

SERANGGA HAMA KAPAS DAN MUSUH ALAMINYA

Dwi Adi Sunarto, Nurindah, dan IG.A.A. Indrayani^{*)}

PENDAHULUAN

Serangga merupakan kelompok hewan yang dominan di muka bumi dengan jumlah spesies hampir 80% dari jumlah total hewan di bumi. Karena itu serangga memegang peranan penting dalam kehidupan manusia. Jumlah serangga yang berasosiasi dengan tanaman kapas tidak kurang dari 157 serangga yang terdiri atas 62 spesies serangga fitofag dan 95 serangga musuh alami (26 spesies parasitoid dan 69 spesies predator) (Nurindah dan Bindra 1988). Selain serangga, 2 spesies tungau telah diidentifikasi sebagai hama dan beberapa patogen musuh alami serangga.

Pemahaman tentang serangga pada budi daya tanaman kapas sangat penting sebagai dasar untuk menetapkan strategi pengendalian serangga hama kapas secara baik. Pengetahuan tersebut meliputi deskripsi, biologi, dan ekologi serangga hama dan musuh alaminya. Deskripsi serangga hama, terutama deskripsi morfologi, berguna untuk mengenalinya, sehingga setidaknya dapat membedakan antara serangga yang bersifat sebagai hama atau sebagai musuh alami. Pengetahuan biologi berguna untuk mengetahui stadia serangga hama yang tepat untuk dikendalikan dan musuh alami yang efektif sebagai agen pengendali. Sedangkan pengetahuan ekologi serangga hama berguna untuk mengetahui waktu yang tepat dalam melakukan pengendalian serangga hama. Peran musuh alami dalam pengendalian hama kapas dibahas tersendiri dalam monograf ini.

SERANGGA HAMA

Tanaman kapas menghasilkan *extra floral nectar* yaitu nektar yang dihasilkan oleh bagian tanaman selain bunga, sehingga keberadaannya mengundang banyak serangga yang datang. Dalam bidang pertanian, serangga selalu dipahami sebagai hama, sehingga keberadaannya dianggap membahayakan tanaman. Serangga baru digolongkan sebagai hama ketika keberadaannya merugikan secara ekonomis. Serangga hama sendiri dikelompokkan sebagai hama utama, hama potensial, dan hama migran (Untung 1996).

^{*)} Masing-masing Peneliti pada Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat, Malang

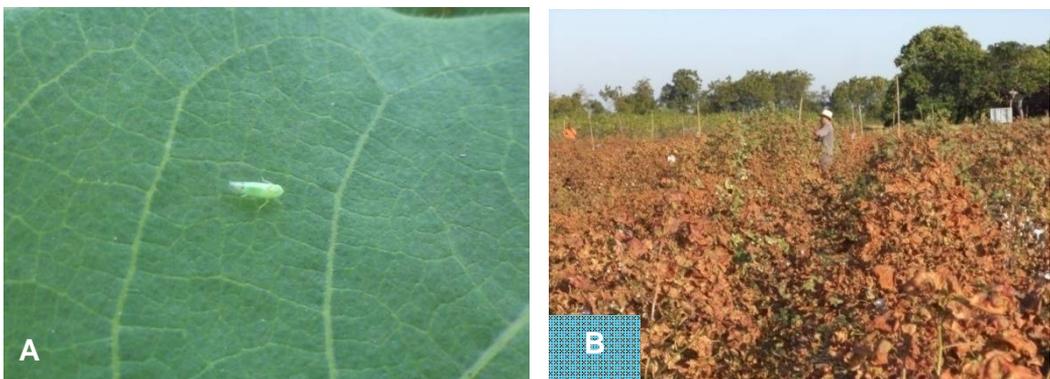
SERANGGA HAMA UTAMA

Hama utama kapas adalah hama yang selalu ada pada setiap agroekosistem kapas, menyebabkan kerusakan yang serius, bersifat persisten, dan merupakan sasaran utama dalam upaya pengendalian hama. Kelompok serangga hama ini memerlukan perhatian yang serius, karena jika tidak dikendalikan dengan baik akan menyebabkan kehilangan hasil yang sangat tinggi. Serangga hama utama tanaman kapas di Indonesia adalah wereng kapas *Amrasca biguttula* Ishida dan penggerek buah kapas *Pectinophora gossypiella* Saunders dan *Helicoverpa armigera* Hübner.

Amrasca biguttula (Ishida) (Heteroptera: Jassidae)

Wereng kapas *Amrasca biguttula* (= *Sundapteryx biguttula*; = *Empoasca flavescens* Fabricius; = *Empoasca devastant* Distant) merupakan hama utama yang paling penting pada tanaman kapas. Serangga dewasa berwarna kuning hingga hijau dengan bercak merah di bagian tengah masing-masing sayap depan, bercak putih di bagian toraks, dan tungkainya berwarna hijau (Gambar 1A).

Gejala serangan yang ditimbulkannya pada tanaman kapas adalah mula-mula daun bagian pinggir berwarna merah dan melengkung ke bawah. Warna merah pada daun disebabkan oleh toksin yang dikeluarkan oleh serangga ini pada waktu mengisap cairan daun. Bagian yang berwarna merah akan meluas ke seluruh permukaan daun dan akhirnya daun menjadi kering seperti terbakar (*hopper burn*). Serangan pada tanaman muda menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi terhambat dan produktivitas kapas menurun, karena tanaman tersebut merana sebelum berbunga. Kerusakan yang berat pada tanaman kapas sering terjadi pada periode kering atau pada varietas kapas yang tidak tahan terhadap serangan serangga hama ini (Gambar 1B).



Gambar 1. Dewasa *A. biguttula* (A) dan gejala kerusakan pada pertanaman kapas oleh *A. biguttula* (B)

Biologi. Nimfa dan serangga dewasa menyerang tanaman kapas dengan mengisap cairan tanaman dan mengeluarkan racun. Racun yang dihasilkan oleh nimfa instar kedua dan ketiga adalah yang paling berbahaya. Pada umumnya serangga ini terdapat di bawah permukaan daun, terutama di dekat pangkal tangkai daun. Telur serangga ini diletakkan dengan menyisipkannya di dalam jaringan mesofil daun yang telah terbuka sempurna, sehingga tidak terlihat dari luar. Masa telur adalah 7–9 hari. Stadium nimfa terdiri atas lima instar dan dilalui selama 11–17 hari.

Ekologi. Keberadaan wereng kapas pada tanaman kapas dapat dijumpai mulai pada awal pertumbuhan tanaman hingga akhir panen. Pada varietas tanaman kapas yang tidak tahan terhadap serangan serangga hama ini, gejala serangan dapat terlihat sejak 10 hari setelah tanam dan populasinya terus meningkat dengan cepat jika tidak dikendalikan. Kondisi inilah yang menyebabkan wereng kapas menjadi serangga hama utama kapas yang paling penting. Karena jika pengelolannya kurang tepat, maka dapat menyebabkan munculnya serangan hama penggerek buah. Oleh karena itu, penggunaan varietas yang toleran atau tahan sangat dianjurkan (Nurindah 2003; Nurindah dan Sunarto 2008). Beberapa tanaman inang lain dari serangga hama ini adalah tanaman kacang-kacangan, tomat, lombok, terong, kenaf, lada, okra, dll.

***Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae)**

Serangga hama ini dikenal sebagai penggerek buah kapas merah jambu (*pink bollworm*), karena larvanya berwarna merah jambu. Sinonim dari *Pectinophora* adalah *Platyedra*. Serangga dewasa berukuran panjang 0,8–10 mm dengan rentang sayap 15–20 mm. Serangga dewasa berwarna cokelat gelap dengan sayap berbentuk delta, bagian pinggir melebar dan memiliki bintik-bintik di bagian ujung.

Gejala serangan *P. gossypiella* yang mudah terlihat adalah adanya ‘bunga roset’, yaitu bunga yang mahkotanya tidak dapat mekar dengan sempurna (Gambar 2A). Infestasi serangga hama ini pada buah kapas tidak dapat terlihat dengan jelas, karena lubang gerekkan pada kulit buah sangat kecil. Buah yang terserang tidak dapat merekah dengan sempurna (Gambar 2B).

Biologi. Telur *P. gossypiella* diletakkan sendiri-sendiri (soliter) atau dalam kelompok-kelompok kecil, biasanya pada kelopak bunga atau buah (*bract*). Telur menetas dalam 2 hari. Larva yang baru menetas dari telur segera menggerek bunga/buah kapas, kemudian memakan serat dan biji muda. Masa larva adalah 8–10 hari. Ngengat *P. gossypiella* dapat hidup hingga dua minggu. Reproduksi *P. gossypiella* dipengaruhi oleh kualitas makanan pada waktu stadium larva. Larva yang mengonsumsi buah akan menjadi individu yang berukuran lebih besar dan reproduktivitasnya lebih tinggi (mampu bertelur hingga 680 bu-

tir) dibandingkan dengan individu yang mengonsumsi bagian tanaman yang lain (Rizal 1995).



Gambar 2. Gejala kerusakan pada bunga (A) dan larva *P. gossypiella* (B)

Ekologi. Serangga hama ini ditemukan pada pertanaman kapas sejak tanaman memasuki masa pertumbuhan generatif (45–55 hari setelah tanam) hingga tanaman siap dipanen. Jika tidak dikendalikan populasinya akan terus meningkat hingga mencapai 8–9 bunga roset per 10 tanaman dan kehilangan hasil yang terjadi dapat mencapai 67–80% (Soebandrijo *et al.* 1999; Nurindah *et al.* 2000). Berdasarkan klasifikasi serangannya pada buah kapas, buah-buah bagian tengah dan bawah kerusakannya lebih banyak dibandingkan dengan buah-buah atas. Tanaman inang *P. gossypiella* selain kapas adalah buah-buah tanaman dari famili Malvaceae (misalnya, kenaf, rosela), *Abutilon indicum* (=Abutilon), dan *Thepestia lampas* (=kapas hutan) (Kalshoven 1981). Musuh alami yang dapat berperan sebagai mortalitas biotik yang terutama adalah parasitoid dan predator. Di Indonesia, sedikitnya telah diidentifikasi 12 predator umum yang dapat menyerang stadia telur dan larva, 5 spesies parasitoid yang menyerang larva dan 2 spesies parasitoid telur (Nurindah *et al.* 2002).

***Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)**

Serangga hama ini dikenal sebagai penggerek buah kapas, dahulu dikenal dengan nama *Heliothis armigera*. Serangga dewasa berukuran panjang 30–40 mm, sayap depan berwarna cokelat dengan garis-garis berombak kelabu dan bintik-bintik hitam. Sayap belakang berwarna terang (Gambar 3A).

Gejala serangan yang ditimbulkan oleh penggerek buah terutama pada bagian generatif tanaman. Jika menyerang kuncup bunga (*square*), maka bagian dalam kuncup bunga tersebut dimakan habis, kelopak bunga (*bract*) mekar, dan akhirnya *square* gugur. Jika menyerang buah kecil, bagian dalam buah tersebut dimakan habis, *bract* mekar, dan akhirnya gugur. Buah-buah besar biasanya dimakan oleh larva besar dengan perilaku yang khas,

yaitu memasukkan kepala dan sebagian tubuhnya ke dalam buah dan membiarkan sisa tubuhnya yang lain berada di luar (Gambar 3B).



Gambar 3. Dewasa (A) dan ulat *H. armigera* (B)

Biologi. Telur *H. armigera* berbentuk tiga per empat bola dengan diameter 0,5 mm; berwarna putih sesaat setelah diletakkan dan berubah menjadi kecokelatan dengan garis merah melingkar menjelang menetas. Telur diletakkan secara tunggal (soliter) pada daun di pucuk tanaman atau kelopak kuncup bunga atau bunga. Masa telur adalah 2–3 hari. Larva *H. armigera* mempunyai keragaman warna dari kuning kehijauan hingga kehitaman. Pada stadium larva terdapat 5–6 instar yang dilalui selama 10–15 hari. Larva yang baru menetas dari telur biasanya memakan jaringan daun atau kelopak kuncup bunga atau bunga. Larva instar kedua mulai menggerek kuncup bunga, bunga, atau buah. Seekor larva dapat memakan 10–12 buah muda. Menjelang pupa (prepupa), larva bergerak ke bawah untuk berpupa di dalam tanah.

Stadium pupa dilalui selama 10–15 hari di dalam tanah. Serangga dewasa muncul pada malam hari dan langsung aktif mencari makan. Serangga betina dapat segera kopulasi, tetapi memerlukan waktu tiga hari untuk pemasakan telurnya. Seekor serangga betina mampu bertelur 600–1.000 butir dengan fertilitas 80%.

Ekologi. Selama musim tanam kapas terdapat dua generasi populasi *H. armigera*. Generasi pertama ditemukan sejak tanaman mulai memasuki pertumbuhan generatif (40–45 hari setelah tanam), generasi kedua pada waktu tanaman berumur 70–75 hari. Populasi telur *H. armigera* biasanya tinggi, tetapi populasi larvanya selalu rendah jika tidak dilakukan penyemprotan insektisida pada awal musim. Hal ini terjadi karena musuh alaminya, terutama serangga yang memangsa telur dan larva kecil, mampu menahan populasinya untuk selalu berada di bawah ambang kendali. Sebaliknya, jika dilakukan penyemprotan, popu-

lasi musuh alaminya rendah, sehingga populasi larva *H. armigera* terus meningkat hingga di atas ambang kendali. *Helicoverpa armigera* merupakan serangga polifag, yaitu tanaman inangnya banyak, meliputi tanaman yang dibudidayakan maupun tanaman liar atau gulma.

SERANGGA HAMA POTENSIAL

Serangga hama potensial adalah serangga-serangga hama yang berpotensi untuk menjadi hama penting jika keadaan lingkungan menguntungkan bagi perkembangannya, misalnya ketersediaan tanaman inang yang lebih disukai di sekitar pertanaman kapas, atau kondisi agroklimat yang mendukung perkembangannya.

Serangga-serangga hama potensial pada umumnya merupakan serangga perusak daun. Tanaman kapas dapat bertahan dan berproduksi normal, jika kehilangan luas daun hingga 50% pada masa pertumbuhan vegetatif dan pemasakan buah, dan 20% pada masa pembentukan buah (Reynolds *et al.* 1982). Kehilangan luas daun yang seperti ini jarang terjadi di pertanaman kapas di Indonesia. Strategi pengendalian serangga hama kelompok ini dilakukan dengan pendekatan teknik pengendalian non-kimiawi. Di bawah ini dibahas secara singkat bioekologi beberapa serangga hama potensial tersebut.

***Earias vittella* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae)**

Penggerek buah kapas berbintik *Earias vittella* dikenal sebagai penggerek pucuk dan buah kapas (Gambar 4A). Serangga dewasa berukuran panjang 10–12 mm dengan rentang sayap 14–21 mm. Sayap depan pada posisi istirahat berwarna kuning keputihan dengan garis hijau melintang. Gejala serangan pada kuncup bunga, bunga, dan buah seperti gejala yang ditunjukkan akibat serangan *H. armigera*. Pucuk tanaman muda yang diserang akan mati titik tumbuhnya (Gambar 4B).

Biologi. Telur *E. vittella* berwarna hijau kebiruan, berbentuk setengah bola agak pipih, dengan diameter 3–5 mm. Telur menetas 2–3 hari setelah diletakkan. Telur biasanya diletakkan pada daun pucuk, kelopak kuncup bunga, bunga, atau buah. Larva yang baru menetas dari telur memakan substrat tempat telur diletakkan, kemudian bergerak menuju pucuk tanaman atau kuncup bunga kapas untuk menggerek. Stadium larva terdiri atas 4–5 instar yang dilalui selama 8–13 hari. Larva berwarna cokelat kehitaman atau keunguan dengan bintik-bintik putih dan jingga pada bagian punggungnya. Panjang larva mencapai 10–15 mm. Menjelang berpupa, larva keluar dari pucuk atau badan buah yang digereknya dan membentuk kokon yang dilekatkan pada kelopak kuncup bunga, bunga, atau buah. Masa pupa selama 10–14 hari.



Gambar 4. Larva (A) dan gejala serangan *E. vittella* pada pucuk (B)

Ekologi. Populasi *E. vittella* pada kapas yang ditanam pada musim hujan biasanya rendah, tetapi pada kapas yang ditanam pada musim kemarau populasinya cukup tinggi. Keberadaan *E. vittella* pada kapas sejak tanaman mulai memasuki pertumbuhan generatif (40–45 hari setelah tanam) dan selama satu musim hanya terdapat satu generasi. Tanaman inang *E. vittella* pada umumnya tanaman yang tergolong dalam famili Malvaceae, yang merupakan tanaman liar pada lahan yang diberokan, antara lain *Abelmoschus* sp. (=kasturi), *Hibiscus* spp. (kenaf, rosela, waru, bunga sepatu, dll.), *Sida* spp. (=sidaguri), *Urena* sp. (pungpulutan), dan *Thepesia* sp. (=kapas hutan). Serangga ini memakan bunga dan buah tanaman-tanaman tersebut.

***Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae)**

Spodoptera (=Prodenia) *litura* merupakan serangga hama pemakan daun yang bersifat polifag. Serangga ini dikenal sebagai ulat tembakau (*tobacco caterpillar*), karena merupakan hama yang selalu ditemukan pada tanaman tembakau. Serangga ini juga sering ditemukan pada tanaman kapas, tetapi populasinya selalu dapat dikendalikan oleh musuh alaminya, kecuali di pertanaman yang menggunakan penyemprotan insektisida terlalu awal.

Biologi. *Spodoptera* meletakkan telur secara berkelompok pada bagian bawah daun dan kelompok telur tersebut ditutupi oleh sisik berwarna kecokelatan. Telur menetas dalam 2–3 hari. Larva instar awal umumnya memakan lapisan epidermis dan jaringan palisade bagian bawah, sehingga daun terlihat transparan. Gejala serangan yang seperti ini mudah dikenali. Larva besar memakan semua bagian daun, kecuali tulang daun. Larva besar berwarna hijau kecokelatan atau hijau gelap dan abu-abu kebiruan dengan garis-garis terang sepanjang tubuhnya (Gambar 5). Stadium larva dilalui selama 15 hari dengan 5–6 kali

ganti kulit. Panjang larva dapat mencapai 40–50 mm. Menjelang berpupa, larva bergerak menuju ke bawah dan berpupa di dalam tanah selama 10–13 hari. Serangga dewasa berumur 2–6 hari. Reproduksi serangga ini dipengaruhi oleh kualitas makanan. Jika selama masa larva mengonsumsi jaringan tanaman yang dipupuk nitrogen dosis tinggi, maka reproduksinya juga tinggi. Satu ekor betina mampu meletakkan telur 2.000–3.000 butir.



Gambar 5. Larva *Spodoptera litura*

Ekologi. Keberadaan serangga ini pada pertanaman kapas tidak mengikuti pola fenologi tanaman seperti halnya serangga hama utama. Serangga hama ini biasanya ditemukan pada pertanaman kapas yang berdaun rimbun sebagai akibat pemberian pupuk nitrogen yang berlebihan. Walaupun terjadi kerusakan pada daun akibat serangannya, tanaman kapas dapat berkompensasi hingga batas kerusakan tertentu, sehingga tidak berpengaruh terhadap pembentukan buah (Reynolds *et al.* 1982).

Walaupun serangga ini merupakan hama utama tanaman kedelai, tetapi ketika tanaman kedelai ditumpangсарikan dengan kapas, *S. litura* populasinya terkendali dan tidak menjadi hama utama. Hal ini terjadi karena *S. litura* terkendali secara alami oleh musuh alaminya. Musuh alami *S. litura* pada pertanaman kapas antara lain adalah *Telenomus spodopterae* (parasitoid telur), *Apanteles* sp. dan *Microplitis similis* (parasitoid larva), *Cantoneca javana*, *Sycanus* sp. dan *Andralus spinides* (pemangsa larva).

