusakan daun karena serangan hama *A. biguttula*, dan populasi nimfa *A. biguttula*. Tingkat kerapatan bulu daun dinilai menggunakan skala rating dari BOURLAND *et al.* (2003) yang dimodifikasi (Tabel 2).

Tabel 1. Daftar genotipe yang diuji  
Table 1. List of tested genotypes

Genotipe Genotypes	Deskripsi Description
P1	Tetua jantan LRA 5166
P2	Tetua jantan SRT -1
P3	Tetua jantan Laxmi
P4	Tetua betina Kanesia-8
P5	Tetua betina Kanesia-9
F1 <sub>41</sub>	F1 hasil persilangan varietas Kanesia-8 x LRA 5166
F1 <sub>51</sub>	F1 hasil persilangan varietas Kanesia-9 x LRA 5166
F1 <sub>42</sub>	F1 hasil persilangan varietas Kanesia-8 x SRT-1
F1 <sub>52</sub>	F1 hasil persilangan varietas Kanesia-9 x SRT-1
F1 <sub>43</sub>	F1 hasil persilangan varietas Kanesia-8 x Laxmi
F1 <sub>53</sub>	F1 hasil persilangan varietas Kanesia-9 x Laxmi
F2 <sub>41</sub>	F2 hasil penyerbukan sendiri F1 <sub>41</sub>
F2 <sub>51</sub>	F2 hasil penyerbukan sendiri F1 <sub>51</sub>
F2 <sub>42</sub>	F2 hasil penyerbukan sendiri F1 <sub>42</sub>
F2 <sub>52</sub>	F2 hasil penyerbukan sendiri F1 <sub>52</sub>
F2 <sub>43</sub>	F2 hasil penyerbukan sendiri F1 <sub>43</sub>
F2 <sub>53</sub>	F2 hasil penyerbukan sendiri F1 <sub>53</sub>

Tabel 2. Skala rating kerapatan bulu daun kapas  
Table 2. Rating scale of trichome of cotton leaves

Skala rating Rating scale	Kategori Category	Deskripsi Description	Kerapatan bulu Trichome density (helai/cm <sup>2</sup> )
1	Halus, sangat sedikit bulu	Tidak ada atau sedikit sekali bulu (hanya pada tulang daun)	9 – 17
2	Halus, bulu sedikit	Bulu sedikit, sebagian kecil di permukaan daun	18 – 66
3	Agak berbulu	Sedikit bulu, kerapatan rendah, pendek tersebar merata	67 – 107
4	Berbulu cukup	Berbulu, kerapatan cukup dan tersebar merata	106 – 216
5	Berbulu	Kerapatan sedang, panjang sedang, dan tersebar merata	217 – 280
6	Berbulu sedikit lebat	Kerapatan agak tinggi, bulu cukup panjang, tersebar merata	281 – 334
7	Berbulu agak lebat	Kerapatan tinggi, bulu panjang, dan tersebar merata	335 – 417
8	Berbulu lebat	Kerapatan tinggi, bulu panjang dan tersebar merata	418 – 750
9	Berbulu sangat lebat	Kerapatan sangat tinggi, bulu panjang, dan tersebar merata	> 750

Tabel 3 menyajikan kriteria yang digunakan untuk skoring tingkat kerusakan tanaman, disusun oleh Indian Central Cotton Committee (UTHAMASAMY, 1994).

Berdasarkan tingkat kerusakan, indeks ketahanan terhadap jasid (Jassid Resistance Index atau JRI) dihitung dengan rumus NAGESWARA RAO (1973) sbb :

$$\frac{(G1 \times P1) + (G2 \times P2) + (G3 \times P3) + (G4 \times P4)}{P1 + P2 + P3 + P4} = \text{JRI}$$

dimana G = tingkat kerusakan (grade 1 – 4), dan P = jumlah tanaman contoh yang memiliki kategori kerusakan sama. Dari hasil perhitungan tersebut, maka empat kategori ketahanan genotipe adalah tahan (JRI = 0,1-1,0), agak tahan (JRI = 1,1-2,0), rentan (JRI = 2,1-3,0), dan sangat rentan (JRI = 3,1-4,0).

Tabel 3. Penilaian tingkat kerusakan berdasarkan daun kapas  
Table 3. Scoring of damages level based on leaf damage

Skor Score	Gejala serangan Symptom of leaf damage
1	Daun tampak sehat, tidak mengeriting, berwarna kuning atau kecokelatan.
2	Beberapa daun di bagian bawah mengeriput dan mengeriting, berwarna kuning.
3	Daun di bagian bawah dan tengah mengeriput, mengeriting, berwarna kuning kecokelatan disertai gangguan pertumbuhan tanaman.
4	Seluruh daun mengeriting, berwarna kuning kecokelatan seperti terbakar, mengalami defoliasi, dan pertumbuhan tanaman terhenti.

