

# MUSUH ALAMI, HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN LADA



Proyek Pengendalian Hama Terpadu Perkebunan Rakyat  
Direktorat Perlindungan Perkebunan, Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan  
Departemen Pertanian  
Jakarta, 2002

# MUSUH ALAMI, HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN LADA

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Diberikan secara cuma-cuma kepada petani



Proyek Pengendalian Hama Terpadu Perkebunan Rakyat  
Direktorat Perlindungan Perkebunan, Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan  
Departemen Pertanian  
Jakarta, 2002



# KATA PENGANTAR

Salah satu tantangan yang dihadapi umat manusia dewasa ini adalah “sustainability” = “berkelanjutan”, yaitu keinginan untuk menggunakan sumber daya alami tanpa menghabiskannya atau merusak lingkungannya. Tantangan ini menjadi besar karena dengan kekuatan bahan kimia dan tenaga mesin adalah mudah bagi manusia untuk merusak lingkungan dan menghabiskan sumber daya alam.

Karena itu, sangat penting bagi setiap orang yang terlibat dalam penggunaan lingkungan alami untuk memiliki pemahaman yang sama dan pengertian yang cukup mendalam mengenai dampak lingkungan dari kelakuannya. Dalam hubungan ini, pelaksanaan Proyek Pengendalian Hama Terpadu Perkebunan Rakyat merupakan upaya menyatukan persepsi petani perkebunan mengenai dampak ekologis pestisida kimia dan manfaat musuh alami, termasuk yang telah dikembangkan menjadi agens hayati.

Dalam kehidupan di alam, setiap organisme pengganggu tumbuhan (OPT) mempunyai musuh alami. Biasanya perkembangan populasi OPT dikendalikan secara alami oleh musuh alaminya. Sejak tahun delapan puluhan, kehadiran musuh alami kembali dimanfaatkan dalam pengendalian OPT melalui pendekatan agro-ekosistem. Untuk kepentingan ini baik petani maupun penyuluh dan pengamat hama perlu mengenal semua jenis serangga yang ada di dalam kebun baik hama maupun musuh alaminya.

Buku ini dimaksudkan untuk meningkatkan pemahaman petani dan pembaca lainnya mengenai agro-ekosistem lada menuju terlaksananya 4 prinsip dasar PHT: (a) budidaya tanaman sehat, (b) melestarikan musuh alami, (c) pengamatan sekali per minggu, dan (d) petani menjadi ahli PHT. Buku ini belum sempurna, sekalipun begitu isinya telah diperiksa dan diperbaiki oleh beberapa ahli penyakit, hama dan musuh alaminya pada lada. Walaupun demikian masukan dari semua pihak demi peningkatan kualitas buku ini akan sangat kami hargai. Selain penyajian berdasarkan Ordo dan Famili serangga, buku ini juga menjelaskan perilaku sebagai satu unsur informasi yang penting sekali.

Tak lupa kami mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang terkait dalam penyusunan buku ini. Kami berharap pemakai buku ini dapat meningkatkan pengetahuan mengenai agro-ekosistem lada, sehingga dapat melaksanakan kegiatan pengendalian OPT lada dengan lebih efisien, efektif, dan aman serta berkelanjutan.

Jakarta, 2002

Direktur Perlindungan Perkebunan

The image shows a circular official stamp of the Directorate of Plant Protection (Direktorat Perlindungan Perkebunan) under the Ministry of Agriculture (KEMENTERIAN PERTANIAN). The stamp contains the text 'G. OEPK. MEN. G.' and 'Direktorat Perlindungan Perkebunan'. A handwritten signature in black ink is written over the stamp.

**H. Simanjuntak, BSc., SH., MSI**

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	3
<b>PENDAHULUAN</b> .....	7
<b>DAUR HIDUP SERANGGA</b>	8-9
Metamorfosa sempurna (4 bentuk).....	8
Metamorfosa tidak sempurna (3 bentuk).....	9
<b>LABA-LABA</b> .....	10
<b>BAGIAN TANAMAN YANG DISERANG HAMA DAN PENYAKIT</b> .....	11
<b>HAMA PENTING LADA</b>	12-17
Kepik pengisap buah lada ( <i>Dasynus piperis</i> ).....	12
Musuh alami kepik pengisap buah lada.....	13
Penggerek cabang lada ( <i>Lophobaris piperis</i> ).....	14
Musuh alami penggerek batang lada.....	15
Kepik pengisap bunga lada ( <i>Diconocoris hewetti</i> ).....	16
Musuh alami kepik pengisap bunga lada.....	17
<b>HAMA KURANG PENTING</b>	18
Rayap.....	18
<b>PENYAKIT PENTING LADA</b>	19-21
Busuk pangkal batang.....	19
Penyakit keriting daun.....	20
Penyakit kuning lada.....	21

# DAFTAR ISI

<b>MUSUH ALAMI</b>	22-49
<b>Pemangsa/predator</b>	23-41
Pemangsa/predator.....	23
Laba-laba lompat.....	24
Laba-laba serigala dan laba-laba tutul.....	25
Laba-laba kepiting raksasa.....	26
Laba-laba bermata tajam.....	27
Laba-laba pembuat jaring.....	28
Belalang sembah.....	29
Lalat buas/pemburu .....	30
Lalat apung .....	31
Lalat jala .....	32
Capung besar dan capung jarum.....	33
Kumbang kubah/helm.....	34
Kumbang semut.....	35
Kumbang harimau.....	36
Kepik leher.....	37
Tawon kertas.....	38
Semut.....	39
Cecopet.....	40
Ular dan bunglon.....	41
<b>Parasitoid</b>	42-46
Parasitoid.....	42
Tawon bracon.....	43
Tawon <i>Spathius piperis</i> .....	44
Tawon ichneumon.....	45
Lalat tachinid.....	46
<b>Patogen</b>	47-49
Patogen.....	47
Jamur <i>Beauveria bassiana</i> .....	48
Jamur <i>Trichoderma</i> .....	49
<b>TANAMAN PENUTUP TANAH.....</b>	<b>50</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>51</b>
<b>TIM PENULIS.....</b>	<b>52</b>



# PENDAHULUAN

**Sebagian besar** jenis serangga dan **semua** jenis laba-laba di kebun lada bermanfaat. Mengapa, karena dapat membunuh dan memakan hama, juga ada fungsi lain yang berguna, misalnya mengurai daun yang jatuh sehingga menjadi unsur hara. Karena itu, semua serangga/laba-laba yang berguna untuk manusia sebaiknya dilestarikan. Cara paling baik untuk melestarikannya adalah: **jangan menggunakan pestisida (racun kimia) bila belum diperlukan dan mengusahakan lingkungan hidupnya yang paling cocok (konservasi)**.

Buku ini adalah buku petunjuk untuk **petani** mengenai musuh alami, hama dan penyakit yang biasanya dapat ditemukan di kebun lada di Indonesia.

Petani lada sebaiknya mengetahui ciri-ciri dan tanda-tanda musuh alami, serta dapat mengenalinya di kebun ladanya sendiri.

Petani sebaiknya juga melakukan pengamatan sederhana di kebun lada setiap minggu untuk mengamati musuh alami, hama, penyakit dan gulma. Petani dapat memutuskan bagaimana sebaiknya melestarikan serangga bermanfaat dan laba-laba, serta melindungi tanamannya.