***Syllepta derogata* Fabricius (Lepidoptera: Pyralidae)**

Syllepta derogata dikenal sebagai ulat penggulung daun (Gambar 6), karena perilakunya yang memotong dan menggulung daun selama stadium larva hingga pupa. Kerusakan akibat serangan serangga hama ini pada umumnya dapat dikompensasi oleh tanaman kapas.

Biologi. Telur diletakkan pada daun, berwarna kuning terang. Larva berwarna hijau kekuningan dan bening, berbentuk langsing, kepalanya berwarna hitam atau cokelat tua (Gam-

bar 6). Panjang larva mencapai 25 mm. Larva dan pupa terdapat pada daun yang tergulung. Perkembangan dari telur hingga dewasa memerlukan waktu 22–26 hari.

Ekologi. Keberadaan serangga hama ini pada tanaman kapas tidak mengikuti pola fenologi tanaman. Pada umumnya serangga ini muncul pada pertanaman kapas jika kondisi lingkungan pada pertanaman lembap. Pada umumnya, serangannya pada pertanaman kapas tidak memerlukan pengendalian yang khusus, karena perkembangan populasinya untuk mencapai tingkat yang merusak dapat diatasi oleh musuh alaminya. Musuh alami yang biasanya ditemukan adalah parasitoid larva *Macrocentrus* sp. dan *Cheraphron* sp.

***Anomis flava* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae)**

Ulat jengkal *Anomis* (= *Cosmophyla*) *flava* adalah serangga pemakan daun kapas, sering dinamakan sebagai ulat jengkal. Serangga ini biasanya terdapat pada permukaan atas daun, larva kecil hingga besar memakan semua jaringan daun. Daun yang diserang menjadi berlubang atau compang-camping (Gambar 7).

Biologi. Larva *Anomis* berwarna hijau dan panjangnya dapat mencapai 50 mm dengan garis tengah 3 mm. Telur diletakkan secara tunggal berserak, menetas dalam 2–3 hari. Masa larva dilalui selama 11–13 hari. Menjelang berkepompong, larva menutupi dirinya dengan daun yang digulungnya dan berpupa di dalam gulungan daun tanpa memotong daun tersebut.

Ekologi. Populasi *Anomis* biasanya rendah, karena musuh alaminya dapat berperan secara efektif. Akan tetapi, jika dilakukan penyemprotan insektisida yang berpengaruh negatif terhadap musuh alaminya, maka populasi serangga ini meningkat. Selain itu, tanaman kapas yang terlalu rimbun sebagai akibat jarak tanam yang terlalu rapat, banyak hujan, atau pemupukan nitrogen yang terlalu tinggi juga dapat menyebabkan populasi serangga hama ini meningkat. Pada pertanaman kapas yang ditanam terlambat, populasi *Anomis* biasanya juga tinggi.



Gambar 6. Larva *Syllepta derogata*



Gambar 7. Larva *Anomis flava*

SERANGGA HAMA LAIN

Selain serangga hama utama dan potensial, pada tanaman kapas juga dapat ditemukan serangga yang terkadang berstatus sebagai hama, tetapi kerusakan yang diakibatkannya dapat diabaikan, karena biasanya populasinya rendah. Pada umumnya, serangga yang tergolong dalam kelompok ini tidak memakan bagian generatif tanaman. Walaupun menyerang bagian generatif tanaman, kerusakan yang ditimbulkannya kurang berarti dan tidak memerlukan pengendalian yang khusus. Berikut ini dibahas serangga-serangga hama lain yang diurutkan berdasarkan ordonya.

Ordo Lepidoptera

***Phyllonorichter triarcha* (Meyer)**

Famili Gracillaridae

Serangga ini merupakan pengorok daun, yaitu larvanya memakan jaringan daun pada bagian tengah dengan menyisakan lapisan epidermis atas dan bawah daun. Gejala serangannya dapat diketahui dengan adanya 'lorong' bekas korokannya. Larva berwarna putih kekuningan, berukuran 5–10 mm. Pada umumnya, jika curah hujan tinggi, serangga hama ini perkembangan populasinya lebih cepat.

***Rapala jarbas* (Fabricius)**

Famili Lycaenidae

Ulat jarbas menyerang kuncup bunga dan buah kapas. Perilaku pada waktu memakan mirip dengan penggerek buah kapas *H. armigera*, yaitu dengan memasukkan kepalanya dan menyisakan sebagian besar bagian tubuhnya di luar. Larva berwarna hijau kemerahan, berukuran 15–20 mm. Serangan serangga ini biasanya terdapat pada pertanaman yang suhu lingkungannya agak rendah (kurang dari 25°C) dan lembap.

***Bucculatrix gossypii* Turner**

Famili Bucculatridae

Serangga ini dikenal sebagai *leaf perforator* (Gambar 8), karena serangannya pada daun menyebabkan daun menjadi berlubang-lubang. Kerusakan yang disebabkan oleh serangga ini menjadi serius jika yang diserang tanaman muda. *Bucculatrix thurberiella* Busck, serangga sejenis *B. gossypii*, merupakan serangga hama penting pada pertanaman kapas di Arizona dan Imperial Valey, California setelah dilakukan penyemprotan insektisida yang berspektrum luas (Metcalf 1982).

***Homona coffearia* Nether**

Famili Tortricidae

Serangga pelipat daun *Homona coffearia* menyerang daun pucuk, kemudian menggulungnya. Serangga ini bersifat polifag dan sebagai serangga hama penting pada tanaman teh. Larva berukuran 18–25 mm. Pada umumnya populasinya rendah, karena musuh alaminya banyak, antara lain *Apanteles taragame* Vierick, *Meteorus* spp., *Elasmus homonae* Ferr., dan *Macrocentrus* spp.

Ordo Homoptera

***Aphis gossypii* Glover**

Famili Aphididae

Aphis gossypii (Gambar 9) ini dikenal sebagai kutu daun kapas, terdapat pada permukaan bawah daun. Jika menyerang tanaman muda, maka akibat serangannya tersebut menjadi serius. Jika menyerang tanaman tua yang siap dipanen, maka akan menyebabkan *sticky cotton*, yaitu serat kapas yang lengket akibat sekresi kutu daun ini. Selain itu, sekresi kutu daun ini, yang biasanya terdapat pada permukaan daun di bawah koloninya, dapat menjadi media yang baik bagi perkembangan cendawan embun jelaga (*sooty mold*) yang akan mengganggu fotosintesa daun.

Pada pertanaman kapas di Indonesia, pada umumnya serangga ini tidak menyebabkan kerusakan yang berarti, karena populasinya dapat dijaga oleh musuh alaminya, yaitu parasitoid (*Aphidius* sp. dan *Aphelinus gossypii*) dan predator (kumbang Coccinellid, *Chrysopa* spp., *Mallada boninensis*, dan *Micromus*).



Gambar 8. Larva *Bucculatrix gossypii* (daff.qld.gov.au)



Gambar 9. *Aphis gossypii* (agents.cirad.fr)

***Bemisia tabaci* Genn**

Famili Aleyrodidae

Sinonimnya adalah *B. gossypiperda* (=kutu kebul) (Gambar 10). Serangga ini dikenal sebagai *cotton white fly*, dan merupakan vektor dari berbagai penyakit tanaman di dae-

rah tropis dan subtropis. Populasi serangga ini tinggi pada pertanaman yang terlalu sering disemprot insektisida piretroid sintetis.

***Lawana candida* (Fabricius)**

Famili Flatidae

Wereng kupu putih *Lawana candida* dewasa menyerupai ngengat yang bersayap putih pada waktu istirahat. Ciri-ciri yang membedakannya dengan ngengat adalah tidak ada sisik pada sayapnya dan cara Bergeraknya yang menyamping dan melompat. Serangga ini menghasilkan wax berwarna putih dan embun madu. Pada tanaman kapas, serangga ini biasanya ditemukan pada tanaman tua, terutama jika kondisinya kering.

***Ferrisia virgata* Ckll.**

Famili Pseudococcidae

Kutu putih *Ferrisia virgata* (Gambar 11) biasanya terdapat pada batang atau permukaan daun, berwarna putih, sehingga dikenal sebagai kutu putih. Serangga ini menyukai tanaman lamtoro, tetapi juga dapat hidup di tanaman-tanaman lain, seperti kakao, kopi, atau kapas. Sekresi kutu ini berupa tepung wax yang terdapat pada tubuhnya. Populasi serangga ini tinggi pada kondisi kering.



Gambar 10. *Bemisia tabaci* (zanimals.com)



Gambar 11. *Ferrisia virgata* (plantwise.org)

Ordo Hemiptera

***Dysdercus cingulatus* (Fabricius)**

Famili Pyrrocoridae

Dysdercus cingulatus tergolong bangsa kepik, dikenal sebagai bapak pucung. Tubuhnya berwarna jingga dengan garis-garis putih pada abdomen bagian bawah. Sayap berwarna hitam (Gambar 12). Serangga ini mengisap cairan buah dan mengeluarkan toksin, sehingga bekas isapannya menjadi berwarna merah. Selain mengisap cairan buah, serangga ini juga dapat berperan sebagai vektor cendawan *Nematospora gossypii* yang menyebabkan busuk buah. Musuh alami utama serangga hama ini adalah *Antilochus gossypii*

yang penampilannya menyerupai mangsanya, tetapi pada bagian bawah abdomennya tidak terdapat garis-garis putih.

***Nezara viridulla* (Linnaeus) dan *Tectotoris diophthalmus* (Thunberg)**

Famili Pentatomidae

Kedua serangga ini mengisap cairan tanaman dan bersifat polifag. Serangannya pada tanaman kapas tidak menyebabkan kerusakan yang berarti. Musuh alami yang sering ditemukan adalah parasitoid telur *Telenomus* spp. *Nezara viridulla* dikenal sebagai kepik hijau (Gambar 13).