Nisbah potensi digunakan untuk mengetahui aktivitas gen yang mengatur sifat yang akan ditampilkan, dengan menghitung derajat dominansi sifat ketahanan terhadap hama secara kuantitatif dengan rumus sbb :

$$hp = \frac{m_{F1} - m_{MP}}{m_{HP} - m_{LP}}$$

dimana hp = nilai nisbah potensi,  $m_{F1}$  = nilai rata-rata pada F1,  $m_{HP}$  = nilai rata-rata tetua tertinggi (ekstrim), dan  $m_{LP}$  = nilai rata-rata tetua terendah. Adapun klasifikasi aktivitas gen berdasarkan nisbah potensi derajat dominansi adalah (a) tidak ada dominansi atau aditif jika  $hp = 0$ , (b) dominansi sempurna jika  $hp = +1$  atau  $-1$ , (c) dominansi sebagian jika  $-1 < hp < 0$  dan  $0 < hp < 1$ , dan (d) lewat dominan jika  $hp > 1$  atau  $< -1$ .

Pendugaan heritabilitas dalam arti luas dihitung berdasarkan populasi tetua 1, tetua 2, F1 dan F2 dari nilai rata-rata ( $\bar{x}$ ) dan ragam ( $\sigma^2$ ) dengan menggunakan rumus sbb:

$$H = \frac{\sigma_{F2}^2 - (\sigma_{F1}^2 + \sigma_{P1}^2 + \sigma_{P2}^2) / 3}{\sigma_{F2}^2}$$

dimana H = heritabilitas dalam arti luas,  $\sigma_{F1}^2$  = ragam populasi F1,  $\sigma_{F2}^2$  = ragam populasi F2,  $\sigma_{P1}^2$  = ragam populasi P1, dan  $\sigma_{P2}^2$  = ragam populasi P2. Sedangkan nilai heritabilitas diklasifikasikan menjadi 3 yaitu (a) heritabilitas tinggi bila  $H \geq 0,50$ , (b) heritabilitas sedang bila  $0,20 \leq H < 0,50$ , dan (c) heritabilitas rendah bila  $H < 0,20$ .

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Jumlah Bulu pada Daun

Tingkat ketahanan tanaman terhadap hama wereng dipengaruhi oleh kelebatan bulu di permukaan daun kapas, hasil pengamatan jumlah bulu daun dan tingkat kerapatannya. Hasil analisis kerapatan bulu daun pada semua genotipe tetua, generasi F1 dan F2 menunjukkan perbedaan yang nyata (Tabel 4). Jumlah bulu daun terbanyak ditunjukkan pada dua genotipe tetua jantan SRT-1 dan Laxmi dengan jumlah bulu masing-masing 425 dan 458 helai/cm<sup>2</sup> pada skala rating 8 (berbulu lebat). Sedangkan genotipe tetua jantan LRA 5166 daunnya berbulu agak lebat dengan jumlah 385 helai/cm<sup>2</sup> (skala rating 7). Kerapatan bulu daun terendah adalah kedua genotipe tetua betina Kanesia-8 dan Kanesia-9, dengan jumlah masing-masing 264 dan 247 helai/cm<sup>2</sup> pada skala rating 5 (berbulu). Jumlah bulu daun genotipe F1 dan F2 antara 312 – 395 helai/cm<sup>2</sup> termasuk kategori berbulu sedikit lebat sampai agak lebat (skala rating 6 – 7), dan terjadi peningkatan kerapatan bulu daun dibanding kedua genotipe tetua betinanya.

Tabel 4. Kerapatan bulu daun kapas pada semua genotipe yang diuji  
*Table 4. Trichome density on cotton leaves of all tested genotypes*

Genotipe <i>Genotypes</i>	Kerapatan bulu daun (helai /cm <sup>2</sup> ) <i>Trichome density (counter/cm<sup>2</sup>)</i>	Kriteria kerapatan bulu daun <i>Criteria of trichome density</i>
<b>Tetua :</b>		
♂ LRA 5166	385 c*)	Berbulu agak lebat
♂ SRT-1	425 cd	Berbulu lebat
♂ Laxmi	458 d	Berbulu lebat
♀ Kanesia-8	264 ab	Berbulu
♀ Kanesia-9	247 a	Berbulu
<b>F1 :</b>		
Kanesia-8 x LRA5166	321 bc	Berbulu agak lebat
Kanesia-9 x LRA5166	312 b	Berbulu sedikit lebat
Kanesia-8 x SRT-1	330 bc	Berbulu sedikit lebat
Kanesia-9 x SRT-1	354 bc	Berbulu agak lebat
Kanesia-8 x Laxmi	345 bc	Berbulu agak lebat
Kanesia-9 x Laxmi	365 bc	Berbulu agak lebat
<b>F2 :</b>		
Kanesia-8 x LRA5166	355 bc	Berbulu agak lebat
Kanesia-9 x LRA5166	376 c	Berbulu agak lebat
Kanesia-8 x SRT-1	387 c	Berbulu agak lebat
Kanesia-9 x SRT-1	395 c	Berbulu agak lebat
Kanesia-8 x Laxmi	394 c	Berbulu agak lebat
Kanesia-9 x Laxmi	375 c	Berbulu agak lebat
<b>BNJ 5 %</b>	<b>59,38</b>	

Keterangan : \*) Angka dalam kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan BNJ 5%  
 Note : \*) *Numbers in the same column followed by the same letters are not significantly different based on HSD 5%*

