

Peranan Morfologi Tanaman untuk Mengendalikan Pengisap Daun, *Amrasca biguttula* (Ishida) pada Tanaman Kapas

I G.A.A. INDRAYANI

Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat
Indonesian Tobacco and Fiber Crops Research Institute
Jl. Raya Karangploso, Kotak Pos 199, Malang.

ABSTRAK

Varietas tahan merupakan salah satu komponen penting dalam pengendalian hama terpadu (PHT). Mekanisme ketahanan tanaman terhadap hama meliputi: antibiosis, antixenosis, dan toleran. Ketahanan melalui faktor fisik/morfologi tanaman merupakan bagian dari ketahanan antixenosis dan digunakan untuk mendeterminasi tingkat ketahanan atau kepekaan varietas kapas terhadap *Amrasca biguttula*. Bulu daun sebagai salah satu sifat fisik/morfologi tanaman kapas mempunyai hubungan erat dengan ketahanan terhadap *A. biguttula*. Kerapatan bulu daun berperan penting pada ketahanan kapas terhadap *A. biguttula*, terbukti adanya korelasi negatif antara kerapatan bulu daun dan tingkat kerusakan tanaman. Varietas kapas yang berbulu cenderung lebih tahan terhadap serangan *A. biguttula* dibanding varietas yang tidak berbulu. Penggunaan varietas kapas tahan terhadap *A. biguttula* dapat mengurangi penggunaan insektisida kimia dan berpotensi meningkatkan keanekaragaman hayati, sehingga mempertinggi peran musuh alami.

Kata kunci: Kapas, morfologi tanaman, *Amrasca biguttula*, pengendalian hama terpadu

ABSTRACT

Role of plant morphological characteristics for controlling sucking insect pest, amrasca biguttula (ishida) on cotton

The use of resistant variety is one of the important component of Integrated Pest Management (IPM). Plant resistance against insect pests consists of three different mechanisms, e.g. antibiosis, antixenosis, and tolerance. Resistance to insect pests that involves physical/morphological characters of plant, is part of antixenosis, which is used to determine the resistance or susceptibility of cotton varieties against sucking insect pest, *Amrasca biguttula*. Leaf hairs (trichomes) as a physical/morphological characters of cotton plant

have a close relationship to jassid (*A. biguttula*) resistance. Leaf hair density has an important role in the resistance of *A. Biguttula*. It is showed by negative correlation between leaf hair density and jassid damage. The hairy variety of cotton is more resistant to *A. biguttula* than those of glabrous (smooth leaf). The use of resistant varieties lead to reduction in insecticide application in pest control and increase the biodiversity in order to enhance the role of natural enemies.

Key words: Cotton, morphological characters, *Amrasca biguttula*, integrated pest management

PENDAHULUAN

Tanaman kapas (*Gossypium hirsutum* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan unggulan di Indonesia. Namun demikian, hingga saat ini hasil kapas belum dapat memenuhi kebutuhan serat dalam negeri, sehingga masih harus mengimpor hingga lebih dari 90%. Hal ini mendorong upaya perluasan lahan kapas setiap tahun untuk memenuhi kebutuhan serat kapas domestik yang pencapaiannya hingga saat ini belum signifikan. Upaya pengembangan kapas menghadapi banyak kendala, antara lain: keterbatasan modal petani untuk menyiapkan sarana produksi, kurangnya benih bermutu, kekeringan, dan serangan serangga hama (Mardjono, 2005).

Sebanyak 13 varietas kapas Indonesia (Kanesia 1-13) telah dilepas sejak tahun 1994 hingga 2007 dengan masing-masing keunggulannya, termasuk produktivitas tinggi dan tahan serangan *A. biguttula*.

Hingga saat ini serangan hama masih menjadi penyebab utama penurunan produktivitas kapas. Hal ini disebabkan tanaman kapas sangat disukai oleh berbagai serangga

hama. Lebih dari 150 spesies serangga dan tungau diketahui menyerang tanaman kapas sejak awal hingga akhir pertumbuhannya (Huque, 1972; Ahmed, 1996, Kannan *et al.*, 2004). Kehilangan hasil yang disebabkan oleh serangan hama pada kapas di Indonesia setiap tahunnya berkisar antara 40-50% (Soebandrijo *et al.*, 1989). Di negara-negara lain, seperti Pakistan kehilangan hasil mencapai 20-40% (Ali, 1982), dan di India sekitar 40% (Uthamasamy, 1994). Sejak satu dasa warsa terakhir pengendalian hama kapas dengan insektisida di tingkat petani di Indonesia semakin menurun, sebaliknya pemanfaatan musuh alami untuk pengendalian hama lebih ditingkatkan, yaitu melalui berbagai upaya konservasi dan manipulasi lingkungan.