Pengamatan mingguan di kebun lada merupakan kegiatan yang sangat penting. Bila petani mengamati kebunnya secara teliti setiap minggu, dia akhirnya dapat menjadi ahli atau manajer kebun yang trampil. Dengan keahlian ini, dia dapat memutuskan tindakan apa yang paling baik untuk mengelola kebun ladanya secara optimal dan sedini mungkin.

# DAUR HIDUP SERANGGA

Selama hidupnya, serangga berubah bentuk beberapa kali. Perubahan ini disebut **metamorfosa**. Ada dua macam metamorfosa, yakni metamorfosa sempurna dan tidak sempurna.

## Metamorfosa sempurna (4 bentuk)

Beberapa jenis serangga mengalami metamorfosa sempurna. Metamorfosa ini mempunyai empat bentuk: mulai dari **telur**, menjadi **larva** (= ulat = tempayak = lundi), kemudian **kepompong**, baru **dewasa**.

Contohnya adalah ngengat (kupu-kupu kecil): **telur** menetas menjadi **ulat**. Ulat berganti kulit beberapa kali, kemudian membuat **kepompong**. Setelah beberapa waktu, ngengat **dewasa** keluar dari kepompong. Hanya dewasa yang dapat terbang dan kawin.

Contoh lain adalah kumbang kubah (lihat gambar di sebelah kanan).

Serangga yang mengalami metamorfosa sempurna mungkin tergolong hama (seperti ulat kipat) atau mungkin tergolong musuh alami (seperti semut rangrang).

<p><b>Metamorfosa sempurna</b> telur ▷ larva ▷ kepompong ▷ dewasa</p>
---

**Kumbang kubah adalah serangga yang mengalami metamorfosa sempurna**



D.A. IRONSIDE/CRDC & CTPM

Telur kumbang kubah



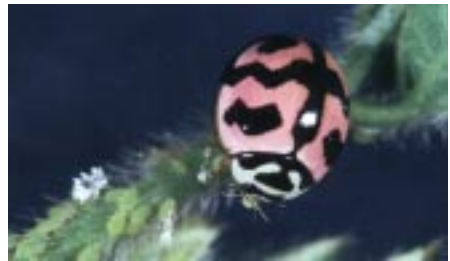
SHEPARD ET AL

Larva (remaja) kumbang kubah



SHEPARD ET AL

Kepompong kumbang kubah



SHEPARD ET AL

Dewasa kumbang kubah memakan kutu

# Metamorfosa tidak sempurna (3 bentuk)

Jika serangga tertentu tidak mengalami metamorfosa sempurna, berarti dia mengalami metamorfosa tidak sempurna. Metamorfosa tidak sempurna mempunyai tiga bentuk: mulai dari **telur**, menjadi **nimfa**, kemudian **dewasa**. Dengan demikian metamorfosa tidak sempurna, tidak terdapat bentuk kepompong.

Contohnya adalah kepik dan capung. **Telur** menetas menjadi **nimfa**, kemudian melepaskan kulitnya beberapa kali bila sedang mengalami proses perkembangan. Pada saat melepas kulit terakhir, nimfa berubah menjadi serangga **dewasa**.

**Metamorfosa tidak sempurna**  
telur > nimfa > dewasa

## Nama-nama ilmiah

Belum semua serangga dan laba-laba yang dijumpai di kebun lada mempunyai nama dalam bahasa Indonesia atau bahasa daerah. Tetapi barangkali punya nama ilmiah. Misalnya “kepik mata besar” nama ilmiahnya adalah *Geocoris*. Nama bahasa Inggrisnya adalah BIG-EYED BUG. Dalam buku ini, nama ilmiah untuk genus dan spesies ditulis dengan *huruf miring*, dan nama bahasa Inggris ditulis dengan HURUF CETAK/HURUF BALOK.

**Kepik mata besar adalah serangga yang mengalami metamorfosa tidak sempurna (tidak ada kepompong)**



UNIV CALIFORNIA

Telur kepik mata besar menjelang menetas



UNIV OF CALIFORNIA

Nimfa kepik mata besar



UNIV OF CALIFORNIA

Dewasa kepik mata besar

# LABA-LABA

Laba-laba tidak termasuk golongan serangga. Semua serangga mempunyai 6 kaki (3 pasang kaki), tetapi laba-laba berkaki 8 (4 pasang kaki).

Laba-laba adalah sahabat petani karena memakan serangga hama. Bila terdapat banyak laba-laba di kebun anda, hama terkendali lebih mudah.

Laba-laba tidak mengalami metamorfosa. Setelah **telur** menetas, keluarlah **laba-laba kecil**, dan berganti kulit beberapa kali. Laba-laba kecil bentuknya sama dengan **laba-laba dewasa**.

**Tidak bermetamorfosa**  
telur ▷ laba-laba

Ada jenis laba-laba yang membuat jaring untuk menangkap mangsanya. Ada juga yang berburu di tanah atau di tanaman.

Laba-laba betina biasanya jauh lebih besar daripada laba-laba jantan. Karenanya, sulit dipercayai bahwa betina dan jantan adalah jenis yang sama.

Laba-laba jantan harus mendekati betina dengan hati-hati karena berbahaya. Mungkin si betina sedang lapar. Kadang-kadang jantan tidak jadi kawin, tetapi dimakan oleh si betina. Sering pula terjadi bahwa si betina memakan jantan setelah selesai kawin.