Aksi gen pengatur kelebatan bulu daun ditunjukkan dengan besaran nisbah potensi (*potential ratio*) atau nilai hp yang diestimasi pada generasi F1 disajikan pada Tabel 5. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tiga genotipe F1 yaitu pasangan persilangan Kanesia-8 x LRA 5166, Kanesia-9 x LRA 5166, dan Kanesia-8 x Laxmi menunjukkan penampilan gen yang bersifat dominansi sebagian negatif dengan nilai masing-masing -0,05, -0,06, dan -0,17. Derajat dominansi sebagian negatif pada tiga genotipe F1 hasil persilangan tersebut mengindikasikan adanya kejadian dominansi gen-gen yang lemah, dan pewarisan sifatnya dikendalikan oleh gen resesif. Sedangkan pasangan persilangan Kanesia-8 x SRT-1, Kanesia-9 x SRT-1, dan Kanesia-9 x Laxmi menunjukkan gen bersifat dominansi sebagian positif yang masing-masing memiliki nilai nisbah potensi (hp) sebesar 0,18, 0,20, dan 0,12. Hal ini mengindikasikan bahwa genotipe F1 dari pasangan persilangan Kanesia-8 x SRT-1, Kanesia-9 x SRT-1, dan Kanesia-9 x Laxmi memiliki sifat ketahanan yang diwariskan oleh gen dominan sebagian dari kedua genotipe tetua jantan SRT-1 dan Laxmi. Pada genotipe kenaf juga ditemukan pewarisan sifat yang dikendalikan oleh peran gen dominansi sebagian positif untuk sifat ketahanan terhadap nematoda puru akar (SETYO-BUDI, 2004).

Tabel 5. Nisbah potensi (hp) penampilan gen pengatur kelebatan bulu pada daun genotipe-genotipe yang diuji  
*Table 5. Potential ratio of expression of genes involved in trichome density on cotton leaves of all tested genotypes*

Kode persilangan <i>Crossing code</i>	Nisbah potensi <i>Potential ratio</i>	Kriteria aksi gen <i>Criteria of gene action</i>
Kanesia-8 x LRA5166	- 0,05	Dominasi sebagian (-)
Kanesia-9 x LRA5166	- 0,06	Dominasi sebagian (-)
Kanesia-8 x SRT-1	+ 0,18	Dominasi sebagian (+)
Kanesia-9 x SRT-1	+ 0,20	Dominasi sebagian (+)
Kanesia-8 x Laxmi	- 0,17	Dominasi sebagian (-)
Kanesia-9 x Laxmi	+ 0,12	Dominasi sebagian (+)

Heritabilitas atau daya waris suatu sifat dari tanaman merupakan proporsi besaran ragam genetik ditambah ragam lingkungannya, artinya nilai heritabilitas akan memberi gambaran suatu karakter dipengaruhi oleh faktor genetik atau lingkungannya, yang dapat digunakan untuk mengetahui hubungan genetik antara tetua dengan keturunannya. Di samping itu besaran nilai heritabilitas dapat digunakan untuk mengetahui kemajuan genetik dan juga sebagai landasan untuk menentukan metode seleksi lebih lanjut pada suatu populasi tanaman.

Hasil analisis daya waris gen atau heritabilitas (H) dalam arti luas untuk sifat jumlah bulu daun yang berperan dalam ketahanan terhadap *A. biguttula* pada keturunan keenam pasangan persilangan tercantum pada Tabel 6. Nilai heritabilitas pasangan persilangan Kanesia-8 x LRA 5166 dan Kanesia-9 x LRA 5166 memiliki kriteria sedang masing-masing sebesar 0,33 dan 0,47. Nilai heritabilitas sedang mengindikasikan besaran ragam lingkungan lebih besar dibandingkan ragam genetiknya. Dengan pertimbangan tersebut varietas LRA 5166 tidak sesuai dijadikan sebagai tetua jantan, karena keturunannya masih bersifat rentan, sama seperti tetua betinanya Kanesia-8 dan Kanesia-9. Sebaliknya pasangan persilangan Kanesia-8 x SRT-1, Kanesia-9 x SRT-1, Kanesia-8 x Laxmi dan Kanesia-9 x Laxmi memiliki nilai heritabilitas (H) dengan kriteria tinggi, masing-masing sebesar 0,6, 0,66, 0,77, dan 0,65. Hal ini mengindikasikan besaran ragam genetik lebih besar dibanding ragam lingkungan.