Gambar 12. *Dysdercus cingulatus*



Gambar 13. *Nezara viridulla* (agroteknologi11.logspot.com)

***Oxycarinus lugubris* (Mots.)**

Famili Lygaeicidae

Kepik biji kapas *Oxycarinus lugubris* biasanya ditemukan pada buah kapas yang sudah mekar. Dewasanya berwarna hitam dengan sayap transparan, berukuran 3–4 mm (Gambar 14). Serangga ini mengisap cairan biji kapas yang tua.



Gambar 14. *Oxycarinus lugubris* (kwildlife.net)

Ordo Coleoptera

***Hypomeces squamosus* Helli**

Famili Curculionidae

Kumbang moncong *Hypomeces squamosus* dewasanya memakan daun dan larvanya (lundi) memakan akar, bersifat polifag. Serangga dewasa berwarna kelabu yang tertutup sisik atau 'bubuk' berwarna kuning atau hijau mengkilap. Panjang kumbang dewasa hingga 14 mm (Gambar 15). Serangan oleh kumbang pada daun menyebabkan daun menjadi berlubang, tetapi pada umumnya tidak menyebabkan kerusakan yang berarti. Serangan lundi pada akar dapat menyebabkan tanaman mati.



Gambar 15. *Hypomeces squamosus*

***Ammorhoidea lata* Motschulsky**

***Ammorhoidea pectoralis* Marshall**

***Dyscheres cirtus* (Boheman)**

***Hypolixus pica* (Fabricius)**

***Cnaphoscapus triangularis* (Oliver)**

***Dieradorrhinus isabelinus* (Boheman)**

Famili Curculionidae

Kumbang-kumbang moncong ini memakan daun dan kelopak bunga kapas. *Ammorhoidea lata* ditemukan dalam jumlah besar di pertanaman kapas Bulukumba (Sulawesi Selatan) pada 1986 (Nurindah dan Bindra 1988) dan di Jawa pada tahun 1937 (Franssen dan Muller 1937).

***Erystatus andamaneosis* Maulstant**

***Chaetocnema bassalis* (Baly)**

Famili Chrysomelidae

Kedua kumbang ini menyerang daun dan kelopak bunga (*bract*), berwarna cokelat mengkilat, berukuran 3–4 mm. *Erystatus andamaneosis* biasanya berasosiasi dengan tanaman kapas, tetapi *C. bassalis* bersifat polifag.

Ordo Thysanoptera

***Frankinella sculzei* (Tryb.)**

***Scirtothrips dorsalis* Hood**

***Thrips palmi* Karny**

***Thrips tabaci* (Lind.)**

Famili Thripidae

Trips adalah serangga yang mudah dikenali, berukuran kecil, “pipih” dan berwarna hitam, pada kedua sayapnya terdapat setae yang berupa rambut. Trips biasanya terdapat di kelopak bunga. Keempat spesies trips yang berasosiasi dengan tanaman kapas merupakan spesies-spesies polifag. Keberadaannya pada tanaman kapas biasanya pada kondisi kering, yang terjadi pada waktu kapas mulai dipanen. Kerusakan yang ditimbulkan tidak berarti.

MUSUH ALAMI SERANGGA HAMA KAPAS

Serangga-serangga yang dijumpai pada pertanaman kapas tidak selalu berstatus hama yang bersifat merusak tanaman, tidak sedikit di antaranya merupakan serangga yang berguna. Serangga berguna tersebut antara lain berupa musuh alami. Parasitoid dan predator merupakan musuh alami yang berperan sebagai faktor mortalitas biotik bagi serangga hama kapas. Jumlah jenis musuh alami yang dijumpai pada tanaman kapas lebih banyak dibanding dengan jumlah jenis serangga hama, sehingga jika musuh alami dapat dikelola dengan baik, maka musuh alami akan mampu mengendalikan populasi serangga hama (Nurindah *et al.* 1994; 2001).

Musuh alami lain yang dapat berperan sebagai musuh alami serangga hama kapas adalah dari kelompok patogen serangga. Mikroorganisme yang tergolong dalam patogen serangga terdiri atas cendawan, bakteri, virus, dan nematoda parasit serangga. Aplikasi mikroorganisme ini biasanya dalam bentuk formulasi bioinsektisida berbahan aktif patogen serangga.

Parasitoid

Parasitoid adalah serangga yang untuk melengkapi daur hidupnya mendapatkan makanan dari serangga lain. Biasanya yang bersifat parasitoid adalah pada masa pradewasa, sedangkan stadia dewasa hidup bebas dengan memakan nektar. Ukuran parasitoid biasanya lebih kecil daripada ukuran inangnya dan parasitoid hanya menyerang seekor inang. Berdasarkan stadia inang yang diserang, parasitoid dikelompokkan menjadi parasitoid telur, larva, pupa, atau larva-pupa. Parasitoid telur adalah parasitoid yang menyerang telur. Parasitoid larva adalah parasitoid yang menyerang larva. Parasitoid pupa adalah parasitoid yang menyerang pupa. Parasitoid larva-pupa adalah parasitoid yang menyerang pada waktu inangnya stadium larva, tetapi inang tersebut mati pada stadium pupa. Di Indonesia ditemukan cukup banyak jenis parasitoid serangga hama kapas (Tabel 1).

Tabel 1. Parasitoid serangga hama kapas di Indonesia

Ordo	Famili	Spesies	Inang (Stadia)*	Referensi**)	
Diptera	Tachinidae	<i>Blepharella lateralis</i>	<i>Helicoverpa</i> (L-P)	1	
		<i>Carcelia illota</i>	<i>Helicoverpa</i> (L-P)		
		<i>Carcelia kockiana</i>	<i>Helicoverpa</i> (L-P)	1	
		<i>Compsilura concinnata</i>	<i>Helicoverpa</i> (L-P)	1	
		<i>Cuphocera varia</i>	<i>Agrotis</i> (L)	2	
		<i>Exorista</i> sp.	<i>Helicoverpa</i> (L-P)	1,2	
		<i>Peribaeae orbata</i>	<i>Spodoptera</i> (L-P)		
		<i>Sisyropa</i> sp.	<i>Cosmophila</i> (L-P)		
		<i>Winthemia</i> sp.	<i>Cosmophila</i> (L-P)		
		<i>Trytaxis braueri</i>	<i>Agrotis</i> (L)	2	
		Hymenoptera	Aphelinidae	<i>Aphelinus gossypii</i>	<i>Aphis</i> (D)
<i>Aphelinus</i> sp.	<i>Aphis</i> (D)			2	
<i>Aphidius</i> sp.	<i>Aphis</i> (D)			1,2	
<i>Encarsia</i> sp.	Anomis (T); Bemisia (N)			1,3	
Bethylidae	<i>Goniozus</i>		<i>Pectinophora</i> (L)	1,2	
Braconidae	<i>Apanteles hyposidrae</i>		<i>Cosmophila</i> (L)		
	<i>Apanteles phytometrae</i>		<i>Earias</i> (L); <i>Anomis</i> (L)		
	<i>Apanteles ruficrus</i>		<i>Agrotis ipsilon</i> (L)	2	
	<i>Apanteles sauroa</i>		<i>Rapala</i> (L)		
	<i>Bracon hebetor</i>		<i>Pectinophora</i> (L)		
	<i>Chelonus</i> sp.		<i>Helicoverpa</i> (L)	1,2	
	<i>Diaeretiella rapae</i>		<i>Aphis</i> (D)	1	
	<i>Glypapanteles artonae</i>		<i>Anomis</i> (L)	1,2	
	<i>Macrocentrus</i> sp.		<i>Syllepte</i> (L)	1,2	
	<i>Microplitis demolitor</i>		<i>Helicoverpa</i> (L)	1	
	<i>Microgaster similis</i>		<i>Spodoptera</i> (L)	1,2	
	Cherapronidae		<i>Cheraphron</i> sp.	<i>Syllepte</i> (L)	1,2
	Chalcididae		<i>Brachymeria lasus</i>	<i>Earias</i> (L); <i>Anomis</i> (L); <i>Syllepte</i> (L)	1
			<i>Brachymeria</i> sp.	<i>Pectinophora</i> (L)	1

Tabel 1. Parasitoid serangga hama kapas di Indonesia (lanjutan)

Ordo	Famili	Spesies	Inang (Stadia)*	Referensi**)
	Elasmidae	<i>Elasmus brevicornis</i>	<i>Syllepte</i> (L)	2
		<i>Yatsumatsuiola</i> sp.	<i>Ferrisia</i> (L)	1
	Encyrtidae	<i>Anastatus dasyni</i>	<i>Nezara</i> (T)	1,2
		<i>Aphidencyrthus</i> sp.	<i>Aphis</i> (D)	2
		<i>Comperiella unifasciata</i>	<i>Bemisia</i> (N)	2
		<i>Copidosoma</i> sp.	<i>Anomis</i> (L); <i>Syllepte</i> (L)	1,2
		<i>Oencyrtus malayensis</i>	<i>Nezara</i> (T)	2
	Ichneumonidae	<i>Ammauromorpha accepta</i>	<i>Earias</i> (L)	2
		<i>Diadegma</i> sp.	<i>Helicoverpa</i> (L); <i>Earias</i> (L)	1,2
		<i>Ecthromorpha agrestoria</i>	<i>Anomis</i> (L)	1
		<i>Enicospilus dolosus</i>	<i>Helicoverpa</i> (L)	
		<i>Eriborus argenteopilosus</i>	<i>Helicoverpa</i> (L)	1,2
		<i>Goryphus</i> sp.	<i>Earias</i> (L)	2
	Scelionidae	<i>Telenomus spodopterae</i>	<i>Spodoptera</i> (T)	1,2
	Sphécidae	<i>Ammophila insolita</i>	<i>Helicoverpa</i> (L)	1
	Vespidae	<i>Antepipona</i> sp.	Larva Lepidoptera	1
		<i>Delta campaniforme</i>	<i>Anomis</i> (L)	1
	Trichogrammatidae	<i>Trichogrammatoidea bactrae</i>	<i>Pectinophora</i> (T)	
		<i>Trichogramma chilonis</i>	<i>Helicoverpa</i> (T)	1
		<i>Trichogramma chilotrae</i>	<i>Helicoverpa</i> (T)	1
		<i>Trichogrammatoidea armigera</i>	<i>Helicoverpa</i> (T)	1
		<i>Trichogrammatoidea guamensis</i>	<i>Helicoverpa</i> (T)	1

*) Stadia inang; T = telur, L = larva, P = pupa; D = dewasa; N = nimfa; L-P = larva-pupa

**1): Nurindah dan Bindra (1988); 2: Kalshoven (1981); 3: Beingolea (1987).

***Trichogramma* spp. dan *Trichogrammatoidea* spp.**

Trichogramma spp. dan *Trichogrammatoidea* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) merupakan parasitoid telur yang paling dominan dan memiliki peran yang besar sebagai faktor mortalitas biotik pada tanaman kapas. *Trichogramma chilonis*, *Trichogramma chilotrae*, *Trichogrammatoidea armigera* (Gambar 16), dan *Trichogrammatoidea guamensis* merupakan parasitoid telur *H. armigera*, sedangkan *Trichogrammatoidea bactrae* adalah parasitoid *P. gossypiella* (Tabel 1). Secara alami telur *H. armigera* pada tanaman kapas rata-rata 30% terparasit oleh *Trichogramma* (Nurindah *et al.* 1994).