A. biguttula merupakan salah satu hama pengisap daun yang sangat potensial menggagalkan pertumbuhan tanaman kapas, terutama apabila serangan dimulai sejak awal pertumbuhan. Hama ini berkembang cepat pada suhu lingkungan tinggi dan kelembapan rendah. Stadia paling merusak adalah nimfa, yaitu dengan cara mengisap cairan daun hingga daun kering dan akhirnya gugur, tanpa sempat berbuah.

Imago *A. biguttula* yang bersayap menyisipkan telurnya pada lapisan epidermis daun, atau pada tulang daun permukaan bawah (Sharma dan Sharma, 1997). Telur menetas dalam 8-10 hari menjadi nimfa tidak bersayap. Nimfa mengalami pergantian kulit (instar) sebanyak lima kali dengan umur masing-masing instar 3-5 hari, dengan total lama siklus hidup sekitar 18-25 hari (Ulrichs, 2001). Nimfa yang berwarna hijau muda dan imago biasanya hidup pada permukaan bawah daun. Nimfa tidak bersayap sehingga tidak bisa terbang. Apabila diganggu nimfa biasanya bergerak secara cepat dengan cara zig-zag. Untuk menjadi imago, nimfa membutuhkan waktu 10-14 hari, sehingga dalam satu musim tanam kapas (± 150 hari) dapat dihasilkan 5-7 generasi. Menurut Sharma dan Sharma (1996), di India *A. biguttula* dalam setahun mampu menghasilkan sekitar 11 generasi yang ditemukan pada beberapa tanaman inangnya, termasuk kapas.

Serangan *A. biguttula* ditemukan hampir di seluruh areal pengembangan tanaman kapas di Indonesia. Selain kapas (Malvaceae), hama ini memiliki banyak tanaman inang lain, terutama dari kelompok Leguminosae dan Solanaceae, seperti: kacang-kacangan, terong, tomat, kentang, lombok, kenaf, okra, lada, dan juga dari kelompok tanaman liar dan rumput-rumputan (Matthews, 1994; Rudgers *et al.*, 2004). Hal tersebut menyebabkan serangan *A. biguttula* selalu ditemukan sepanjang tahun karena inangnya selalu tersedia, baik sebagai tanaman utama maupun tanaman pinggir.

Sebelum digunakannya varietas tahan, *A. biguttula* dikendalikan secara intensif dengan insektisida. Semakin awal terjadinya serangan, semakin tinggi frekuensi pengendalian, sebab hama ini menyerang mulai tanam hingga menjelang panen, dan penyemprotan dengan insektisida bisa dilakukan berjadwal setiap 7 hari dengan menghabiskan 12-15 l/ha. Pengendalian dengan insektisida memang berhasil menurunkan serangan, tetapi dampaknya selain menyebabkan resistensi *A. biguttula* terhadap insektisida meningkat (Chalam dan Subbaratnam, 1999), juga mempercepat serangan hama penggerek buah. Hal ini disebabkan insektisida membunuh musuh alami yang baru memulai perkembangannya pada awal pertumbuhan tanaman kapas, sehingga hama penggerek buah yang muncul pada periode berikutnya lolos dari pemangsaan musuh alaminya. Aplikasi insektisida dalam pengendalian *A. biguttula* saat ini tidak lagi melalui penyemprotan kanopi tanaman (*foliar application*), tetapi diberikan sebagai perlakuan benih (*seed treatment*) yang sifatnya sistemik (Dandale *et al.*, 2001; Katole *et al.*, 2000; Patil *et al.*, 2003). Selain untuk mengurangi pencemaran lingkungan, insektisida benih juga aman bagi perkembangan musuh alami.