Tabel 6. Heritabilitas gen pengatur kelebatan bulu daun kapas semua genotipe yang diuji  
*Table 6. Heritability of genes involved in trichome density on cotton leaves of all tested genotypes*

Kode persilangan <i>Crossing code</i>	Heritabilitas <i>Heritability</i>	Kriteria <i>Criteria</i>
Kanesia-8 x LRA5166	0,33	Sedang
Kanesia-9 x LRA5166	0,47	Sedang
Kanesia-8 x SRT-1	0,63	Tinggi
Kanesia-9 x SRT-1	0,66	Tinggi
Kanesia-8 x Laxmi	0,77	Tinggi
Kanesia-9 x Laxmi	0,65	Tinggi

Empat pasangan persilangan Kanesia-8 x SRT-1, Kanesia-9 x SRT-1, Kanesia-8 x Laxmi, dan Kanesia-9 x Laxmi menghasilkan nilai heritabilitas tinggi dengan tindak gen dominan sebagian yang mengatur sifat ketahanan, dan terjadi peningkatan ketahanan dibanding kedua tetua betinanya. Nilai heritabilitas tinggi menunjukkan bahwa peranan faktor genetik pada penampilan fenotip untuk karakter kerapatan bulu daun sangat besar pengaruhnya. Hal ini mengindikasikan bahwa gen sifat ketahanan terhadap hama diwariskan secara genetik oleh kedua tetua jantan SRT-1 dan Laxmi, peranan lingkungan lebih kecil. Jika dikaitkan dengan nilai nisbah potensi, keempat pasangan persilangan ini mempunyai nilai yang tergolong dominansi sebagian positif. Nilai heritabilitas mengindikasikan bahwa gen sifat ketahanan yang diwariskan melalui keturunannya dikendalikan oleh faktor genetik dengan tindak gen dominan yang mengatur sifat ketahanan tanaman. Pewarisan sifat ketahanan hasil persilangan antara genotipe tetua betina dengan tetua jantan berhasil meningkatkan ketahanan terhadap hama wereng kapas pada keturunan genotipe F1 dan F2 dibanding tetua betinanya, sehingga varietas SRT-1 dan Laxmi layak dijadikan sebagai tetua jantan. Seleksi dari pasangan persilangan yang memiliki nilai heritabilitas tinggi dengan tindak gen dominan dapat dilakukan dengan metode pedigree, dan dapat langsung dilakukan seleksi pada generasi F3.

### Populasi Nimfa *A. biguttula* dan Indeks Ketahanan Jasid (JRI)

Terjadinya kerusakan daun tergantung dari ketahanan tanaman, kolonisasi dan populasi nimfa wereng yang menyerang. Populasi nimfa yang menyerang pertanaman ditampilkan pada Tabel 7. Hasil pengamatan pada 60, 75, dan 90 HST menunjukkan bahwa populasi nimfa yang menyerang pertanaman kapas berbeda nyata di antara genotipe tetua, generasi F1 dan F2 keturunannya. Hasil analisis menunjukkan jumlah nimfa yang menyerang meningkat sejalan dengan pertambahan umur tanaman.

Pada pengamatan 60 HST, infestasi hama *A. biguttula* tidak cukup tinggi untuk menimbulkan kerusakan tanaman, sehingga pada beberapa genotipe skor kerusakan nihil. Populasi nimfa wereng mulai terbangun setelah 60 HST dan kerusakan daun dapat diamati mulai 75 HST. Populasi nimfa terendah pada 75 HST terjadi pada tetua jantan Laxmi dan SRT-1 yaitu 0,43 dan 0,56 ekor. Pada generasi F1, jumlah populasi nimfa wereng terendah yang menyerang pasangan persilangan Kanesia-9 x SRT-1, Kanesia-8 x Laxmi, Kanesia-9 x LRA 5166, dan Kanesia-8 x SRT-1 masing-masing 0,53, 0,53, 0,73, dan 1,00 ekor. Sebaliknya populasi nimfa terbanyak yang menyerang kapas terjadi pada genotipe tetua betina Kanesia-8 dan Kanesia-9 dengan jumlah nimfa 4,02 dan 4,61 ekor. Pada 90 HST, populasi nimfa yang menyerang semakin meningkat sejalan dengan umur tanaman kapas.

Tabel 7. Populasi nimfa *A. biguttula* yang menyerang kapas pada pengamatan umur 60, 75, dan 90 hari setelah tanam (HST)

Table 7. Nymph population of *A. biguttula* attacking cotton plants on 60, 75, and 90 days after planting (DAP)

Genotipe Genotypes	Populasi nimfa daun kelima Nymph population on 5 <sup>th</sup> leaf		
	60 HST 60 DAP	75 HST 75 DAP	90 HST 90 DAP
<b>Tetua :</b>			
♂ LRA 5166	0,48 ab	1,83 ab	4,73 cd*)
♂ SRT-1	0,14 a	0,56 a	1,83 a
♂ Laxmi	0,40 ab	0,43 a	1,71 a
♀ Kanesia-8	0,32 ab	4,02 c	6,83 e
♀ Kanesia-9	0,80 b	4,61 c	5,67 d
<b>F1 :</b>			
Kanesia-8 x LRA5166	0,25 ab	1,55 ab	4,34 c
Kanesia-9 x LRA5166	0,41 ab	0,73 a	4,11 b
Kanesia-8 x SRT-1	0,33 ab	1,00 a	3,43 b
Kanesia-9 x SRT-1	0,38 ab	0,53 a	3,13 b
Kanesia-8 x Laxmi	0,33 ab	0,53 a	3,17 b
Kanesia-9 x Laxmi	0,33 ab	2,60 b	4,11 cd
<b>F2 :</b>			
Kanesia-8 x LRA5166	0,60 ab	3,60 bc	5,03 cd
Kanesia-9 x LRA5166	0,52 ab	2,52 b	4,89 cd
Kanesia-8 x SRT-1	0,71 b	1,26 a	3,17 b
Kanesia-9 x SRT-1	0,64 ab	1,65 ab	3,85 bc
Kanesia-8 x Laxmi	0,32 ab	0,85 a	3,89 bc
Kanesia-9 x Laxmi	0,45 ab	1,25 a	5,23 d
BNJ 5 %	0,56	1,66	1,08