MANGAN

Laba-laba kepiting menyerang mangsanya



MANGAN

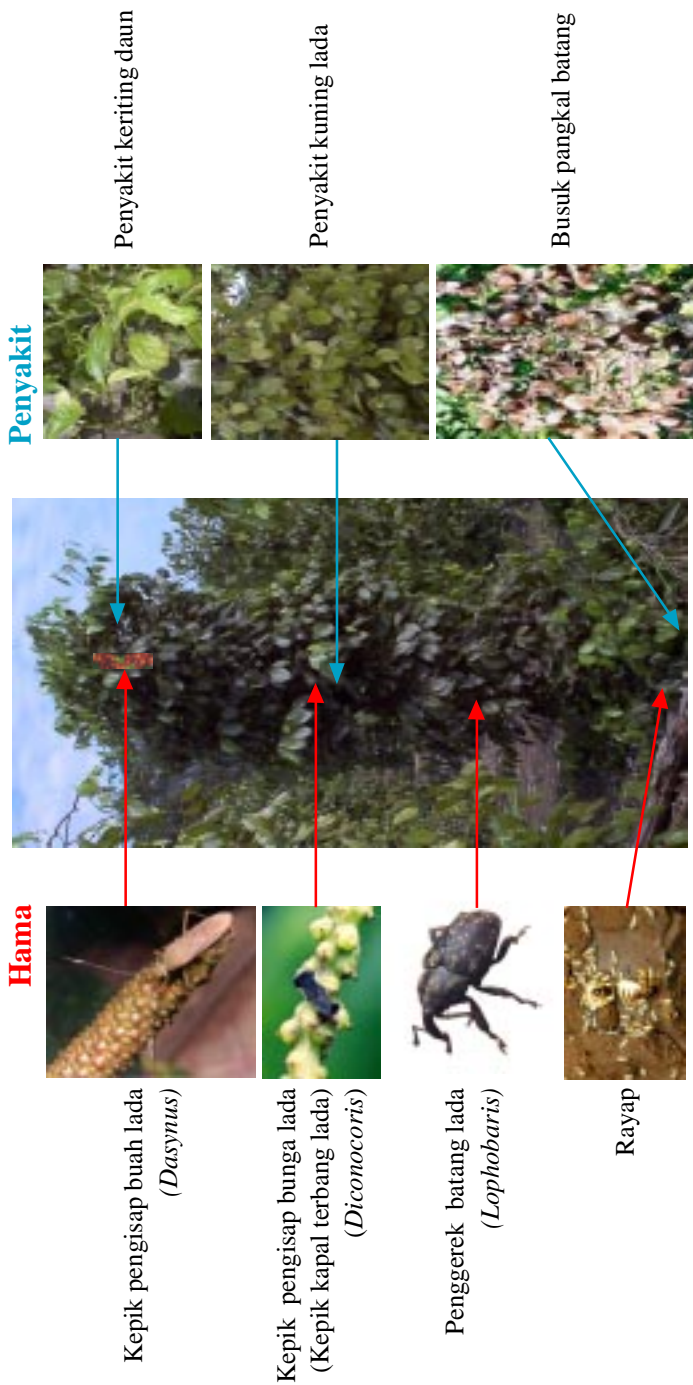
Anak laba-laba



MANGAN

Laba-laba lompat

# Bagian tanaman yang diserang hama dan penyakit



# HAMA PENTING LADA

## Kepik pengisap buah lada

*Dasynus piperis*, Famili Miridae, Ordo Hemiptera

### PEPPER BERRY BUG

Kepik pengisap buah lada merupakan hama penting, terutama menyerang buah lada umur antara 4-5 bulan (masak susu). Kepik ini mengisap buah lada sehingga menjadi kosong, kering, dan menghitam.

Serangan yang berat pada tunas dapat menyebabkan buah layu dan tunas mati. Hama ini biasanya dikendalikan secara alami oleh banyak musuh alami. Delapan puluh persen diparasitasi oleh *Anastatus dasyni*. Nimfanya dibunuh oleh laba-laba lompat dan predator lain. Kepik dewasa yang terbang ditangkap oleh lalat buas. Kepik ini juga dikendalikan oleh musuh alami lain termasuk tiga macam tawon parasitoid yang membunuh telur kepik.

Pengendalian nimfa dan dewasa dengan penyemprotan cendawan *Beauveria* sp. dan *Spicaria* sp. dapat dilakukan.

### Daur hidup

Daur hidup seluruhnya dari telur sampai dewasa berkisar antara 6-14 minggu. **Telur** diletakkan pada permukaan daun dan tandan lada dalam kelompok terdiri dari 3-11 telur. Ada *Anastatus dasyni*, *Ooencyrtus malayensis* dan satu jenis tawon parasitoid lagi yang dapat membunuh hingga 90% dari semua telur yang diletakkan oleh *Dasynus*. **Dewasa** mampu bertelur maksimum 200 butir. Kepik lada biasanya makan pada pagi sampai sore hari. Pada siang hari mereka menyembunyikan diri di dalam mahkota pohon lada.



MANGAN

Kelompok telur kepik pengisap buah lada



NEERING

Kepik pengisap buah lada dewasa

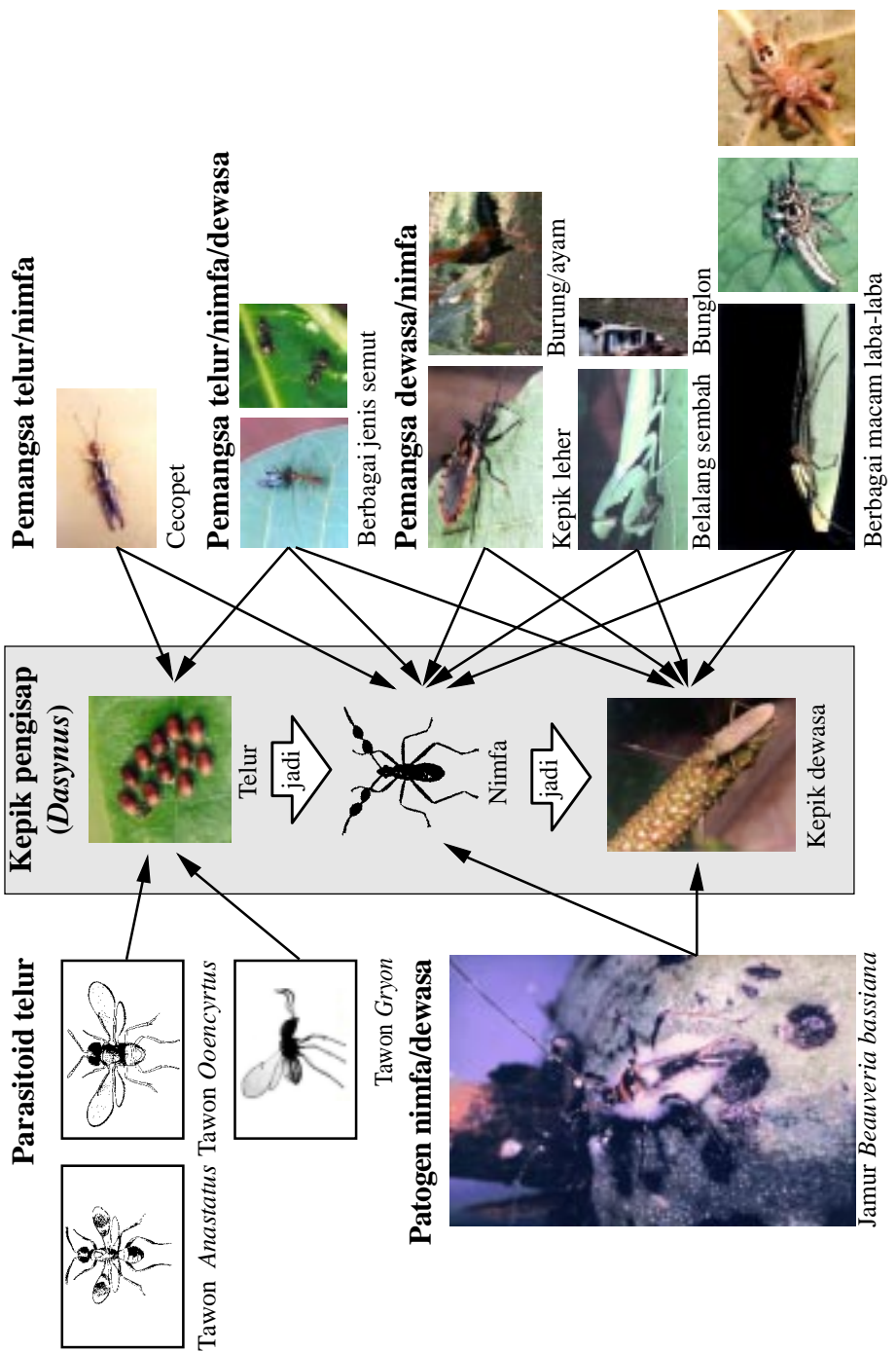
**Metamorfosa tidak sempurna**  
telur > nimfa > dewasa

ukuran sebenarnya



0 1 2 3 4 5 cm  
penggaris senti

# Musuh alami kepik pengisap buah lada (*Dasyus piperis*)



# Penggerek cabang lada

*Lophobaris piperis*, Famili Curculionidae, Ordo Coleoptera

## SMALL PEPPER WEEVIL

Larva kumbang moncong ini membuat lubang bulat dekat pangkal percabangan muda dan kemudian masuk dan menggerek ke dalamnya. Larva kumbang moncong makan bagian tengah cabang, sehingga mengakibatkan tidak produktif. Gejala awal *Lophobaris* adalah perubahan warna. Cabang akan berubah menjadi kuning, coklat, kemudian hitam. Cabang lada biasanya akan mati. Lubang gerekan dapat juga ditempati oleh serangga-serangga kecil lainnya. Dapat menjadi tempat masuknya penyakit tanaman.