A. biguttula juga dapat dikendalikan dengan menggunakan musuh alaminya, terutama predator (Snyder dan Wise, 1999; Halaj *et al.*, 2000). Pendapat tersebut mendukung hasil penelitian yang menunjukkan bahwa predator dari jenis laba-laba dan *Paederus* sp. memiliki

tingkat pemangsaan yang tinggi terhadap nimfa *A. biguttula* (Indrayani *et al.*, 2007). Pengendalian *A. biguttula* secara budidaya yang sering diterapkan adalah menggunakan sistem tanam tumpangsari dengan palawija, yang bertujuan untuk meningkatkan populasi musuh alami dan sekaligus dapat digunakan untuk mengendalikan serangan *A. biguttula*. Hama utama yang menyerang tanaman kapas di Indonesia adalah: hama pengisap daun, *Amrasca biguttula*, penggerek buah, *Helicoverpa armigera* dan *Pectinophora gossypiella*. PHT adalah pengendalian yang menggunakan beberapa komponen pengendali dengan memperhatikan lingkungan. Salah satu komponen PHT adalah varietas tahan. Merakit varietas tahan hama secara konvensional (persilangan) membutuhkan waktu yang cukup lama (5-10 tahun), karena harus melalui tahap-tahap pengujian sesuai persyaratan pelepasan varietas, seperti uji multilokasi minimal 3 musim dan uji mutu serat. Saat ini telah diperoleh beberapa varietas kapas yang memiliki ketahanan sedang (moderat) terhadap *A. biguttula* berdasarkan sifat fisik/morfologi tanaman kapas, terutama kerapatan bulu daun. Pengendalian *A. biguttula* dengan varietas tahan sudah banyak yang menerapkan, dan teknik pengendalian ini lebih banyak memanfaatkan sifat fisik/morfologi tanaman kapas, terutama kerapatan bulu daun. Selain cukup efektif dan murah, juga aman bagi lingkungan.

Tulisan ini bertujuan untuk mengkaji peranan morfologi tanaman kapas untuk mengendalikan hama pengisap daun, *A. biguttula*.

KETAHANAN VARIETAS TERHADAP SERANGGA HAMA

Mekanisme Ketahanan

Ketahanan tanaman terhadap serangga hama didefinisikan sebagai kemampuan tanaman dalam mengurangi kerusakan yang diakibatkan oleh serangan hama. Varietas tahan umumnya memiliki kemampuan mengekang perkembangan populasi hama hingga tidak menimbulkan kerusakan secara ekonomis. Selain itu, varietas tahan memiliki kemampuan

mengubah mekanisme hubungannya dengan serangga hama. Hubungan antara tanaman inang dan serangga hama, tergantung pada tipe mekanisme ketahanan yang dimiliki tanaman inang (Abro *et al.*, 2004).

Diketahui ada tiga tipe mekanisme ketahanan tanaman terhadap serangan hama pada tanaman, yaitu: antixenosis, antibiosis, dan toleran (Teetes, 2000; Abro *et al.*, 2003). Antixenosis merupakan ketahanan yang disebabkan ketidakmampuan tanaman menjadi inang serangga hama karena adanya hambatan secara fisik atau morfologis dari tanaman (Raza, 2000). Ketahanan antibiosis lebih banyak dipengaruhi oleh senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh tanaman inang, yang menyebabkan kematian atau gangguan fisiologis pada serangga hama (Fitt *et al.*, 2002). Sedangkan toleran adalah ketahanan tanaman yang didasarkan pada kemampuan tanaman bertahan dari serangan hama atau pulih dari kerusakan (*recovery*).

Meskipun secara teoritis faktor-faktor yang berpengaruh pada setiap mekanisme ketahanan sudah jelas, tetapi gejala yang ditimbulkan pada serangga hama seringkali sulit dibedakan antara yang dipengaruhi oleh mekanisme ketahanan satu dengan ketahanan lainnya. Misalnya, terjadinya gangguan fisiologis pada serangga hama, seperti penurunan bobot, yang mungkin disebabkan oleh pengaruh ketahanan antibiosis. Tetapi, gangguan fisiologis tersebut kemungkinan juga dapat diakibatkan oleh faktor lain, misalnya pengaruh ketahanan antixenosis yang melalui sifat fisik/morfologi tanaman menyebabkan terganggunya perilaku makan serangga.