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

Note : \*) Numbers in the same column followed by the same letters are not significantly different based on HSD 5%

Tingkat serangan terendah terjadi pada tetua jantan Laxmi dan SRT-1 dengan jumlah nimfa 1,71 dan 1,83 ekor. Sedangkan populasi nimfa terbanyak yang menyerang kapas terjadi pada tetua betina Kanesia-8 dan Kanesia-9 diikuti oleh genotipe F2 keturunan dari pasangan persilangan Kanesia-9 x Laxmi, Kanesia-8 x LRA 5166 dan Kanesia-9 x LRA 5166 masing-masing dengan jumlah nimfa 6,83; 5,67; 5,23; 5,03; dan 4,98 ekor.

Populasi hama wereng kapas sangat menentukan tingkat kerusakan daun akibat hama tersebut. Gejala awal serangan wereng *A. biguttula* adalah perubahan warna tepi daun menjadi pucat, kemudian kuning dan merah gelap di antara tulang daun. Pada serangan yang hebat, daun berwarna cokelat kemerahan dan mengeriting kemudian gugur (MATTHEWS, 1994). Hasil analisis JRI menunjukkan bahwa tingkat kerentanan tanaman kapas terhadap serangan hama wereng semakin meningkat sejalan dengan umur tanaman. Pada 60 HST, nilai JRI sama dengan nol (Tabel 8) terjadi pada genotipe tetua jantan LRA 5166, SRT-1, dan Laxmi serta beberapa pasangan persilangan F1. Artinya belum ada gejala serangan hama wereng. Nilai JRI sama dengan 1 terjadi pada genotipe tetua betina Kanesia-8 dan Kanesia-9 serta seluruh F2 keturunannya. Nilai JRI 1 menunjukkan awal gejala kerusakan pada daun kapas walaupun masih dalam kriteria tahan.

Pada umur 75 HST, nilai JRI sama dengan nol terjadi pada genotipe tetua jantan SRT-1 dan Laxmi serta generasi F2 hasil persilangan Kanesia-8 x SRT-1 dan

Kanesia-9 x SRT-1. Sedangkan kedua genotipe tetua betina Kanesia-8 dan Kanesia-9, nilai JRI masing-masing mencapai 2,15 dan 2,09, termasuk dalam kriteria rentan dan sudah terjadi gejala kerusakan daun. Gejalanya, daun di bagian bawah dan tengah kanopi mulai mengeriting, berwarna coklat kemerahan dan pertumbuhan kapas mulai terganggu.

Pada 90 HST, genotipe yang tahan terhadap serangga wereng *A. biguttula* yakni tetua jantan SRT-1 dan Laxmi dengan nilai JRI sama dengan 1, daun tanaman masih berwarna hijau segar. Sedangkan nilai JRI tertinggi terjadi pada genotipe tetua Kanesia-8 dengan nilai (3,06 = sangat rentan), diikuti Kanesia-9 (2,89 = rentan), dan LRA 5166 (2,35 = rentan). Genotipe F1 dan F2 yang termasuk kategori rentan adalah dari pasangan persilangan Kanesia-8 x LRA 5166 dan Kanesia-9 x LRA 5166. Pada kapas yang rentan dan sangat rentan, gejala kerusakan di permukaan daun sangat parah, hampir seluruh daun mulai dari atas sampai bawah mengeriting, berwarna kecokelatan disertai gangguan pertumbuhan tanaman. Genotipe yang agak tahan adalah F1 dan F2 hasil persilangan Kanesia-8 x SRT-1, Kanesia-9 x SRT-1, Kanesia-8 x Laxmi, dan Kanesia-9 x Laxmi.

Ketahanan tanaman terhadap hama dapat didefinisikan sebagai suatu karakter tanaman yang memungkinkan untuk menghindari dari serangan hama, atau genotipe tanaman yang memiliki karakter genetik yang dapat mengurangi tingkat kerusakan karena serangan hama. Kerusakan tanaman akibat serangan hama secara umum disebabkan terjadinya kolonisasi dan meningkatnya populasi hama pada suatu lingkungan tertentu. Hasil penelitian menunjuk-

kan bahwa kolonisasi nimfa hama *A. biguttula* terjadi sejak tanaman berumur 60 HST. Populasinya semakin meningkat sejalan dengan pertambahan umur tanaman (Tabel 8).