Trichogramma dewasa meletakkan telur di dalam telur inangnya dan dalam waktu 20–30 jam telur tersebut akan menetas. Larva yang baru keluar dari telur tersebut langsung memakan isi telur (embrio) inangnya, sehingga inangnya mati. Telur *H. armigera* yang terparasit pada hari keempat setelah terparasit akan berubah warna menjadi hitam dan pada hari ketujuh parasitoid dewasa muncul dari telur tersebut. Telur yang tidak terparasit pada hari kedua setelah diletakkan berubah warna menjadi agak gelap dan pada hari ketiga menetas.

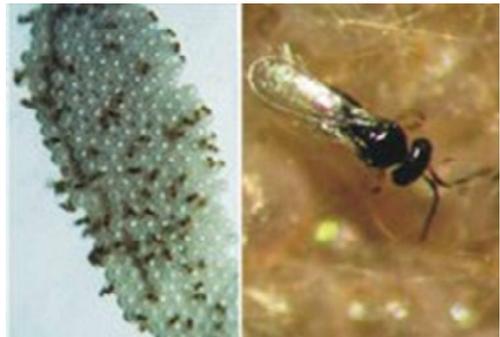
Trichogramma banyak digunakan sebagai agensia hayati untuk mengendalikan serangga hama dari Ordo Lepidoptera. Aplikasi *Trichogramma* dilakukan dengan cara pelepasan secara massal dan periodik. Pelepasan *T. armigera* sebanyak 5–7 kali 200.000 parasitoid/ha/pelepasan per musim tanam kapas dapat menekan populasi larva *H. armigera* hingga 40% dan mengurangi kehilangan hasil kapas berbiji hingga 24% (Nurindah *et al.* 1991; 1993; Sri-Hadiyani *et al.* 1999).

Telenomus spodoptera

Telenomus spodoptera Dodd. (Hymenoptera: Scelionidae) merupakan parasitoid telur *S. litura* (Gambar 17). Tingkat parasitasi oleh *T. spodoptera* relatif tinggi, karena telur *S. litura* diletakkan secara berkelompok. *T. spodoptera* berwarna bening transparan berbentuk lonjong dan dalam waktu 1 hari telur menetas. Jumlah telur yang diletakkan 1,6 butir per inang, tetapi yang berhasil tumbuh hanya satu ekor. Stadia larva selama 3 hari dan stadia pupa 4–6 hari, sehingga 7–10 hari setelah oviposisi imago keluar dari telur inang (Sujak dan Sunarto 2001).



Gambar 16. *Trichogrammatoidea armigera*



Gambar 17. *Telenomus spodoptera* (panorama.cnpms.embrapa.br)

Tachinidae

Parasitoid yang menyerang serangga hama kapas pada instar lanjut (IV atau V) pada umumnya tergolong dalam Ordo Diptera, Famili Tachinidae (Gambar 18). Parasitoid ini umumnya merupakan parasitoid larva-pupa. Larva yang terparasit dapat dikenali dengan adanya telur parasitoid yang menempel pada kepalanya. Parasitoid yang menyerang *H. armigera* adalah *Carcelia illota* Curran atau *Exorista* sp., sedang yang menyerang larva *C. flava* adalah *Carcelia* sp. atau *Winthemia* sp. Larva *P. gossypiella* atau *E. vittella* instar lanjut dapat diparasit oleh *Brachymeria* sp.

***Apanteles* sp.**

Parasitoid larva *Apanteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae) banyak dijumpai memarasit serangga hama dari genus Lepidoptera. *Apanteles* sp. dewasa berukuran panjang 3–5 mm, tubuh berwarna hitam dengan antena panjang (Gambar 19). Ulat jengkal *C. flava* yang memakan daun kapas sering dijumpai terparasit oleh *Apanteles* sp. Ulat yang terparasit biasanya bergerak lamban, berwarna hijau, dan pada tingkat yang lebih lanjut terdapat sejumlah kokon parasitoid yang berwarna putih melekat di bawah tubuh ulat berbentuk lonjong dengan panjang 3–4 mm. Kalau parasitoid sudah membentuk kokon, maka ulat jengkal yang terparasit tersebut akan bertahan hidup lama.

Parasitoid Kutu Daun *Aphis gossypii* Glover

Koloni kutu daun yang biasanya terdapat pada permukaan daun bagian bawah sering ditemukan aphid yang berwarna coklat muda (Gambar 20) atau hitam, tubuhnya membengkak dan dinding tubuhnya mengeras, dan tidak bergerak. Aphid yang demikian adalah aphid yang terparasit dan mengalami mumifikasi, sehingga disebut “mumi aphid”. Aphid yang sehat pada tanaman kapas berwarna kuning kehijauan sampai dengan hijau gelap dan akan bergerak jika terganggu.

Mumifikasi biasanya terjadi pada aphid yang telah dewasa. Parasitoid yang menyebabkan menjadi mumi hitam adalah *Aphelinus gossypii* Timberlake (Hymenoptera: Aphelinidae). Parasit pada aphid banyak dijumpai pada pertanaman kapas yang kurang mendapatkan perlakuan insektisida.



Gambar 18. Lalat Tachinidae



Gambar 19. Kokon dan dewasa *Apanteles* sp. (launcestonparishwildlife.org.uk; nathistoc.bio.uci.edu).



Gambar 20. Mumi aphids (aramel.free.fr)

Predator

Predator adalah serangga yang memangsa serangga lain untuk kelangsungan hidupnya. Dengan demikian, diperlukan banyak mangsa untuk perkembangan satu ekor predator. Ukuran predator biasanya lebih besar dari ukuran mangsanya. Biasanya yang bersifat pemangsa adalah stadia aktif (larva/nimfa dan dewasa). Beberapa predator, terutama dewasanya memakan nektar atau embun madu sebagai makanan tambahan dan beberapa kepik pemangsa juga mengisap cairan tanaman, tetapi tidak menyebabkan kerusakan yang berarti.

Predator atau pemangsa sering dijumpai pada pertanaman kapas dalam jumlah banyak dan berperan penting dalam mengendalikan populasi hama. Populasi predator biasanya cukup tinggi pada pertanaman yang tidak disemprot insektisida atau pada pertanaman yang aplikasi insektisida pertama dilakukan setelah 60 hst. Selain itu, pemangsa telur *H. armigera* atau serangga-serangga hama yang lain biasanya banyak terdapat pada tanaman palawija (misalnya kacang hijau atau kedelai) yang ditumpangsarikan dengan tanaman kapas (Nurindah *et al.* 1993). Keberadaan predator ini sangat membantu dalam menekan populasi serangga hama, karena sifatnya yang aktif mencari mangsa. Oleh karena itu, tindakan pelestarian (misalnya dengan tidak menyemprotkan insektisida pada pertanaman terlalu awal) dapat meningkatkan populasi predator, sehingga pemangsa-pemangsa tersebut dapat berperan sebagai faktor mortalitas biotik yang efektif. Serangga pemangsa yang umum terdapat pada tanaman kapas disajikan pada Tabel 2.

Kumbang Coccinellid (*Coleoptera coccinellidae*)

Kumbang Coccinellid adalah pemangsa kutu daun *A. gossypii*, wereng kapas *Amrasca biguttula* (Ishida), serta telur dan larva *H. armigera*. Yang berperan aktif sebagai pe-

mangsa adalah stadia larva dan dewasanya. Larva Coccinellid biasanya lebih lahap dalam memangsa daripada dewasanya.

Kumbang Coccinellid berbentuk setengah bola dan berwarna terang dengan corak kontras (Gambar 21). Spesies yang banyak terdapat pada pertanaman kapas adalah *Menochilus sexmaculatus* (F.), *Coleophora inaequalis* (Thunberg), dan *Coccinella repanda* (Thunberg). Telur Coccinellid berbentuk gelondong, berwarna kuning jingga dan diletakkan berdiri secara berkelompok, biasanya larva Coccinellid berwarna gelap dan bercorak terang.

Kumbang Staphylinid (Coleoptera: Staphylinidae)

Kumbang Staphylinid merupakan pemangsa umum, yaitu dapat memangsa serangga-serangga berukuran kecil (misalnya aphid dan trips) atau telur Lepidoptera (misalnya telur *H. armigera*). Kumbang Staphylinid yang banyak dijumpai pada pertanaman kapas adalah *Paederus fasciatus* Curtis. Kumbang ini berwarna merah dengan sayap berwarna biru gelap, panjangnya 7–9 mm, sangat aktif dan agresif (Gambar 22). Pada kondisi laboratorium, seekor kumbang dapat mengonsumsi lebih dari 50 telur *H. armigera* dalam sehari. Selama hidupnya mampu mengonsumsi 2.000–2.500 butir telur *H. armigera* (Sujak dan Sunarto 1996).