Setiap tanaman memiliki ketiga mekanisme ketahanan tersebut dan menggunakannya secara efektif sebagai pertahanan terhadap serangan hama. Ketahanan antibiosis cenderung digunakan untuk pertahanan terhadap serangga hama penggigit dan pengunyah, seperti berbagai ulat dari ordo Lepidoptera. Demikian pula tanaman kapas menggunakan ketahanan antibiosis berupa senyawa metabolit sekunder (gossipol dan tannin) untuk bertahan dari

serangan beberapa hama penggerek buah, seperti: *Earias* sp., *Helicoverpa armigera*, dan *Pectinophora gossypiella*. Sedangkan terhadap serangga hama pengisap daun, seperti *A. biguttula*, tanaman kapas menggunakan ketahanan antixenosis, yaitu dengan memanfaatkan sifat fisik/morfologi berupa kerapatan bulu daun sebagai dasar pertahanan dari serangan hama tersebut (Agarwal *et al.*, 1978; Al Ayedh, 1997; Syed *et al.*, 2003).

Ketahanan Secara Fisik/Morfologi Tanaman Kapas

Secara umum sifat fisik/morfologi tanaman banyak mempengaruhi ketahanannya terhadap serangga hama, karena sangat potensial mengubah perilaku serangga hama dalam menentukan tanaman tersebut sebagai inangnya. Beberapa sifat fisik/morfologi tanaman kapas yang erat hubungannya dengan ketahanan terhadap serangga hama, antara lain: ketebalan epidermis daun, adanya lapisan lilin pada permukaan daun dan batang, kerapatan bulu daun (*trichom*) yang tinggi, braktea berpilin (*frego bract*), tidak tersedianya nektar (*nectariless*), bentuk daun (daun okra), atau warna daun (daun merah), yang dapat mempengaruhi serangga hama untuk tidak memilihnya sebagai inang (Leghari *et al.*, 2001; Arif *et al.*, 2004).

Sifat fisik/morfologi tanaman kapas sebagai media pertahanan terhadap serangan hama sangat erat hubungannya dengan perilaku hidup serangga hama, terutama dalam memilih bagian tanaman yang menjadi sasaran serangannya. Braktea berpilin dan *nectariless* adalah dua karakter morfologi tanaman kapas yang erat kaitannya dengan ketahanan terhadap serangga hama penggerek buah, *Helicoverpa armigera*. Braktea berpilin menyebabkan kuncup bunga atau buah menjadi lebih terbuka, sehingga memudahkan musuh alami memangsanya. Sedangkan varietas kapas *nectariless* menyebabkan imago Lepidoptera kurang berminat mendatangi karena tidak tersedianya sumber makanan (nektar), sehingga mengurangi peluang untuk meletakkan telur.

Hubungan ketahanan tanaman terhadap hama pengisap daun, *A. biguttula*, kerapatan bulu daun berperan penting sebagai faktor pertahanan. Bulu daun, terutama bulu pada permukaan bawah daun, sangat potensial menghambat hinggapnya *A. biguttula* untuk meletakkan telur, juga efektif mengganggu gerakan dan aktivitas makannya. Pada tingkat kerapatan bulu daun tinggi (> 250 helai/cm²) sangat efektif menghalangi bekerjanya alat mulut pengisap (stilet) yang berfungsi untuk mengisap cairan daun. Chiang dan Norris (1983), mengatakan bahwa aktivitas makan, menelan, mencerna, kawin, dan bertelur *A. biguttula* dipengaruhi oleh tingkat kerapatan bulu daun. Selain itu, tulang daun yang banyak ditumbuhi bulu sangat efektif mengurangi jumlah telur yang diletakkan oleh imago *A. biguttula*, karena aktivitas ovipositorinya terhalang oleh bulu.

Selain kerapatan bulu, panjang bulu dan kemiringan bulu pada lamina daun juga berkontribusi pada sifat tahan tanaman kapas terhadap serangan *A. biguttula* (Batra dan Gupta, 1970; Hassan *et al.*, 1999; Ihsan-ul-Haq *et al.*, 2003). Berkaitan dengan kriteria-kriteria tersebut, Krisnananda (1972) mengatakan bahwa pada varietas-varietas kapas yang bulu daunnya jarang, pendek dan rebah cenderung mengalami serangan *A. biguttula* lebih tinggi dibanding varietas yang berbulu rapat, panjang, dan tegak. Afzal dan Ghani (1953), dalam Agarwal *et al.* (1978) menyatakan bahwa varietas kapas dengan kerapatan bulu daun < 120 helai/cm² luas daun cenderung lebih rentan terhadap serangan *A. biguttula* dibanding varietas dengan kerapatan bulu lebih tinggi (> 120 helai/cm²) (Bourland dan Hornbeck, 2007; Hornbeck dan Bourland, 2007).