Meningkatnya populasi nimfa wereng secara cepat terjadi pada genotipe tetua betina Kanesia-8 dan Kanesia-9. Kehadiran dan peningkatan sejumlah populasi nimfa mengindikasikan bahwa pada genotipe tetua betina Kanesia-8 dan Kanesia-9 lebih disukai sebagai tanaman inang. Gejala kerusakan daun tampak sejak tanaman berumur 60 HST dan semakin parah pada umur 90 HST. Kerusakan lebih parah ditunjukkan dengan nilai JRI yang semakin tinggi (2,89 – 3,06) pada tanaman umur 90 HST. Gejalanya adalah seluruh daun mengeriting berwarna kuning kecokelatan atau kemerahan, mengalami defoliiasi dan pertumbuhan tanaman terhenti karena kerusakan klorofil daun dan hilangnya cairan daun. Sifat kerentanannya terkait dengan kerapatan bulu yang ada di permukaan daun. Hasil pengamatan di laboratorium menunjukkan bahwa kapas varietas Kanesia-8 dan Kanesia-9 memiliki kerapatan bulu daun masing-masing sebanyak 264 dan 247 helai/cm<sup>2</sup>, termasuk dalam skala rating 5 (berbulu). HASNAM *et al.* (2004) menyatakan bahwa kapas varietas Kanesia-8 dan Kanesia-9 termasuk memiliki kelebihan bulu jarang dan jumlah bulu daunnya 50% dari kerapatan bulu SRT-1. Pada tingkat kerapatan bulu daun yang jarang, memudahkan imago maupun nimfa *A. biguttula* menembus jaringan tanaman di permukaan daun kapas dengan alat mulut pengisapnya yang disebut stylet.

Kapas varietas Kanesia-8 dan Kanesia-9 telah dikembangkan secara luas di tingkat petani. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua varietas tersebut memiliki sifat

Tabel 8. Indeks ketahanan terhadap hama pengisap (JRI) masing-masing genotipe pada pengamatan umur 60, 75, dan 90 HST  
Table 8. Jassid Resistance Index (JRI) of cotton genotypes on 60, 75, and 90 DAP

Genotype Genotypes	60 HST 60 DAP		75 HST 75 DAP		90 HST 90 DAP	
	JRI	Kriteria Criteria	JRI	Kriteria Criteria	JRI	Kriteria Criteria
<b>Tetua :</b>						
♂ LRA 5166	0	B.ts.	1,0	Tahan	2,35	Rentan
♂ SRT-1	0	B.ts.	0	B. ts	1,0	Tahan
♂ Laxmi	0	B.ts.	0	B. ts	1,0	Tahan
♀ Kanesia-8	1,0	Tahan	2,15	Rentan	3,06	Sangat rentan
♀ Kanesia-9	1,0	Tahan	2,09	Rentan	2,89	Rentan
<b>F1 :</b>						
Kanesia-8 x LRA5166	0	B.ts.	1,0	Tahan	2,12	Rentan
Kanesia-9 x LRA5166	0	B.ts.	1,0	Tahan	2,27	Rentan
Kanesia-8 x SRT-1	0	B.ts.	1,0	Tahan	1,53	Agak tahan
Kanesia-9 x SRT-1	0	B.ts.	0	B. ts.	1,88	Agak tahan
Kanesia-8 x Laxmi	0	B.ts.	0	B. ts	1,67	Agak tahan
Kanesia-9 x Laxmi	1,0	Tahan	1,0	Tahan	1,82	Agak tahan
<b>F2 :</b>						
Kanesia-8 x LRA5166	1,1	Agak tahan	1,19	Agak tahan	2,38	Rentan
Kanesia-9 x LRA5166	1,0	Tahan	1,22	Agak tahan	2,34	Rentan
Kanesia-8 x SRT-1	1,0	Tahan	1,12	Agak tahan	1,41	Agak tahan
Kanesia-9 x SRT-1	1,0	Tahan	1,0	Tahan	1,52	Agak tahan
Kanesia-8 x Laxmi	1,0	Tahan	1,0	Tahan	1,21	Agak tahan
Kanesia-9 x Laxmi	1,0	Tahan	1,0	Tahan	1,39	Agak tahan

Keterangan : B. ts = Belum terserang *No attack*  
Note :

rentan terhadap gangguan hama wereng kapas. Kombinasi persilangan dengan tetua jantan LRA 5166, SRT-1, dan Laxmi diharapkan dapat meningkatkan ketahanan pada kapas Kanesia-8 dan Kanesia-9 (generasi F1 maupun F2 keturunannya). Pada pengamatan 90 HST, hasil persilangan antara genotipe tetua jantan LRA 5166 dengan tetua betina Kanesia-8 dan Kanesia-9 menghasilkan keturunan F1 dan F2 bersifat rentan dengan nilai JRI 2,12 – 2,38. Demikian juga tetua jantan LRA 5166 bersifat rentan dengan nilai JRI mencapai 2,35, walaupun berbulu agak lebat (385 helai/cm<sup>2</sup> pada skala rating 7) diduga ukuran bulu daun lebih pendek. Selain itu posisi ketegakan bulu daun juga berpengaruh terhadap ketahanan hama *A. biguttula*. Jika posisi bulu daun rebah, maka dengan mudah stylet wereng menusuk dan mengisap cairan sel daun kapas dan tanaman bersifat rentan terhadap serangga hama pengisap daun. Oleh karena itu varietas LRA 5166 tidak sesuai dijadikan sebagai donor atau tetua jantan.