Pengendalian dengan memotong cabang terserang, dimasukkan dalam karung dan dibawa keluar kebun kemudian dibakar.

## Daur hidup

**Telur** *Lophobaris* diletakkan satu per satu di lubang kecil pada ruas cabang muda. Setelah telur menetas, **larva** *Lophobaris* membuat sebuah lubang masuk cabang itu, hingga cabang jadi lemah, pertumbuhan cabang terhenti, layu, kering dan mati. Larva kemudian menjadi **pupa** di dalam lubang. Kumbang **dewasa** keluar dari cabang untuk kawin dan berkembang biak. Daur hidup dari telur sampai dewasa antara 45-60 hari.

Larva *Lophobaris* dapat diparasitasi oleh tawon kecil, *Spathius*. Tawon betina *Spathius* masuk ke dalam cabang pohon dan meletakkan sebuah telur pada larva *Lophobaris*. Larva *Spathius* tersebut mengisap dan membunuh larva *Lophobaris*.



MANGAN

Penggerek cabang dalam batang lada



MANGAN

Penggerek cabang lada yang sudah di parasit (lihat panah)



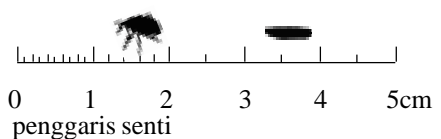
MANGAN

Penggerek cabang lada kumbang moncong dewasa

### Metamorfosa sempurna

telur > larva > kepompong > kumbang

ukuran sebenarnya



# Musuh alami penggerak batang lada

## Parasitoid larva

Tawon  
*Eupelmus curculionis*

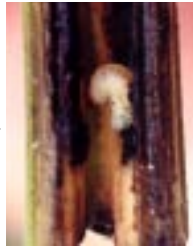


Tawon *Spathius piperis*

## Penggerak batang lada

Telur

jadi



Larva

jadi

Kepompong

jadi



Kumbang dewasa

## Patogen dewasa/kepompong/larva



Jamur *Beauveria bassiana*

## Pemangsa dewasa



Berbagai macam laba-laba

# Kepik pengisap bunga lada (kepik kapal terbang lada)

*Diconocoris hewetti*, Famili Tingidae, Ordo Hemiptera

## LACE BUG OF PEPPER BLOSSOM

*Diconocoris* hanya mengisap bunga dan buah lada muda. Kepik ini menusuk bunga dan mengisap cairannya. Hama ini menyerang lada selama masa berbunga. Jika tanaman lada berbunga terus menerus di suatu daerah, memungkinkan kepik kapal terbang dapat berkembang biak dalam jumlah besar sampai kepik ini menjadi hama lada yang berat.

Pengendalian dengan menanam varietas lada berbunga semusim, penyemprotan dengan *Beauveria bassiana*, *Spicaria* sp. sebanyak 2 kali setiap bulan pada musim bunga.

### Daur hidup

Daur hidup seluruhnya dari telur hingga dewasa, kira-kira 30 hari. **Telur** membutuhkan waktu sedikitnya 10 hari sampai menetas. Telur-telur diletakkan pada tangkai bunga lada. **Nimfa** mengalami 5 kali ganti kulit sebelum menjadi kepik dewasa. **Nimfa** memiliki banyak duri keluar dari badannya. Setelah menetas, nimfa langsung mulai mengisap bunga-bunga lada, akibatnya bunga lada menjadi hitam dan gugur atau tandan buah lada muda banyak yang ompong.

Kepik **dewasa** melanjutkan mengisap bunga-bunga lada sampai Daur hidupnya selesai. Kepik dewasa berwarna kehitam-hitaman, dan memiliki “pundak-pundak” menonjol keluar yang sangat tinggi. Musuh alami kepik ini antara lain laba-laba lompat dan jaring, serta lalat bus dan capung.