Populasi kumbang Staphylinid tinggi pada awal musim tanaman kapas. Populasi pemangsa ini meningkat pada tanaman kapas yang ditanam secara tumpang sari dengan palawija, terutama kacang hijau. Dengan adanya populasi kumbang Staphylinid yang tinggi ini, maka perkembangan populasi serangga hama, terutama *H. armigera* dapat dibatasi. Oleh karena itu, untuk memaksimalkan peran kumbang pemangsa ini perlu dilakukan tindakan pelestarian dengan tidak melakukan penyemprotan insektisida atau meningkatkan keragaman habitat.



Gambar 21. Kumbang Coccinellid



Gambar 22. *Paederus fasciatus*

Tabel 2. Predator serangga hama kapas di Indonesia

Ordo	Famili	Spesies	Inang (Stadia)*	Referensi**	
Coleoptera	Carabidae	<i>Chlaenius flaviguttatus</i>	<i>Syllepte</i> (L)		
		Coccinellidae	<i>Brumoides suturalis</i>	<i>Aphis</i> (N,D); <i>Helicoverpa</i> (T)	2
			<i>Coccinella repanda</i>	<i>Aphis</i> (N,D); <i>Helicoverpa</i> (T)	1,2
			<i>Coleophora inaequalis</i>	<i>Aphis</i> (N,D)	1,2
			<i>Cryptolaemus montozieri</i>	<i>Aphis</i> (N,D); <i>Helicoverpa</i> (T)	1,2
			<i>Harmonia arcuata</i>	<i>Aphis</i> (N,D); <i>Helicoverpa</i> (T)	1,2
			<i>Hysia endomysina</i>	<i>Aphis</i> (N,D); <i>Helicoverpa</i> (T)	1
			<i>Menochilus sexmaculatus</i>	<i>Aphis</i> (N,D); <i>Helicoverpa</i> (T)	1,2
			<i>Scymus apiciflavus</i>	<i>Aphis</i> (N,D)	1,2
			<i>Scymus roepkei</i>	<i>Aphis</i> (N,D)	1,2
			<i>Veranea discolor</i>	<i>Aphis</i> (N,D); <i>Helicoverpa</i> (T)	1,2,3
			<i>Verania lineata</i>	<i>Aphis</i> (N,D); <i>Helicoverpa</i> (T)	1,2,3
		Nitidulidae	<i>Cybocephalus</i> sp.	<i>Earias</i> (T); <i>Helicoverpa</i> (T)	1
	Dermaptera	Staphylinidae	<i>Paederus fasciatus</i>	<i>Aphis</i> (N,D); <i>Helicoverpa</i> (T)	1,2
Carcinophoridae		<i>Euboriella annulipes</i>	<i>Helicoverpa</i> (T); <i>Spodoptera</i> (L)	1	
Forficulidae		<i>Exypnus pulchripennis</i>	<i>Helicoverpa</i> (T); <i>Spodoptera</i> (L)	1	
Diptera	Asilidae	<i>Philodicus javanus</i>	<i>Amrasca</i> (N,D)	2	
		<i>Bactria</i> sp.	<i>Amrasca</i> (N,D)		
Hemiptera	Syrphidae	<i>Ischiodon scutellaris</i>	<i>Aphis</i> (N,D)	1,2	
	Anthocoridae	<i>Orius tantilus</i>	<i>Helicoverpa</i> (T); <i>Spodoptera</i> (L), <i>Aphis</i> (N,D).	1	
		Lygaeacidae	<i>Geogoris ochropterus</i>	<i>Helicoverpa</i> (T); <i>Spodoptera</i> (L), <i>Aphis</i> (N,D).	1
			<i>Germalus sobrinus</i>	<i>Helicoverpa</i> (T); <i>Spodoptera</i> (L), <i>Aphis</i> (N,D).	1
	Miridae		<i>Campylomma deversiconis</i>	<i>Aphis</i> (N,D); <i>Helicoverpa</i> (T,L)	1
			<i>Cyrtopeltis tenuis</i>	<i>Aphis</i> (N,D); <i>Helicoverpa</i> (T,L), <i>Spodoptera</i> (L)	1
			<i>Ragmus</i> sp.	<i>Aphis</i> (N,D); <i>Helicoverpa</i> (T,L)	1
			<i>Hyalopeplus</i> sp.	<i>Aphis</i> (N,D); <i>Helicoverpa</i> (T,L)	1
			<i>Deraeocoris indianus</i>	<i>Aphis</i> (N,D); <i>Helicoverpa</i> (T,L), <i>Spodoptera</i> (L)	1
	Pentatomidae		<i>Andrallus spinides</i>	Larva Lepidoptera	
			<i>Cantheconidae javana</i>	<i>Helicoverpa</i> (L), <i>Spodoptera</i> (L)	
			<i>Eocanthecona furcellata</i>	<i>Helicoverpa</i> (L), <i>Spodoptera</i> (L)	1
			<i>Eocanthecona rufescentes</i>	<i>Helicoverpa</i> (L), <i>Spodoptera</i> (L)	1
		Phyrrhocoridae		<i>Antilochus coquebertii</i>	<i>Dysdercus</i> (N,D)
	<i>Antilochus discipher</i>		<i>Dysdercus</i> (N,D)	1	
Neuroptera	Reduviidae	<i>Rhinocoris fuscipes</i>	<i>Helicoverpa</i> (L), <i>Spodoptera</i> (L)	1,2	
	Chrysopidae	<i>Amphysiche parva</i>	<i>Ferrissia</i> (D)		
			<i>Chrysopa carnea</i>	<i>Aphis</i> (N,D); <i>Helicoverpa</i> (T,L), <i>Spodoptera</i> (L)	1
			<i>Chrysopa ramburi</i>	<i>Aphis</i> (N,D); <i>Helicoverpa</i> (T,L), <i>Spodoptera</i> (L)	1
			<i>Mallada boninensis</i>	<i>Helicoverpa</i> (T,L), <i>Spodoptera</i> (L)	1
	Hemeroibiidae	<i>Micromus pucillus</i>	<i>Aphis</i> (N,D)	1,2	
Araneida	Arachnidae	Laba-laba	Predator umum	1	

*) Stadia inang; T = telur, L = larva, P = pupa; D = dewasa; N = nimfa; L-P = larva-pupa

***)1: Nurindah dan Bindra (1988); 2: Kalshoven (1981); 3: Beingolea (1987).

Kepik Predator

Banyak serangga dari Ordo Hemiptera (bangsa kepik) yang bersifat sebagai pemangsa. Kepik predator ini memangsa dengan mengisap cairan tubuh mangsanya. Pada tanaman kapas, ada beberapa kepik predator yang umum dijumpai yaitu kepik bermata besar (Famili Lygaeidae), kepik mirid, kepik reduviid, kepik phyrrocoriid, dan kepik pentatomid.

Kepik Bermata Besar

Kepik bermata besar yang bersifat predator pada umumnya sangat mudah dikenali, karena berkepala besar dan mempunyai mata besar yang menonjol ke depan. Spesies yang biasanya terdapat pada tanaman kapas adalah *Geocoris ochropterus* Fieber (Hemiptera: Anthocoridae), berwarna hitam kebiruan dengan panjang tubuh 3–5 mm (Gambar 23). Kepik ini dapat memangsa telur dan larva kecil *H. armigera* dan *S. litura*, aphid, dan wereng kapas. Kepik predator dewasa ini kadang-kadang juga mengisap cairan tanaman, tetapi kerusakan yang ditimbulkannya tidak berarti.

Spesies lain yang juga sering ditemui pada tanaman kapas adalah *Germalus sobrinus* (Stal.) (Hemiptera: Lygidae). Kepik ini berukuran lebih besar dibanding yang pertama, berwarna coklat kemerahan dengan garis-garis putih pada punggungnya, serta warna mata merah dan menonjol. Perilaku dalam memangsa, *G. sobrinus* mirip dengan *G. ochropterus*.

Kepik Mirid

Kepik mirid biasanya terdapat pada pucuk tanaman. Ada dua jenis kepik mirid yang biasanya terdapat pada tanaman kapas, yaitu kepik mirid coklat dan kepik mirid hijau. Kepik mirid hijau adalah *Campylomma lividicornis* Reuter (Gambar 24), berwarna hijau kekuning-kuningan. Kepik ini dapat memangsa telur dan larva kecil *H. armigera* serta kutu daun. Kepik mirid coklat adalah *Deraeocoris indianus* Carvallo, berwarna coklat dan memangsa serangga-serangga kecil, seperti halnya kepik mirid hijau. Stadia nimfa *D. indianus* berwarna hijau terang, lebih aktif dalam memangsa dibanding dewasanya.

Kedua kepik mirid predator ini berperan besar dalam mengendalikan populasi *H. armigera* pada kapas. Keberadaan kepik mirid ini pada pertanaman kapas sejak tanaman berumur 20 hst dan populasinya terus meningkat, terutama pada pertanaman yang tidak mendapatkan perlakuan insektisida. Kedua kepik predator ini sangat peka terhadap insektisida. Oleh karena itu, jika pada pertanaman kapas terdapat populasi kepik mirid yang tinggi, jika terpaksa harus dilakukan aplikasi insektisida, hendaknya tidak diarahkan ke bagian atas tanaman. Dengan demikian, keberadaan serangga hama yang terdapat pada pucuk tanaman dapat dibatasi oleh predator.

Kepik Reduviid

Kepik reduviid memangsa dengan menggunakan rostrumnya yang berukuran besar. Rostrum ini dilipat di bawah kepalanya jika dalam keadaan istirahat. Kepik reduviid yang umum terdapat pada tanaman kapas adalah *Rhinocoris fuscipes* (Fabricius) (Hemiptera: reduviidae), berukuran 14–15 mm, badannya berwarna hitam dan sayapnya berwarna merah (Gambar 25). Kepik reduviid dapat memangsa ulat yang berukuran sedang hingga besar.