PENGARUH MORFOLOGI KAPAS TERHADAP POPULASI DAN TINGKAT KERUSAKAN OLEH *A. biguttula*

Pengaruh sifat fisik/morfologi tanaman kapas terhadap ketahanannya pada serangga hama telah dimanfaatkan untuk merakit teknologi varietas tahan terhadap *A. biguttula*. Di India,

pemanfaatan karakter morfologi tanaman kapas untuk memperoleh varietas tahan *A. biguttula* telah dilakukan sejak lama (Bhat *et al.*, 1982). Demikian pula di Afrika dan Asia, pendekatan secara morfologis untuk merakit varietas kapas tahan *A. biguttula* telah dipraktekkan secara intensif (Thomson, 1987). Di Indonesia, perakitan varietas kapas unggul juga memasukkan kriteria ketahanan terhadap *A. biguttula* sebagai salah satu persyaratan rekomendasi dan pelepasannya kepada pengguna. Deskripsi hama ini penting karena hingga saat ini belum ada satupun varietas kapas Indonesia (Kanesia) yang benar-benar tahan terhadap *A. biguttula*, sehingga informasi tersebut dapat dijadikan dasar pertimbangan apabila diperlukan tindakan pengendalian.

Respon tanaman kapas terhadap serangan *A. biguttula* ditunjukkan oleh ada tidaknya kerusakan (Smith, 1992; Brody dan Karban, 1992; Rudgers *et al.*, 2004). Biasanya tinggi rendahnya tingkat kerusakan tanaman ditentukan oleh skor yang diberikan (Nageswara-Rao, 1973, dalam Uthamasamy, 1994). Semakin tinggi skor semakin tinggi tingkat kerusakan, demikian pula sebaliknya. Biasanya kerusakan tinggi dialami oleh varietas yang kerapatan bulu daunnya rendah hingga tidak berbulu. Sebagaimana pernyataan Anthony dan Rayburn (1989) dan Jenkins dan Wilson (1996), bahwa varietas kapas dengan tingkat kerapatan bulu daun tinggi menunjukkan lebih tahan serangan *A. biguttula* dibanding varietas yang tidak berbulu.

Posisi daun yang tepat dengan tingkat kerapatan bulu tertinggi pada saat populasi nimfa *A. biguttula* juga tinggi adalah daun ketiga dari bagian atas tanaman pada batang utama dan telah membuka sempurna (Maite *et al.*, 1980; Soenaryo *et al.*, 1989; Bourland *et al.*, 2003). Menurut Singh *et al.* (1972) dan Uthamasamy, (1985), kerapatan bulu pada bagian permukaan bawah daun menunjukkan korelasi tertinggi dengan ketahanan terhadap *A. biguttula*. Berkaitan dengan pendapat tersebut, Bourland *et al.* (2003) menyatakan bahwa kerapatan bulu daun tertinggi dijumpai pada daun-daun muda bagian atas tanaman dan semakin ke bawah

posisi daun, terutama pada batang utama, semakin berkurang kerapatan bulunya karena ukuran daun semakin melebar dan juga karena berhentinya fase pertumbuhan bulu disebabkan umur tanaman semakin tua.

Tinggi rendahnya populasi nimfa *A. biguttula* sangat mempengaruhi tingkat kerusakan tanaman kapas, selain itu juga menentukan ambang kendali atau ambang ekonomi (Mahmood *et al.*, 2002). Soenaryo *et al.* (1989) menentukan ambang kendali *A. biguttula*, yaitu apabila pada 50% daun ditemukan nimfa dan terjadi kerusakan, atau pada 13 dari 25 satuan tanaman contoh ditemukan nimfa dan terjadi kerusakan. Bindra dan Mahal (1981) menyatakan bahwa parameter populasi nimfa sangat penting dalam uji ketahanan kapas, selain tingkat kerusakan dan kerapatan bulu daun. Hal ini disebabkan setiap aksesi cenderung memiliki sifat fisik/morfologi yang berbeda-beda, termasuk kerapatan bulu daun, ketebalan lamina daun, atau kekerasan tulang daun, sehingga tingkat populasi nimfa yang efektif menyebabkan kerusakan juga berbeda-beda antara varietas satu dengan varietas lainnya.