Sebaliknya jumlah populasi nimfa *A. biguttula* yang menyerang genotipe tetua jantan SRT-1 dan Laxmi termasuk paling rendah (Tabel 8). Rendahnya populasi nimfa yang menyerang menunjukkan bahwa kedua genotipe tersebut kurang disukai oleh serangga dewasa maupun nimfa wereng, tidak disenangi sebagai inang secara morfologis terkait dengan morfologi tanaman yang menghalangi proses makan. Hasil pengamatan bulu daun genotipe tetua jantan SRT-1 dan Laxmi menunjukkan bahwa kerapatan jumlah bulu di permukaan daun masing-masing mencapai 425 dan 458 helai/cm<sup>2</sup> (skala rating 8), kerapatan bulu daun termasuk kategori berbulu lebat (BOURLAND *et al.*, 2003). Daun kapas yang berbulu lebat menyebabkan wereng kapas mengalami kesulitan menembus permukaan daun dan membatasi jalan masuknya stylet (wereng) menusuk ke jaringan tanaman. Sifat bulu daun yang lebat dapat mempengaruhi cara makan serangga hama *A. biguttula* dan secara mekanis akan tertahan oleh kerapatan bulu daun tersebut.

Keberadaan populasi nimfa wereng yang menyerang pertanaman kapas sangat menentukan tingkat kerentanan tanaman, tetapi peranan faktor genetik tanaman lebih berpengaruh terhadap tingkat ketahanannya. Pada generasi F1 dan F2 pasangan persilangan Kanesia-9 x Laxmi, secara statistik jumlah populasi nimfa wereng tidak berbeda nyata dibanding genotipe tetua betina Kanesia-8 dan Kanesia-9. Pada generasi F1 dan F2 pasangan persilangan Kanesia-8 x SRT-1, Kanesia-9 x SRT-1, dan Kanesia-8 x Laxmi, jumlah populasi nimfa wereng yang menyerang tanaman dan nilai JRI masih di bawah rata-rata dari tetua betina; kriteria ketahanannya termasuk agak tahan. Jumlah bulu daun pada generasi F1 dan F2 pasangan persilangan tersebut mengalami peningkatan antara 49 – 59% dibanding tetua betina Kanesia-8 dan Kanesia-9. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kualitas ketahanan tanaman pada generasi F1 dan F2. Peningkatan ketahanan generasi F1 dan F2 mengindikasikan bahwa pewarisan gen ketahanan dari genotipe tetua jantan SRT-1

dan Laxmi diturunkan secara genetik kepada tetua betina Kanesia-8 dan Kanesia-9, sehingga varietas SRT-1 dan Laxmi layak digunakan sebagai tetua jantan.

### Korelasi Antar Sifat

Korelasi antar sifat menunjukkan hubungan saling terkait di antara karakter yang diamati, dan sifat yang satu saling menentukan dengan sifat yang lain. Beberapa karakter yang berkorelasi antara lain populasi nimfa *A. biguttula*, jumlah bulu daun dan indeks ketahanan jasid atau JRI (Tabel 9). Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat korelasi nyata antara populasi nimfa dengan jumlah bulu daun dengan nilai koefisien korelasi  $r = -0,76$ , jumlah bulu daun dengan nilai JRI juga berkorelasi secara nyata dengan nilai  $r = 0,47$ . Korelasi yang nyata juga terjadi antara populasi nimfa wereng dengan JRI, nilai koefisien korelasi  $r = 0,65$ .

Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakter yang mempunyai korelasi adalah jumlah bulu daun, kehadiran populasi nimfa wereng, dan nilai JRI. Terdapat korelasi positif sangat nyata antara nilai JRI dengan jumlah bulu daun ( $r = 0,47$ ). Hal ini menunjukkan bahwa semakin lebat bulu daun, semakin tahan tanaman kapas terhadap gejala serangan hama wereng *A. biguttula* dan kerusakan tanaman semakin rendah. Korelasi positif sangat nyata juga terjadi antara populasi nimfa dengan nilai JRI ( $r = 0,65$ ), berarti semakin banyak populasi nimfa yang menyerang tanaman semakin tinggi nilai JRInya, dan tanaman semakin rentan terhadap gangguan serangga hama wereng kapas. Sebaliknya terjadi korelasi negatif sangat nyata antara populasi nimfa wereng dengan jumlah bulu daun ( $r = -0,76$ ), yang mengindikasikan bahwa semakin lebat bulu daun semakin sedikit populasi nimfa yang datang karena tanaman mampu menolak kehadiran serangga hama. Penolakan serangga hama dipengaruhi oleh morfologi tanaman yang menghalangi proses makan, mekanisme penolakan ini disebut antisenosis. Terjadinya penolakan serangga hama merupakan korelasi nyata dengan sifat tanaman lain seperti kelembatan bulu di permukaan daun tanaman. Korelasi nyata antara sifat tanaman yang satu dengan sifat tanaman yang lain merupakan hasil kerja dari faktor genetik dan lingkungan.