MANGAN

Kepik bunga lada nimfa



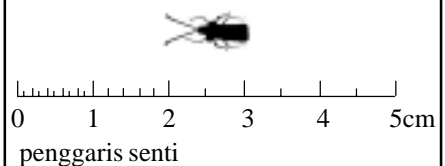
MANGAN

Kepik bunga lada dewasa

### Metamorfosa tidak sempurna

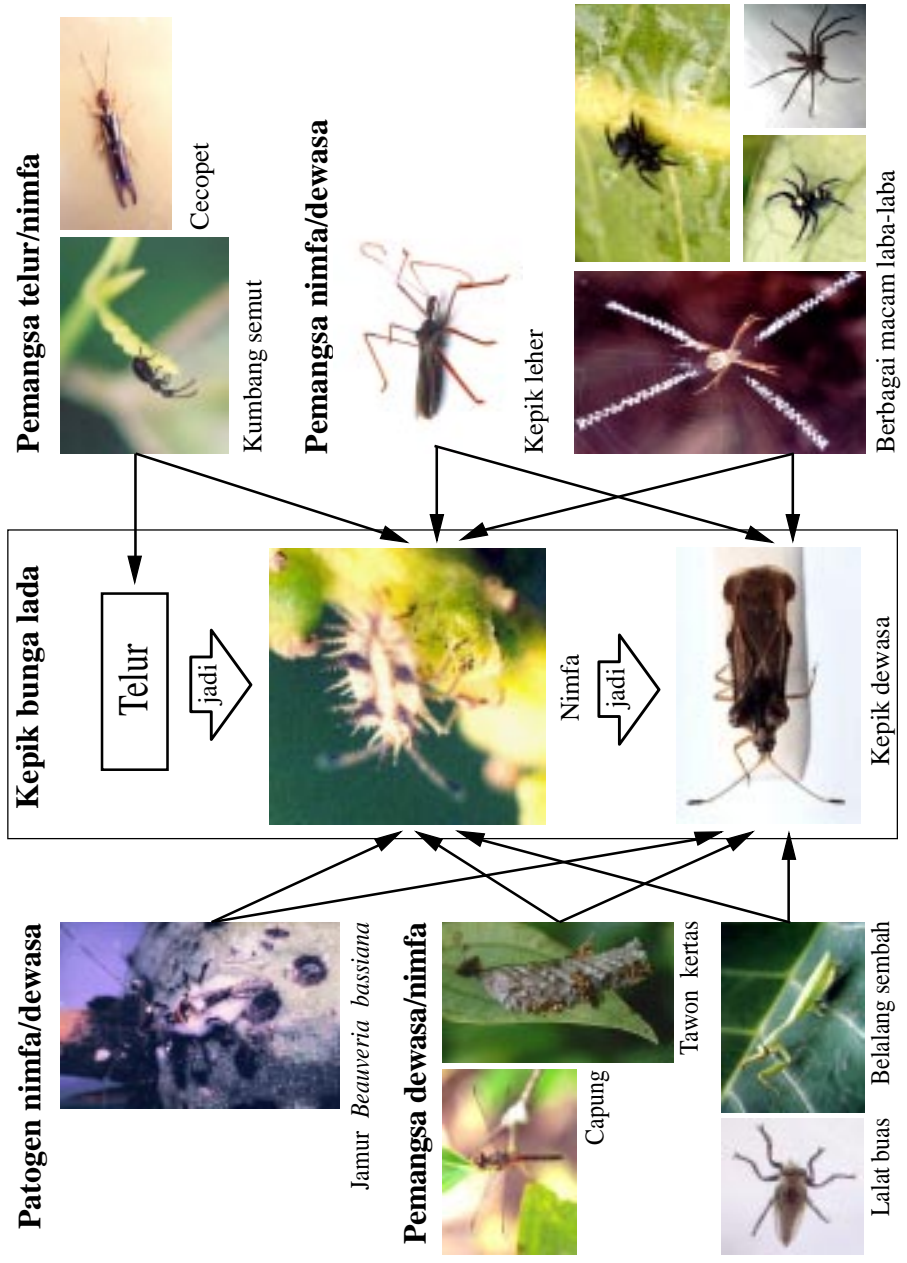
telur > nimfa > dewasa

ukuran sebenarnya



penggaris senti

# Musuh alami kepik pengisap bunga lada (kecik kapal terbang lada)



# HAMA KURANG PENTING

## Rayap

Ordo Isoptera

TERMITES

Rayap menyerang tanaman lada baik penyangga atau tiang yang menyokong lada. Rayap adalah serangga sosial yang dapat membentuk sebuah masyarakat dengan jumlah yang mencapai ratusan ribu. Masyarakat rayap terdiri beberapa lapisan sosial. Yang terendah adalah lapisan pekerja yang mencari makanan, memperbaiki dinding tanah, dan menolong ratu untuk memelihara generasi baru. Rayap prajurit badannya lebih besar, tugasnya mempertahankan sarang terhadap serangan semut atau musuh lain. Untuk pertahanan, ada prajurit yang mempunyai ujung semprotan untuk menyemprotkan cairan asam atau lengket kepada musuhnya. Ratu masyarakat adalah satu-satunya betina yang subur. Dia tinggal sama raja dalam ruangan khusus di dalam sarang rayap. Ratu jauh lebih besar dibandingkan masyarakatnya dan terus menerus memproduksi telur. Biasanya hanya ada satu pasang ratu dan raja per masyarakat.

### Daur hidup

**Telur** diproduksi ratu dan dilindungi pekerja. Setelah menetas, telur menjadi **nimfa**. Kebanyakan nimfa menjadi rayap **dewasa** pekerja. Sebagian kecil dari nimfa akan menjadi dewasa yang memiliki empat sayap dan keluar sebagai laron yang terbang ke tempat lain. Setelah laron betina dan jantan kawin, sayap mereka lepas sendiri, mendiami lokasi baru dan betina mulai bertelur sebagai ratu bagi masyarakat rayap yang baru.



MANGAN

Rayap menyerang tiang panjat dan menutupi cabang lada

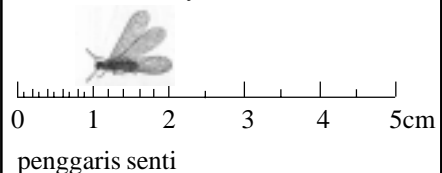


LUTHER

Dua ratu rayap dengan pekerja-pekerjanya

**Metamorfosa kurang sempurna**  
telur > nimfa > dewasa

ukuran sebenarnya



# PENYAKIT PENTING LADA

## Busuk pangkal batang

*Phytophthora capsici*, Family Pythiaceae, Ordo Pythiales

### STEM AND ROOT ROT

Penyakit ini disebabkan oleh jamur *P. capsici* yang dapat menyerang dan mematikan semua bagian tanaman lada.

Serangan pada akar atau pangkal batang menyebabkan kelayuan daun mulai dari pucuk lalu ke bawah hingga tanaman mati. Akar dan batang tanaman lada yang terserang berwarna hitam. Daun yang terserang terlihat bercak di bagian tepi daun atau bentuk bulat kehitaman di bagian tengah daun.

Penyebaran penyakit sangat cepat pada lingkungan yang lembab, hingga tanaman dapat mati dalam waktu dua minggu setelah muncul layunya daun. Spora disebar oleh angin dan air, ternak, peralatan lapangan hingga penyakit ini dapat menyebar dengan cepat.

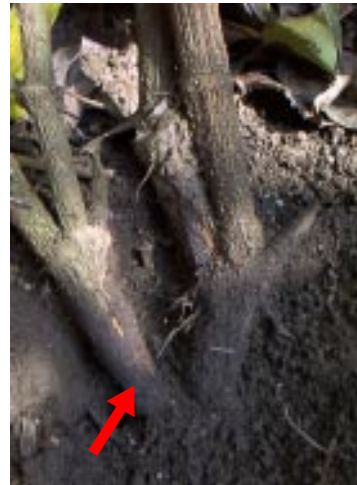
Pengendalian penyakit ini dilakukan dengan membuat parit isolasi pada tanaman terserang ukuran lebar 30 cm dan kedalaman 40 cm. Membuat saluran drainase di dalam dan di luar kebun. Mengumpulkan dan membakar tanaman dan daun yang terserang. Membiarkan tanah terbuka kena sinar matahari; disulam setelah 1-2 tahun kemudian.

Untuk pencegahannya sulur tanaman lada dekat permukaan tanah di pangkas sampai ketinggian + 30 cm diatas permukaan tanah. Melakukan pemangkasan tajam hidup secara teratur. Menanam tanaman penutup tanah *Arachis pintoi* disekitar pohon lada. Melakukan pemupukan dengan pupuk organik untuk meningkatkan jamur antagonis seperti *Trichoderma* sp.



PONTIUS

Gejala penyakit busuk pangkal batang lada



MANGAN

Tanda panah menunjukkan warna hitam diakar karena penyakit busuk pangkal lada

# Penyakit keriting daun (PKD)

## LEAF CURL VIRUS

Penyakit ini disebabkan oleh *virus* yang yang dapat ditularkan oleh serangga *Aphis* sp, *Planococcus* sp, *Pseudococcus* sp, dan melalui alat gunting pangkas.

Gejala tanaman terserang, daun-daun berwarna hijau kekuningan, belang-belang kemudian pinggir daun menggulung kedalam atau keriting sehingga bentuk daunnya memanjang dan mengecil. Daun-daunnya terlihat jarang, tangkai buah pendek, buahnya kecil dan sedikit. Pada gejala lanjut pertumbuhan tanaman terhambat atau kerdil dan tidak berbuah.

Penyebaran penyakit lebih cepat pada musim kemarau karena serangan serangga yang membawa PKD ini lebih aktif, sehingga penyebarannya lebih cepat dibandingkan musim hujan.

Penyebaran penyakit ini juga terjadi melalui gunting pangkas yang digunakan pada tanaman sakit. Apabila di dalam kebun ditemukan hanya satu pohon yang menunjukkan gejala penyakit ini, harus langsung dicabut dan dikubur dalam lubang yang cukup dalam. Jangan dibiarkan berserakan di dalam kebun. Jangan menggunakan tanaman lada di areal terserang sebagai stek untuk bahan tanaman baru yang akan ditanam. Gunting/alat pangkas harus dipanaskan dengan korek api sebelum dipakai lagi ke tanaman berikutnya.



MANGAN

Gejala penyakit keriting daun



MANGAN

Gejala penyakit keriting daun



MANGAN

Gejala penyakit keriting daun

# Penyakit kuning lada

*Radopholus similis*, *Meloidogyne incognita*

## YELLOWING DISEASE

Penyebabnya adalah nematoda (cacing kecil) seperti *R. similis* dan *M. incognita*, serta jamur *Fusarium* dalam tanah yang biasanya mengandung pasir tinggi.