Beberapa hasil penelitian ketahanan kapas terhadap *A. biguttula* berdasarkan tingkat kerapatan bulu daun menunjukkan bahwa kerapatan bulu daun berkorelasi negatif dengan populasi nimfa *A. biguttula* ($y = -0,0002x^2 + 0,038x + 1,9083$; $R^2 = 0,2425$) (Indrayani *et al.*, 2007). Demikian pula antara kerapatan bulu daun dan kerusakan tanaman memperlihatkan korelasi negatif ($y = -0,0001x^2 + 0,0157x + 1,5853$; $R^2 = 0,2027$). Sedangkan antara populasi *A. biguttula* dan kerusakan tanaman menunjukkan korelasi positif ($y = 0,1001x + 1,0282$; $R^2 = 0,2797$) (Indrayani *et al.*, 2007).

Penggunaan varietas kapas tahan *A. biguttula* memberi banyak manfaat terutama mengurangi ketergantungan pada insektisida. Berkurangnya pencemaran dapat meningkatkan keanekaragaman spesies serangga. Semua pengaruh positif yang dihasilkan dari penggunaan varietas kapas tahan hama akan sangat besar dukungannya terhadap upaya merealisasikan program pertanian berkelanjutan.

KESIMPULAN

Mekanisme ketahanan antixenosis melalui sifat fisik/morfologi tanaman berperan penting dalam ketahanan terhadap serangan hama pengisap daun. Kerapatan bulu daun berhubungan erat dengan ketahanan terhadap hama pengisap, *A. biguttula* yang ditunjukkan adanya korelasi negatif antara kerapatan bulu daun dan tingkat kerusakan tanaman. Varietas kapas yang berbulu cenderung lebih tahan terhadap serangan *A. biguttula* dibanding varietas yang tidak berbulu. Namun belum diperoleh varietas yang tahan, sehingga masih diperlukan upaya untuk meningkatkan sumber gen tahan melalui eksplorasi dan pertukaran plasma nutfah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abro, G.H., T.S. Syed, G.M. Tunio, and M.A. Khuhro. 2004. Performance of transgenic Bt cotton against insect pests infestation. *Biotechnology* 3 (1): 75-81.
- Agarwal, R.A., S.K. Banerjee, and K.N. Katiyar. 1978. Resistance to insects in cotton 1. To *Amrasca devastans* (Distant). *Cotton Fibre Trop.*, 33 (4): 409-414.
- Ahmed, M. 1996. Pest problems of cotton and their management. *Papa Bulletin*. p. 7-9.
- Ali, S. 1982. Guidance for farmers. *Pakistan Agric.*, 4: 5-6.
- Al Ayedh, H.Y. 1997. Antixenosis: The effect of plant resistance on insect behavior. *Insect Behavior Review Articles*. 7pp.
- Anthony, W.S. and S.T. Rayburn. 1989. Cleanability of smooth and hairy-leaf cottons – quality effects. *Trans. ASAE* 32: 1127-1130.
- Arif, M.J., I. A. Sial, S. Ullah, M.D. Gogi, and M.A. Sial. 2004. Some morphological plant factors effecting resistance in cotton against thrips (*Thrips tabaci* L.). *International J. Agriculture and Biology* 6 (3): 544-546.
- Batra, G.R. and D.S. Gupta. 1970. Screening of varieties of cotton for resistance to Jassid. *Cott. Gr. Rev.* 47: 285-291.
- Bhat, M.G., A.B. Josh, and M. Singh. 1982. Hairiness in relation to resistance to jassids (*Amrasca devastans*) and other insect pests and quality characters in cotton (*Gossypium* spp.). *A Review Agric. Rev.* 3: 108.
- Bindra, O.S. and S. Mahal. 1981. Varietal resistance in eggplant to cotton jassid (*Amrasca biguttula biguttula*). *Phytoparasitica* 9: 119-131.
- Brody, A.K. and R. Karban. 1992. Lack of tradeoff between constitutive and induced defenses among varieties of cotton. *Oikos* 65: 301-306.
- Bourland, F.M., J.M. Hornbeck, A.B. McFall, and S.D. Calhoun. 2003. A rating system for leaf pubescens of cotton. *Journal of Cotton Science* 7: 8-15.
- Bourland, F.M. and J.M. Hornbeck. 2007. Variation in marginal bract trichome density in upland cotton. *The Journal of Cotton Science* 11 (4): 242-251.
- Chalam, M.S.V. and G.V. Subbaratnam. 1999. Insecticide resistance in cotton leafhopper *Amrasca biguttula biguttula* (Ishida) in Andhra Pradesh. *Pest Mgmt. Econ. Zool.* 7: 105-110.
- Chiang, H.S. and D.M. Norris. 1983. Morphological and physiological parameters of soybean resistance to agromyzid beanflies. *Environ. Entomol.*, 12: 260-265.
- Dandale, H.G., A.Y. Thakare, S.N. Tikar, N.G.V. Rao, and S.N. Nimbalkar. 2001. Effect of seed treatment on sucking pests of cotton and yield of seed cotton. *Pestology* 25: 20-23.
- Fitt, G., C. Mares, and G. Constable. 2002. Enhancing host plant resistance of Australian cotton varieties 23 (1): 7pp.
- Halaj, J., A. B. Cady, and G.W. Uetz. 2000. Modular habitat refugia enhance generalist predators and lower plant damage in soybeans. *Environ. Entomol.* 29(2): 383-393.
- Hassan, M., F. Ahmed, and F. Mushtaq. 1999. Role of physiomorphic characters imparting resistance in cotton against some insect pests. *Pak. Entomol.* 21: 61-62.