Gambar 23. *Geogoris ochroptera* Gambar 24. *Campylomma lividicornis* Gambar 25. *Rhinocoris fuscipes*

Kepik Pentatomid

Kepik pentatomid berukuran 10–13 mm, berbentuk seperti perisai dengan “duri” pada kedua sisi perisainya. Spesies yang sering terdapat pada tanaman kapas adalah *Eocantethecona furcellata* Wolf (Hemiptera: Pentatomidae). Kepik pentatomid pemangsa ulat yang berukuran sedang hingga besar. Kepik ini relatif tahan terhadap insektisida.

Kepik Phyrrocorid

Kepik Phyrrocorid pada tanaman kapas adalah *Antilochus* sp.) (Hemiptera: Phyrrocoridae) adalah pemangsa “bapak pucung” *Dysdercus cingulatus*. Penampilan kepik predator tidak terdapat dua bintik hitam seperti mangsanya serta tidak mempunyai garis putih pada bagian *scutellum*, toraks, dan abdomennya. Selain itu, kepik predator ini biasanya berukuran lebih besar dibanding mangsanya.

Laba-laba

Selain serangga predator, laba-laba juga merupakan pemangsa serangga hama yang cukup besar peranannya dalam menekan populasi serangga hama. Laba-laba pada pertanaman kapas banyak sekali jenisnya dan sebagian besar bersifat sebagai pemangsa umum. Berdasarkan cara menangkap mangsanya, laba-laba pada pertanaman kapas dapat digolongkan atas dua kelompok, yaitu laba-laba pembuat jaring dan laba-laba pemburu. Laba-laba pembuat jaring biasanya membuat jaring di antara tanaman kapas atau di antara ran-

ting untuk memerangkap mangsanya. Laba-laba ini tidak memilih-milih mangsa, sehingga dapat memangsa semua jenis serangga yang terperangkap di jaringnya. Laba-laba pemburu mencari mangsanya dengan memburu dan beberapa di antaranya dapat meloncat. Laba-laba jenis ini biasanya terdapat pada pucuk tanaman dan mangsanya adalah telur dan larva kecil *H. armigera* serta wereng kapas.

MUSUH ALAMI DARI KELOMPOK MIKROORGANISME

Musuh alami serangga hama dari kelompok mikroorganisme yang juga disebut patogen serangga (entomopatogen) terdiri atas empat kelompok, yaitu virus, bakteri, cendawan, dan nematoda. Pemanfaatan entomopatogen dalam program pengendalian hayati adalah digunakannya entomopatogen tersebut dalam suatu formulasi bioinsektisida. Untuk serangga hama utama kapas, pada masing-masing kelompok mempunyai satu spesies kandidat yang paling berpotensi untuk digunakan sebagai bioinsektisida.

Virus

Nuclear polyhedrosis virus (NPV) merupakan entomopatogen yang paling berpotensi untuk digunakan sebagai bioinsektisida dalam pengendalian serangga hama kapas. NPV termasuk famili Baculoviridae, genus Baculovirus subkelompok A (Ignoffo dan Couch 1981). NPV mengandung virion yang didalamnya membawa nukleokapsid yang bersifat racun terhadap serangga. Virion, secara tunggal maupun berkelompok terbungkus di dalam matriks protein yang disebut *polyhedral inclusion bodies* (PIB), yang berbentuk segi banyak dan tidak beraturan. Setiap PIB rata-rata mempunyai 27 virion (Ignoffo dan Couch 1981). Masing-masing virion dibungkus oleh semacam lapisan yang disebut *envelope*. Virion yang mengandung satu nukleokapsid disebut *singly multiply enveloped nucleocapsid* (SEN), sedangkan yang mempunyai lebih dari satu nukleokapsid disebut *multiply-enveloped nucleocapsid* (MEN). NPV dengan tipe morfologi SEN inangnya lebih spesifik dibandingkan yang bertipe MEN. Misalnya, NPV yang diisolasi dari larva *H. armigera* disebut *HaNPV*, spesifikasi inangnya tinggi terhadap *H. armigera*.

Serangan NPV pada kelompok serangga Lepidoptera terjadi pada stadia larva. Mekanisme infeksi melalui mulut dan berkembang biak di dalam saluran pencernaan. Di dalam saluran pencernaan yang bersifat alkalis, PIB terurai dan melepas virion yang langsung menyebar dan menginfeksi sel-sel peka, khususnya lapisan epitel ventrikulus dan hemosit yang berada di dalam hemokul. Selama proses infeksi, NPV memperbanyak diri di dalam tubuh inangnya, sehingga seluruh organ internal larva akan terserang, termasuk sel darah (leukosit dan limfosit), trakhea, hipodermis, dan badan lemak, sehingga akhirnya mengakibatkan inangnya mati (Deacon 1983; Ignoffo dan Couch 1981).

Gejala serangan yang ditimbulkan setelah larva terinfeksi NPV adalah gerakannya semakin lambat, aktivitas makan berkurang, dan terjadi perubahan warna (Gambar 26). Perubahan warna tersebut dimulai dari bagian integumen, mula-mula berwarna keputih-putihan, kemudian putih pucat yang disertai pembengkakan. Di samping itu, akibat serangan NPV menyebabkan larva berusaha menjauhi sumber infeksi dan biasanya ditandai kematian larva menggantung. Pada serangan lebih lanjut, semua jaringan tubuh yang terinfeksi NPV akan berubah menjadi massa cair yang banyak mengandung PIB. Kematian ulat biasanya terjadi 3–7 hari setelah infeksi.

Pengendalian *H. armigera* pada tanaman kapas dapat menekan kerusakan hingga 12,8% (Indrayani dan Ghotama 1991). Efektivitas *HaNPV* terhadap larva *H. armigera* pada kapas mulai menurun dalam dua hari setelah aplikasi. Temperatur optimum yang dapat menyebabkan infeksi, tumbuh dan berkembangnya patogen secara normal adalah 10–30°C. Meskipun demikian, temperatur 15–45°C tidak berpengaruh terhadap stabilitas NPV (Bell dan Romine 1980). Dalam penyimpanan, NPV mampu bertahan lebih dari 10 tahun apabila temperaturnya diatur dalam kisaran -5–20°C.

Formulasi NPV sebagai bioinsektisida adalah campuran partikel-partikel NPV dengan bahan-bahan yang bersifat sebagai ajuvan, pelindung terhadap sinar ultra violet, dan perekat. Dosis efektif untuk *H. armigera* adalah 6×10^{11} PIB per hektar.

Cendawan

Cendawan entomopatogen yang diketahui dapat menimbulkan infeksi terhadap *H. armigera* pada kapas adalah *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson (Gambar 27), *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, dan *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin. Ketiga cendawan ini mempunyai kisaran inang yang luas dan sifat patogenisitasnya sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan, terutama suhu dan kelembapan.



Gambar 26. *Helicoverpa armigera* nuclear polyhedrosis (*HaNPV*)
agritech.tnau.ac.in



Gambar 27. *Nomuraea rileyi* (forestryimages.org)

Cendawan *N. rileyi* termasuk subdivisi Deuterromycotina dari klas Hypomycetes. Spora atau konidia merupakan bagian yang aktif yang menginfeksi inangnya. Bentuk konidia lonjong, tegak, pendek, berwarna hijau, dan berukuran 3–5 x 2–3 µm. Konidia tertata rapi pada konidiospora yang panjangnya 160 µm dan memiliki diameter 2–5 µm (Kish *et al.* 1974). Sebagian besar cendawan Hypomycetes menyebabkan penyakit muscardine pada serangga, yang berarti menyerupai buah pir.

Hasil uji di laboratorium menunjukkan bahwa *N. rileyi* efektif menyebabkan kematian pada ulat *H. armigera* dan *S. litura* dengan persentase berturut-turut mencapai 64% dan 73%, serta dapat menginfeksi semua instar larva (Indrayani dan Gothama 1999; Indrayani *et al.* 1999)

Perkembangan cendawan *N. rileyi* dipengaruhi oleh sinar ultraviolet, temperatur, dan kelembapan. Umumnya, cendawan membutuhkan temperatur optimum untuk pertumbuhan dan perkembangan konidia adalah 20–25°C. Kelembapan tinggi (>90%) sangat diperlukan oleh konidia cendawan untuk berkecambah dan pembentukan konidia baru. Dengan kondisi lingkungan yang sesuai, menyebabkan populasi konidia meningkat dan efektivitasnya dapat dipertahankan. Secara umum, temperatur mempengaruhi interaksi patogen dan inangnya. Biasanya, temperatur tinggi akan mempercepat perkembangan penyakit, sehingga inangnya juga lebih cepat mati. Pada kebanyakan penyakit serangga yang ditularkan melalui pencernaan, dengan meningkatnya temperatur lingkungan menyebabkan aktivitas makan serangga juga semakin tinggi. Sebaliknya, pada temperatur rendah (8–9°C) biasanya aktivitas makan serangga lebih lambat atau berhenti. Sebaliknya pada temperatur rendah (8–10°C) biasanya aktivitas makan serangga lebih lambat atau berhenti. Sedangkan penyakit yang menginfeksi melalui integumen (kulit), seperti cendawan akan membutuhkan temperatur yang relatif rendah dibanding patogen yang lain, karena cendawan membutuhkan kelembapan rendah dan waktu yang cukup lama untuk menumbuhkan sporanya pada inang.

Nematoda

Nematoda entomopatogen merupakan mikroorganisme yang dapat berperan sebagai faktor mortalitas biotik yang cukup penting bagi serangga hama kapas. Pada umumnya nematoda bersifat sebagai endoparasit yaitu membunuh inangnya dengan toksin yang diproduksinya atau berasosiasi dengan bakteri yang bersifat toksik terhadap serangga. Serangan nematoda dapat mengakibatkan inang menjadi steril, fekunditas menurun, terhambatnya perkembangan, serta akhirnya menyebabkan kematian. Nematoda entomopatogen yang paling efektif dalam mengendalikan populasi serangga hama dari ordo Lepidoptera adalah *Steinernema* spp.