Tabel 9. Korelasi antara populasi nimfa, jumlah bulu daun, dan indeks ketahanan jasid pada semua genotipe yang diuji

Table 9. Correlation of nymph population, trichome density, and jassid resistance index (JRI) on all tested genotypes

Karakter Character	Populasi nimfa Nymph population	Kerapatan bulu Trichome density	JRI
Populasi nimfa Nymph population	1	- 0,76 **	0,65**
Kerapatan bulu Trichome density		1	0,47 **
JRI			1

## KESIMPULAN

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut : Pasangan persilangan Kanesia-8 x LRA 5166, Kanesia-9 x LRA 5166, dan Kanesia-8 x Laxmi menunjukkan penampilan gen yang mengatur kelebatan bulu pada daun bersifat dominansi sebagian negatif. Sedangkan penampilan gen pada pasangan persilangan Kanesia-8 x SRT-1, Kanesia-9 x SRT-1, dan Kanesia-9 x Laxmi adalah dominansi sebagian positif.

Nilai heritabilitas dari gen yang mengatur kelebatan bulu daun pada empat pasangan persilangan Kanesia-8 x SRT-1, Kanesia-9 x SRT-1, Kanesia-8 x Laxmi, dan Kanesia-9 x Laxmi adalah tinggi, sedangkan dua pasangan persilangan Kanesia-8 x LRA 5166 dan Kanesia-9 x LRA 5166 nilai heritabilitasnya sedang.

Korelasi nyata terjadi antara jumlah bulu daun, populasi nimfa dan nilai JRI. Tingkat kehadiran populasi nimfa wereng dan nilai JRI sangat dipengaruhi oleh kerapatan bulu daun.

## DAFTAR PUSTAKA

- BOURLAND, F. M., J. M. HORNBECK, A. B. MCFALL, and S. D. CALHOUN. 2003. A rating system for leaf pubescence of cotton. *Journal of Cotton Science*. 7:8-15.
- HADIYANI, S., D.A. SUNARTO, A.A.A. GOTHAMA, dan S.A. WAHYUNI. 2003. Perbaikan rekomendasi paket PHT untuk pengendalian hama *Helicoverpa* Hbn. Pada tanaman kapas. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*. 9(2):63-69.
- HALLBERG, G.R. 1989. Pesticide pollution of groundwater in the humid United States Agricultural Ecosystems and Enviroment. 12(2) : 13-16.
- HASNAM, E. SULISTYOWATI, S. SUMARTINI, FT. KADARWATI, dan P.D. RIAJAYA. 2004. Kemajuan genetik pada dua varietas baru kapas, Kanesia 8 dan Kanesia 9. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*. 10(2) : 66-73.
- INDRAYANI, I.G.A.A. dan E. SULISTYOWATI. 2005. Pengaruh kerapatan bulu daun pada tanaman kapas terhadap kolonisasi *Bemisia tabaci* Gennadius. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*. 11(3):101-106.
- INDRAYANI, I. G. A. A., NURINDAH, dan SUJAK. 2007. Pengaruh varietas dan pola tanam kapas terhadap kelimpahan perdatore hama penghisap daun *Amrasca biguttula* (ISHIDA). *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*. 13(1):33-38.
- MATTHEWS. G.A. 1994. Jassids Hemiptera : Cicadellidae). *In* G.A. Matthews and J.P. Tunstall. (Ed). *Insect Pests of Cotton*. University Press, Cambridge. p.353-357.
- NAGESWARA RAO, P. 1973. An index for jassid resistance in cotton. *Madras Agricultural Journal*. 60:264-266
- NURINDAH, D.A. SUNARTO, dan SUJAK. 2001. Peran dan potensi musuh alami dalam pengendalian *Helicoverpa armigera* (Hubner) pada kapas. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*. 7(2):60-66.
- NURINDAH. 2002. Kapas : Serangga hama kapas. Monograf Balittas No.7 Buku 2. Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat. Malang. p.128-143
- NURINDAH, D.A. SUNARTO, dan SUJAK. 2004. Pengaruh penyemprotan insektisida terhadap perkembangan populasi laba-laba dan wereng kapas *Amrasca biguttula* (Ishida) (Homoptera : Cicadellidae). Prosiding Lokakarya Pengembangan Kapas Dalam Rangka Otoda. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor. p.78-82
- SETYO-BUDI, U. 2004. Pewarisan sifat ketahanan terhadap nematoda puru akar (*Meloidogyne incognita*) pada kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.). Thesis. Program Pasca Sarjana, Universitas Brawijaya. 82p.
- SINGH, P. 2004. Cotton Breeding. Kalyani Publishers. Ludhiana. New Delhi. 342p.
- SYED, T.S., G.H. ABRO, R.D. KHURO, and DHOUROO. 2003. Relative resistance of cotton varieties against sucking pest. *Pakistan Journal of Biological Science*. 6(14):1232-1233.
- UTHAMASAMY, S. 1994. Host resistance to leafhopper *Amrasca devastans* (Distant) in cotton, *Gossypium* spp. Challenging the future: Proceeding of the world cotton Research Conference I, Brisbane Australia. G.A. Constable and N.W. Forrester (Ed). CSIRO, Melbourne. pp. 494-498.