Nematoda menyerang akar lada dengan menusuk dan menghisap cairan sehingga terjadi pelukaan akar. Luka tersebut dimasuki jamur dan menyebabkan matinya jaringan pembuluh akar sehingga peredaran air dan unsur hara terganggu.

Gejala tanaman terserang, terhambatnya pertumbuhan tanaman terutama pada musim hujan. Warna daun dan sulur jadi kuning pucat, tetapi tidak layu dan tampak kaku. Kemudian daun menjadi kuning, lalu gugur hingga pohon gundul.

Penyebarannya secara aktif (pergerakan nematoda) dan pasif (tanah, drainase, alat pertanian). Penyebarannya tampak mengelompok di areal pertanaman lada yang sudah terserang.

Pengendaliannya sebagai berikut:

- parit isolasi
- pembakaran tanaman sakit
- penanaman *Tagetes patula*
- pengaturan drainase kebun
- menghindari pelukaan
- penanaman *Arachis pintoii* atau pemberian *mulsa*
- pencucian semua alat dengan sabun sebelum dipakai untuk tanaman lada lainnya



MANGAN

Tanaman lada sakit karena penyakit kuning



MANGAN

Penyakit kuning pada tanaman lada



MANGAN

Gejala penyakit kuning lada

# MUSUH ALAMI

Musuh alami terdiri dari pemangsa/predator, parasitoid dan patogen.

**Pemangsa** adalah binatang (serangga, laba-laba dan binatang lain) yang memakan binatang lain yang menyebabkan kematian sekaligus. Kadang-kadang disebut “predator”. Predator berguna karena memakan hama tanaman. Semua laba-laba dan capung merupakan contoh pemangsa.

**Parasitoid** adalah serangga yang hidup di dalam atau pada tubuh serangga lain, dan membunuhnya secara pelan-pelan. Parasitoid berguna karena membunuh serangga hama, sedangkan bedanya dengan parasit adalah kalau parasit tidak membunuh inangnya, hanya melemahkan. Ada beberapa jenis tawon (tabuhan) kecil sebagai parasitoid serangga hama di kebun lada.

**Patogen** adalah penyakit yang menyerang binatang atau makhluk lain. Patogen berguna karena mematikan banyak jenis serangga hama atau penyakit tanaman lada. Ada beberapa jenis patogen, antara lain jamur, bakteri dan virus.

Musuh alami sebaiknya dilestarikan karena mereka merupakan teman petani. Semua jenis musuh alami membantu petani mengendalikan hama dan penyakit. Karena itu, musuh alami jangan dibunuh atau dimusnahkan.

Langkah pertama dalam hal melestarikan musuh alami adalah: jangan menggunakan pestisida kimia! Langkah kedua: menjaga berbagai jenis tanaman, terutama tanaman berbunga, di kebun atau sekitar kebun. Jika terdapat bermacam-macam tanaman di kebun, biasanya jumlah musuh alami yang berada di kebun juga lebih banyak. (Baca juga bagian mengenai bunga di halaman ‘Parasitoid’). Langkah ketiga: mengusahakan lingkungan yang sesuai untuk kehidupan musuh alami tersebut (konservasi).

Dengan membantu musuh alami, berarti petani membantu diri sendiri.



M. SHEPARD/CRDC & CTPM

Kepik ini adalah **pemangsa** atau **predator** ulat



UNIV. OF CALIFORNIA

Lalat **parasitoid** ini mendekati ulat untuk meletakkan telurnya



SHEPARD ET AL. (1999)

**Patogen** *Beauveria bassiana* mematikan serangga

# Pemangsa / Predator

Pemangsa (juga disebut predator) menangkap dan memakan serangga hama (dan binatang lain). Pemangsa menyebabkan kematian mangsanya sekaligus. Dalam hidupnya satu ekor pemangsa dapat memakan banyak mangsanya.

**Laba-laba** adalah contoh pemangsa yang dikenal secara umum. Ada jenis laba-laba pembuat **jaring**. Laba-laba tersebut menunggu di jaringnya sampai serangga yang terbang atau jatuh terperangkap. Laba-laba mendekati serangga itu dengan cepat, menggigit dan langsung memakannya. Kadang-kadang menyimpannya untuk dimakan kemudian.

Beberapa jenis laba-laba lainnya tidak membuat jaring, tetapi berpindah-pindah dalam kebun untuk **memburu** mangsa. Contohnya adalah laba-laba lompat.

Hal yang sama juga dilakukan oleh banyak jenis **serangga pemangsa**. Serangga tersebut berburu, membunuh dan memakan serangga lain. Contohnya adalah tawon kertas.

Selain itu, ada juga yang disebut serangga **pemangsa telur** yang mencari dan memakan telur hama seperti telur kepik pengisap lada. Contohnya adalah cecopet.

Serangga lain yang merupakan pemangsa termasuk belalang sembah, kumbang harimau, kumbang semut, kumbang kubah, capung, semut dan beberapa macam kepik dan lalat.

# Laba-laba lompat

Famili Salticidae, Ordo Araneae

## JUMPING SPIDERS

Laba-laba lompat aktif sepanjang hari. Laba-laba ini dapat menerkam mangsanya dengan cepat, bahkan dapat menangkap lalat yang terbang cepat.

Laba-laba ini tidak membuat jaring, tetapi meronda di tanaman mencari mangsa. Laba-laba lompat bermata delapan. Dua mata besar menghadap ke depan, tetapi mata lainnya kecil.

Laba-laba lompat bergerak cepat. Ia sering melompat jauh, dan mengeluarkan benang sarang sebagai tali pengaman supaya tidak jatuh ke tanah.

Laba-laba dapat menangkap mangsa yang lebih besar darinya dan merupakan **pemangsa penting bagi kepik seperti *Dasynus* dan hama lain**. Laba-laba menusukkan racun yang melumpuhkan mangsa, kemudian mengisap cairannya.

## Daur hidup

Laba-laba jantan menggoyangkan kaki depan untuk menarik betina. Setelah kawin, betina membuat kantung dari sutera dan meletakkan telur di dalamnya. Ia menjaga kantung itu sampai anak laba-laba keluar dan dapat pergi sendiri. Laba-laba tidak mengalami metamorfosa (tidak ada laba-laba yang bermetamorfosa).



MANGAN

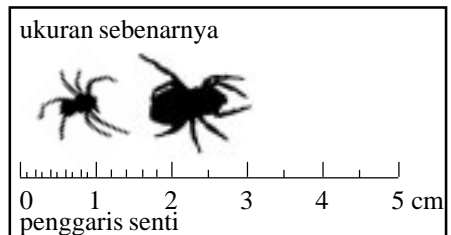
Macam-macam laba-laba lompat di kebun lada



MANGAN

Laba-laba lompat di atas daun lada

**Tidak bermetamorfosa**  
telur  $\triangleright$  laba-laba



# Laba-laba serigala dan laba-laba tutul

Famili Lycosidae, Ordo Araneae

## WOLF SPIDERS AND LEOPARD SPIDERS

Laba-laba serigala dan laba-laba tutul umumnya aktif pada malam hari. Laba-laba serigala dan tutul bermata tajam, matanya 8, tetapi ada dua lebih besar. Laba-laba ini tidak membuat jaring, tapi berburu mangsa, sehingga disebut laba-laba pemburu. Mangsanya dikejar. Setelah menangkap mangsa, laba-laba menyuntikkan racun yang dapat melumpuhkan korban, kemudian mengisap cairan.

Laba-laba serigala dan tutul berjalan di atas tanah mencari serangga, mereka juga berburu mangsa di cabang dan dedaunan pohon lada. **Laba-laba ini antara lain makan kepik, termasuk nimfa *Dasynus* dan *Diconocoris*.** Ngengat dan ulat juga dimakan.