Steinernema spp. termasuk klas Secenentea (=Phasmidia), Ordo Rhabditida, famili Steinernematidae (Poinar 1990). Genus *Steinernema*, terdiri atas beberapa spesies, antara lain: *S. carpocapsae* (= *S. feltiae*), *S. glasseri*, *S. bibionis*, dan *S. kraussei* (Woodring dan Ka-

ya 1988). Asosiasi nematoda *Steinernema* spp. dengan inangnya sangat dibantu oleh bakteri *Xenorhabdus* spp. yang hidup di dalam tubuh nematoda. *Steinernema* spp. Mempunyai siklus hidup yang sederhana yaitu telur, juvenil (larva), dan dewasa. Satu siklus hidup selama 7–14 hari (Poinar 1990). Strain yang ditemukan di Indonesia memiliki potensi efektif terhadap *H. armigera*, *S. litura*, *Achaea janata*, *P. gossypiella*, dan *S. derogata*.

Bakteri

Bakteri entomopatogen yang mendapatkan perhatian untuk dikembangkan sebagai agensia hayati adalah *Bacillus thuringiensis* atau *Bt*. Sifat patogenitas *Bt* adalah jika terjadi infeksi pada alat pencernaan serangga inangnya. Sifat “racun” *Bt* tercepat pada kristal protein yang dikandungnya. *Bt* mempunyai kisaran inang yang lebih luas dan relatif lebih tahan terhadap faktor-faktor lingkungan (misalnya: sinar ultra violet). Selang waktu yang diperlukan untuk menyebabkan kematian 4–7 hari sejak terjadi infeksi. Dengan demikian, *Bt* dapat dikatakan lebih efektif daripada NPV, karena dapat membunuh inangnya lebih cepat, sehingga kerusakan yang ditimbulkan oleh serangga hama tersebut masih sedikit. *Bt* sudah banyak diproduksi secara komersial.

PENUTUP

Jumlah serangga yang berasosiasi dengan tanaman kapas cukup banyak, tetapi yang menjadi serangga hama utama hanya tiga spesies serangga yaitu *A. biguttula*, *H. armigera*, dan *P. gossypiella*. Serangga yang lain merupakan serangga fitofag yang berstatus sebagai serangga potensial dan serangga musuh alami yang berguna dalam budi daya kapas. Musuh alami yang lain dari kelompok mikroorganisme adalah virus, cendawan, nematoda, dan bakteri. Dengan memahami serangga hama kapas dan musuh alaminya, maka diharapkan strategi pengendalian hama dalam budi daya kapas dapat dilakukan dengan tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Beingolea, O.D. 1987. Consultant report on biological control of cotton pest. Project on Development of Integrated Cotton Pest Control Programe in Indonesia. 34 p.
- Bell, M.R. & C.L. Romine. 1980. Tobacco budworm field-evaluation of microbial control in cotton using *Bt* and NPV with feeding adjuvan. *J. Econ. Entomol.* 73:427–430.
- Deacon, J.W. 1983. Microbial control of plant, pest, and diseases. VanRostrand Reinhold (VK) Co. Ltd. Berkshire, England. 88 p.
- Franssen C.J.H. & H.R.A. Muller. 1937. Plagen en ziekten van het katoengewas op Java. *Meded. Inst. Plantenz., Buitenzorg* 90. 42 p.

- Ignoffo, C.M. & T.L. Couch. 1981. The nucleopolyhedrosis virus of *Heliothis* spp. as a microbial insecticide. In H.P. Burges (ed.). *Microbial Control of Pest and Plant Diseases 1970–1980*. Academic Press, London and New York. p. 329–362.
- Indrayani, IG.A.A. & A.A.A. Gothama. 1991. Efisiensi pengendalian *Helicoverpa armigera* (Hubner) dengan nuclear polyhedrosis virus dan insektisida pada kapas. *Pemberitaan Penelitian Tanaman Industri XVII* (2):37–42.
- Indrayani, IG.A.A. & A.A.A. Gothama. 1999. Pengaruh konsentrasi konidia *N. rileyi* (Farlow). Samson terhadap mortalitas larva *Helicoverpa armigera* (Hubner). Makalah dipresentasikan pada Seminar Peranan Entomologi dalam Pengendalian Hama Ramah Lingkungan dan Ekonomis. Bogor, 16 Februari 1999. 8 hlm.
- Indrayani, IG.A.A., A.A.A. Gothama & Soebandrijo. 1999. Kepekaan larva *Spodoptera litura* (F.) terhadap cendawan entomopatogen *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson. Makalah dipresentasikan pada Seminar Nasional Pengendalian Hayati PSPHBUGM. Yogyakarta, 11 Juli 1999. 7 hlm.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. Pests of crops in Indonesia (Edisi terjemahan dan revisi). P.A. van der Laan. PT Ichtar Baru-van Hoeve. Jakarta. 701 hlm.
- Kish, L.P., R.A. Samson & G.E. Allen. 1974. The genus *Nomuraea rileyi* Moulenc. *J. Invertebr. Pathol.* 24: 154–158.
- Metcalf, R.L. 1982. Insecticides in pest management. *Dalam* R.L. Metcalf & W.H. Luckman (eds.) *Introduction to Insect Pest Management*. 2nd edition. John Wiley & Sons, New York. p. 217–314.
- Nurindah. 2003. Status *Helicoverpa armigera* (Hubner) dan peran musuh alaminya pada ekosistem kapas di Indonesia. *Perspektif* 2(1):11–19.
- Nurindah & O.S. Bindra. 1988. Studies on biological control of cotton pest. *Industrial Crops Research Journal* 1(1):43–59.
- Nurindah & D.A. Sunarto. 2008. Konservasi musuh alami serangga hama sebagai kunci keberhasilan PHT kapas. *Perspektif* 1(1):01–11.
- Nurindah, D.A. Sunarto & Sujak. 1994. Survai parasitoid *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) di beberapa daerah pengembangan kapas di Indonesia. *Buletin Tembakau dan Serat* No. 03/06:39–42.
- Nurindah, D.A. Sunarto & Sujak. 2001. Peran dan potensi musuh alami dalam pengendalian *Helicoverpa armigera* (Hubner) pada kapas. *Jurnal Liri* 7(2):60–66.
- Nurindah, Soebandrijo & D.A. Sunarto. 1991. Pengendalian *Helicoverpa armigera* (Hubner) dengan parasitoid telur *Trichogrammatoidea armigera* N. pada kapas. *Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat* 6(2): 86–93.
- Nurindah, Subiyakto & Soebandrijo. 1993. Pengaruh tumpang sari kapas dengan palawija terhadap populasi predator serangga hama kapas. *Prosiding Diskusi Panel Budi Daya Kapas + Kedelai*. Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat, Malang. Seri Pengembangan 7:55–60.
- Nurindah, Subiyakto, D.A. Sunarto & Sujak. 2002. Keragaman dan peran arthropoda musuh alami sebagai pengendali penggerek buah pada ekosistem kapas tumpang sari palawija. *Laporan Hasil Penelitian TA 2001*. Bagian Proyek Penelitian PHT Perkebunan (IPMSECP–ADB)-2 Malang. 30 hlm.
- Nurindah, D.A. Sunarto, IG.A.A. Indrayani, M. Rizal, Sri-Hadiyani, Subiyakto & Sujak. 2000. Optimalisasi pemanfaatan musuh alami dalam pengendalian hama utama kapas. *Laporan Hasil Penelitian TA 1999/2000*. Bagian Proyek Penelitian PHT (IPMSECP–ADB)-2 Malang. 13 hlm.
- Poinar, G.O., Jr. 1990. Biology and taxonomy of Steinernematidae and Heterorhabditidae. In B. Gaugler & H.K. Kaya (eds.) *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*. CRC Boca Raton, Florida. p. 230–262.

- Reynolds, H.T., P.L. Adkisson, R.F. Smith & R.S. Frisbie. 1982. Cotton insect pest management. *Dalam* R.L. Metcalf & W.H. Luckman (eds.), *Introduction to Insect Pest Management*. 2nd edition. John Wiley & Sons, New York. p. 375–411.
- Rizal, M. 1995. Biologi dan perkembangan populasi *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae) pada tujuh varietas dan galur kapas. Disertasi PPS-IPB, Bogor. 165 hlm.
- Soebandrijo, Sri-Hadiyani, S.A. Wahyuni, Z. Kanro, B. Sulistiono & Ergiwanto. 1999. Penerapan paket teknologi PHT kapas di lahan petani. Laporan Hasil Penelitian TA 1998/99, Bagian Proyek Penelitian PHT Perkebunan (IPMSECP) ADB-2, Malang. 22 hlm.
- Sri-Hadiyani, IG.A.A. Indrayani, S.A. Wahyuni, D.A. Sunarto, Suprpto & Hariyanto. 1999. Efisiensi pemanfaatan NPV dan *Trichogramma* untuk pengendalian ulat buah kapas *Helicoverpa armigera* HBN. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri* 5(2):74–79.
- Sujak & D.A. Sunarto. 1996. Biologi dan potensi *Paederus fasciatus* Curt. (Staphylinidae: Coleoptera) pemangsa telur *Helicoverpa armigera* Hubner. Prosiding Seminar Nasional Pengendalian Hayati. UGM, Yogyakarta. hlm. 419–427.
- Sujak & D.A. Sunarto. 2001. Biologi *Telenomus Dodd*. (Hymenoptera: Scelionidae) parasitoid telur *Spodoptera litura* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae). Prosiding Simposium Pengendalian Hayati Serangga. Puslitbangtan, Bogor. hlm. 70–73.
- Untung, K. 1996. Pengantar Pengendalian Hama Terpadu. Gajah Mada University Press, Yogyakarta. 273 hlm.
- Woordring, J.L. & H.K. Kaya. 1988. Steinernematid and Heterorhabditid nematodes. A. *Handbook of Techniques*, Fayetteville, Arkansas.