- Hornbeck, J.M. and F.M. Bourland. 2007. Visual ratings and relationships of trichomes on bracts, leaves, and stems of upland cotton. *Journal of Cotton Science* 11 (4): 252-258.
- Huque, H. 1972. Cotton Entomology. *In: Cotton in Pakistan*. Published by PCCC, Karachi, Pakistan. p.183-238.
- Ihsan-ul-Haq, M. Amjad., S.A. Kakakhel, and M.A. Khokhar. 2003. Morphological and physiological parameters of soybean resistance to insect pests. *Asian J. Plant Science* 2 (2): 202-204.
- Indrayani, I G.A.A., S. Sumartini, dan B. Heliyanto. 2007. Ketahanan beberapa aksesori kapas terhadap hama pengisap daun, *Amrasca biguttula* (Ishida). *Jurnal Penelitian Tanaman Industri* 13 (3): 81-87.
- Jenkins, J.N. and F.D. Wilson. 1996. Host plant resistance. p: 563-597. E.G. King, J.R. Phillips, and R.J. Coleman (eds.). *In Cotton Insects and Mites: Characterization and Management*. Cotton Foundation Reference Book Series. The Cotton Foundation, Memphis, TN.
- Kannan, M., S. Uthamasamy, and S. Mohan. 2004. Impact of insecticides on sucking pests and natural enemy complex of transgenic cotton. *Current Science* 86 (5): 726-729.
- Katole, S. R. and P.J. Patil. 2000. Biosafety of imidachloprid and thiamethoxam as seed treatment and foliar sprays to some predators. *Pestology* 24: 11-13.
- Krisnananda, N. 1972. Studies on resistance to Jassid; *Amrasca devastans* (Distant) Jassidae: Homoptera, in different varieties of cotton. Ph.D. thesis, P.G. School, IARI, New Delhi.
- Leghari, M.A., A.M. Kalroo, and A.B. Leghari. 2001. Studies on host plant resistance to evaluate the tolerance/susceptibility against cotton pests. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 4 (12): 1506-1508.
- Maite, R.K., F.R. Bidinger, K.V. Seshu Redhy, and J.C. Davies. 1980. Nature and occurrence of trichomes in sorghum lines with resistance to sorghum shoot fly. *Joint Progress Reports. Sorghum Physiology-3, Sorghum Entomology-3, ICRISTAT, Patancheru, Andra Pradesh, India.*
- Mahmood, T., S.I. Hussain, K.M. Khokhar, G. Jeelani, and M. Ahmad. 2002. Population dynamic of leaf hopper (*Amrasca biguttula*) on brinjal and effects of abiotic factors on its dynamics. *Asian Journal of Plant Sciences* 1 (4): 403-404.
- Mardjono, R. Pengembangan kapas genjah tahan wereng di wilayah kering. *Jurnal Perspektif* 4(2): 33-42.
- Matthews, G.A. 1994. Jassids (Hemiptera: Cicadellidae). *In: Matthews, G.A. and J.P. Tunstall (eds.). Insect Pests of Cotton*. CAB International. p. 353-357.
- Mohyuddin, A.I. and M.A. Qureshi. 1999. Use of alternative methods of pest control for management of insecticide resistance in cotton bollworm *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) in Pakistan. *In: Proceedings ICAC-CCRI Regional Consultation Insecticide Resistance Management in Cotton*. June 28 to July 1, Multan-Pakistan. p. 224-233.
- Nageswara-Rao. 1973. An index for jassid resistance in cotton. *Madras Agricultural Journal* 60: 264-266.
- Patil, B.C., S.B. Patil, S.S. Vdikeri, and B.M. Khadi. 2003. Effect of imidacloprid seed treatment on growth, yield, seedling vigour and biophysical parameters in cotton (*Gossypium* spp.) genotypes. *In Proceedings of the World Cotton Research Conference-3, Cape Town, South Africa*. 9-13 March 2003.
- Raza, A.B.M. 2000. Physico-morphic plant characters in relation to resistance against sucking insect pests in some new cotton genotypes. *Pakistan Entomol.*, 22: 73-77.
- Rudgers, J.A., S.Y. Strauss, and J.F. Wendel. 2004. Trade-offs among anti-herbivore resistance traits: Insights from Gossypiae (Malvaceae). *American J. of Botany* 91 (6): 871-880.
- Sharma, G.N. and P.D. Sharma. 1996. Studies on the biology and development of cotton leafhopper, *Amrasca biguttula* (Ishida) on different genotypes of American cotton,