### Daur hidup

Laba-laba jantan menggoyangkan alat mulutnya yaitu *pedipalp* (yang seperti kaki) untuk merayu betina. Setelah perkawinan, laba-laba betina menenun sarung **telur** yang dilekatkan di bagian belakang tubuhnya. Kantong ini dibawa ke mana-mana, juga saat berburu.

**Anak laba-laba** yang menetas naik ke punggung induknya yang jumlahnya sampai 100 ekor dengan tetap dibawa di punggungnya. Proses penyebaran anak laba-laba sebagai berikut: Pada waktu anak laba-laba cukup besar, secara bersamaan mereka turun dari induk, mengangkat bagian belakang badannya, menenun sutera, dan kemudian terbawa angin ke tempat lain.



Laba-laba serigala

MANGAN



Laba-laba serigala menjaga sarung telurnya

MANGAN

**Tidak bermetamorfosa**  
telur  $\triangleright$  laba-laba

ukuran sebenarnya



0 1 2 3 4 5 cm

penggaris senti

# Laba-laba keping raksasa

Famili Heteropodidae, Ordo Araneae

## GIANT CRAB SPIDERS

Laba-laba keping raksasa keluar berburu sepanjang malam. Mereka memiliki taring kuat, dapat berlari sangat cepat, bahkan dapat menangkap kecoa dan serangga-serangga lainnya yang bergerak cepat.

Sewaktu istirahat, mereka bersembunyi di bawah kulit pohon atau di beberapa celah pohon.

### Daur hidup

Setelah kawin, betina meletakkan **telur**-telurnya di dalam sebuah kantung telur berbentuk piring. Kantong telur itu dibawa dengan dua “tangan” di sisi mulutnya.

Induk menjaga kantung telur tersebut sampai laba-laba muda keluar. Laba-laba muda berganti kulit beberapa kali sebelum menjadi **dewasa**.



MANGAN

Laba-laba keping raksasa makan kepik



MANGAN

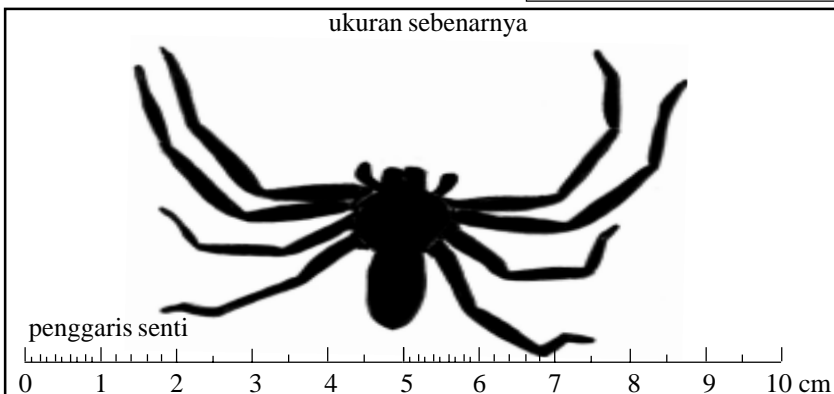
Betina sedang menjaga sarung telur



MANGAN

Muka dan taring laba-laba keping raksasa

**Tidak bermetamorfosa**  
telur > laba-laba



# Laba-laba bermata tajam

Famili Oxyopidae, Ordo Araneae

## LYNX SPIDERS

Laba-laba ini tergolong laba-laba pemburu. Aktif sepanjang hari. Tidak membuat sarang, tapi menerkam mangsanya. Kadang-kadang menunggu mangsa lewat, baru diterkamnya, atau berpatroli di tanaman-tanaman untuk mencari mangsa.

Laba-laba ini bermata enam, terletak pada segienam di atas kepala. Dua menatap ke depan, dua ke samping, dan dua ke atas. Kakinya berduri panjang.

Sutera digunakan untuk menenun tali pengaman, sehingga bila jatuh dari daun, tali itu menghindarinya jatuh sampai ke tanah.

Laba-laba ini dapat menangkap mangsa yang jauh lebih besar daripada dirinya sendiri. Bahkan dapat menangkap **ngengat, ulat dan kepik seperti *Dasynus* atau *Diconocoris*** dan memegangnya sambil menghisap cairannya. Laba-laba ini adalah pemburu yang sangat efektif.

### Daur hidup

Laba-laba betina menjaga sarung telurnya setelah kawin. Tapi umurnya pendek. Mati sebelum telurnya menetas. Setelah menetas, anak-anak harus dapat berburu sendiri, tanpa bantuan induknya.



MANGAN

Laba-laba bermata tajam menjaga telurnya



MANGAN

Laba-laba bermata tajam siap menyerang

**Tidak bermetamorfosa**

telur ▷ laba-laba

ukuran sebenarnya



0 1 2 3 4 5 cm  
penggaris senti

# Laba-laba pembuat jaring

Famili Araneidae, Tetragnathidae, dll; Ordo Araneae

## ORB WEB SPINNING SPIDERS

Banyak jenis laba-laba pembuat jaring. Mata dan kaki laba-laba ini lemah, tidak mampu menangkap mangsa tanpa bantuan jaringnya.

Laba-laba jaring bulat ini menunggu dengan sabar. Ada yang tinggal di tengah jaring, ada juga yang bersembunyi di daun terlipat. Laba-laba lari ke mangsanya hanya bila ada getaran serangga yang terperangkap. Dia terus menggigit dan melumpuhkannya. Kadang-kadang langsung mengisap cairan, atau membungkus korban dengan sutera untuk dimakan kemudian waktu.

Ada jenis besar yang membuat jaring cukup untuk menangkap burung kecil dan lebarnya dapat lebih dari 10 meter. Ada juga yang kecil dengan jaring selebar setengah meter. Ada jenis yang menggunakan jaring yang sama selama beberapa minggu, menunggu di tengah-tengah jaringnya sepanjang hari. Jenis lain membuat jaring baru setiap malam. Pagi-pagi ia memakan jaring, kemudian bersembunyi sepanjang hari.

### Daur hidup

Jantan sering lebih kecil dari betina, dan bentuknya berbeda. Beberapa jantan menunggu di sudut jaring, mendekati betina dengan hati-hati agar tidak dimakan. Setelah kawin, betina membuat sarung berisi ratusan telur. Betina mati sebelum anaknya lahir. Anak-anak menenun payung sutera dan dibawa angin ke tempat baru.



MANGAN

Laba-laba jaring emas

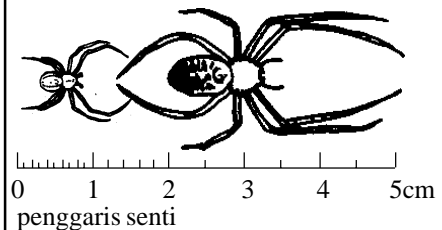


MANGAN

Laba-laba jaring bulat berpola menyilang

**Tidak bermetamorfosa**  
telur  $\triangleright$  laba-laba

ukuran sebenarnya



# Belalang sembah

Ordo Mantodea

PRAYING MANTIS

Belalang sembah mudah dikenal karena kaki depan dibentuk khusus untuk menangkap dan memegang mangsa. Kepalanya bisa bergerak dengan bebas, sehingga serangga ini satu-satunya yang mampu menoleh ke belakang.