- Gossypium hirsutum*. Annals of Agricultural Biology Research 1(1-2): 181-186.
- Sharma, G.N. and P.D. Sharma. 1997. Ovipositional behavior of cotton leafhopper, *Amrasca biguttula* (Ishida) vis-a-vis morphological characters of cotton cultivars. Annals of Plant Protection Sciences 5(1): 15-17.
- Singh, T.H., G. Singh, K.P. Sharma, and S.P. Gupta. 1972. Resistance in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) to cotton jassid *Amrasca devastans* (Distant) (Homoptera: Jassidae). Indian J. Agric. Sci. 42: 421-425.
- Smith, C.W. 1992. History and status of host plant resistance in cotton to insects in the United States. Advances in Agronomy 48: 251-296.
- Snyder, W.E. and D.H. Wise. 1999. Predator influence and the establishment of generalist predator populations for biocontrol. Biol. Control 15: 283-292.
- Soebandrijo, IGAA. Indrayani, Nurindah, Soebiyakto, T. Yulianti, S.E. Harjono, E. Soenarjo, O.S. Bindra, dan J. Turner. 1989. Pengendalian terpadu jasad pengganggu kapas. Prosiding Lokakarya Teknologi Kapas Tepat Guna. 1:29-38.
- Soenaryo, E., C.H. Rendell, O.S. Bindra, Subiyakto, dan Soebandrijo. 1989. Petunjuk pemanduan serangan hama kapas. Prosiding Lokakarya Teknologi Kapas Tepat Guna. 1: 79-86.
- Syed, T.S., G.H. Abro, R.D. Khuhro, and M.H. Dhauroo. 2003. Relative resistance of cotton varieties against sucking pests. Pakistan J. Biological Sciences 6 (14): 1232-1233.
- Teetes, G.L. 2000. Plant resistance to insects: A fundamental component of IPM. Department of Entomology, University of Minnesota. 4pp.
- Thomson, N.J., P.E. Reid, and E.R. Williams. 1987. Effects of the okra leaf, nectariless, frego bract and glabrous conditions on yield and quality of cotton lines. Biomedical and Life Sciences 36 (2). Abstract.
- Ulrichs, C. 2001. Eggplant leafhopper, *Amrasca devastans* (Distant) Auchenorrhyncha: Cicadellidae. <http://www.entomology.de>. 2pp.
- Uthamasamy, S. 1994. Host resistance to the leafhopper, *Amrasca devastans* (Distant) in cotton, *Gossypium* spp. Challenging the Future. Proceedings of the World Cotton Conference 1, Brisbane, Australia. 5pp.
- Uthamasamy, S. 1985. Influence of leaf hairiness on the resistance of bhendi or lady finger, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench to leafhopper, *Amrasca devastans* (Dist.). Trop. Pest. Mangt. 31: 294-295.