Belalang sembah memakan banyak jenis serangga, termasuk **hama-hama lada seperti pengisap buah lada (*Dasynus piperis*)**. Belalang sembah biasanya menunggu sampai mangsa cukup dekat, dan dia menangkap mangsa dengan gerakan cepat menggunakan kedua kaki depannya yang dilengkapi duri kecil untuk menusuk mangsanya.

## Daur hidup

**Telur** diletakkan pada kulit pohon dalam semacam “bungkus” yang khusus. Bungkus dikeluarkan dari ekor betina dalam bentuk campuran telur dan cairan khusus yang kemudian menjadi kering dan keras. Telur dilindungi dalam telur itu hingga menetas. Masing-masing bungkus dapat berisi 200 telur.

**Nimfa** keluar dari bungkus telur secara berurutan dari lubang yang sama. Nimfa kelihatan seperti dewasa kecuali ukurannya lebih kecil dan sayap belum sempurna. Nimfa berganti kulit beberapa kali.

**Dewasa** sambil kawin, biasanya betina makan jantan mulai dengan kepalanya. Kemudian, betina mengeluarkan “bungkus” telur.



MANGAN

Nimfa belalang sembah



MANGAN

Belalang sembah dewasa berjalan di pohon lada

**Metamorfosa tidak sempurna**  
telur > nimfa > dewasa

ukuran sebenarnya



0 1 2 3 4 5 cm  
penggaris senti

# Lalat buas/pemburu

Famili Asilidae, Ordo Diptera

## ROBBER FLIES

Lalat buas adalah **pemangsa hama** yang efektif. Lalat ini memakan **banyak jenis serangga**, dan dapat menangkap mangsa yang lebih besar dari dirinya. Sebagian jenis lalat buas memangsa serangga yang terbang, dan sebagian memangsa serangga yang hinggap di tanaman atau di permukaan tanah. Dia dapat menangkap kepik pengisap buah lada yang sedang terbang.

Jika kita amati perilaku lalat buas, dapat dilihat bahwa setiap individu mempunyai daerah yang dia jaga. Dia memburu mangsa dalam daerah tersebut, dan setelah dia terbang sering kembali ke tempat yang sama yang berada di cabang pohon lada. Luas kawasan penjagaannya lebih kurang 10m x 10m.

Muka lalat buas berjenggot, sering dengan banyak bulu di antara mata dan disekitar mulut. Kakinya panjang dan kuat.

## Daur hidup

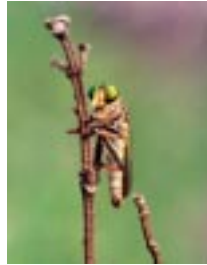
Lalat betina bertelur di tanah, kayu busuk, kotoran binatang atau di tempat lain yang serupa. **Telur** menetas, dan **larva** lalat memakan larva serangga lain atau makan daun/ kayu/ bahan lain yang busuk.

Larva berubah menjadi pupa dalam **kepompong**. Akhirnya **dewasa** keluar dari kepompong untuk kawin dan mencari mangsa.



MANGAN

Lalat buas yang besar



Lalat buas yang sedang menunggu mangsa terbang lewat

MANGAN



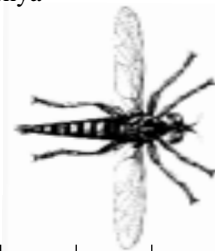
MANGAN

Lalat buas menyerang kecoa di kebun lada

### Metamorfosa sempurna

telur > larva > kepompong > lalat

ukuran sebenarnya



0 1 2 3 4 5cm  
penggaris senti

# Lalat apung (lalat bunga)

Famili Syrphidae, Ordo Diptera

HOVER FLIES OR FLOWER FLIES

Larva lalat bunga adalah **pemangsa kutu daun dan serangga lain** yang efektif. Lalat melayang-layang tanpa bergerak, seperti tergantung di udara. Bentuknya seperti tawon kurus dan kecil. Belang-belangnya adalah sebagai penyamaran untuk melindungi diri.

Kalau mau menemukan kutu daun, dapat dengan melihat lalat bunga yang melayang. Kutu daun tidak tersebar di seluruh kebun, tetapi biasanya pada beberapa pohon saja.

## Daur hidup

Lalat dewasa meletakkan **telur** (mungkin berwarna jingga) di sebelah bawah daun di antara kutu daun.

Seekor **larva** dapat memakan lebih dari 70 kutu daun setiap hari. Kutu daun dimakan satu per satu, diangkat dan diisap sampai kering. Kutu daun bodoh, tidak memperhatikan raksasa di antaranya. Warna larva bisa krem dengan tanda coklat keunguan, bisa hijau.

**Kepompong** mirip larva, tetapi keras, licin dan tersambung pada tanaman.

Lalat **dewasa** sering mengunjungi bunga-bunga untuk makan serbuk bunga dan sari madu. Berarti, kita membantu teman petani ini dengan melestarikan tanaman berbunga di kebun. Selain bermanfaat sebagai musuh alami, lalat bunga juga membantu dalam penyerbukan bunga.



SHEPARD ET AL

Larva lalat apung (kuning) memakan kutu daun



MANGAN



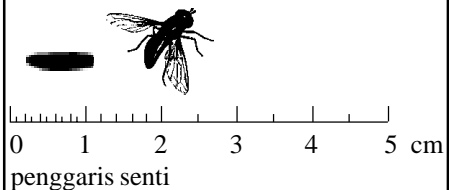
MANGAN

Lalat apung dewasa

### Metamorfosa sempurna

telur > larva > kepompong > lalat

ukuran sebenarnya



# Lalat jala (sayap jala)

Famili Chrysopidae, Ordo Neuroptera

## GREEN LACEWINGS

Lalat jala memburu serangga lain untuk dimakan. Lalat jala bermanfaat di kebun lada karena **memakan hama-hama yang kecil**. Di beberapa negara, lalat jala dikembangbiakkan dan dilepas untuk mengendalikan hama.

### Daur hidup

**Telur** lalat jala sering diletakkan pada bagian atas daun. Bentuknya aneh, seperti gumpalan hijau kecil pada ujung tangkai tipis tegak. Setelah menetas, keluar larva berwarna putih.

**Larva** bentuknya berbeda dari dewasa. Bersembunyi di sekelompok hama dengan menutup badannya dengan mayat hama yang dimakannya. Tidak dapat terbang, tapi merayap dari satu sumber makanan ke sumber lain. Nafsu makannya besar dan memakan secara rakus.

**Kepompong** biasanya diikat pada permukaan bawah daun.

Lalat jala **dewasa** bukan penerbang yang cepat atau kuat, terbangnya lambat dan berkedip-kedip. Panjang badannya sekitar 1 cm.



MANGAN

Telur lalat jala (di ujung tangkai tipis)



NSW AGRICULTURE/CRDC & CTPM

Larva lalat jala

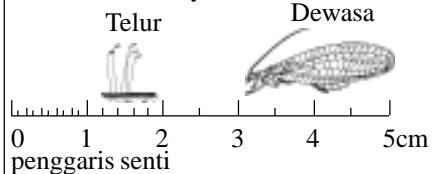


UNIV. OF CALIFORNIA

Lalat jala dewasa

**Metamorfosa sempurna**  
telur > larva > kepompong > dewasa

Ukuran sebenarnya



# Capung besar dan capung jarum

Ordo Odonata

## DRAGONFLIES AND DAMSELFLIES

Capung besar dan capung jarum terbang cepat sehingga dapat menangkap serangga lain yang sedang terbang. Panjang bisa antara 2 sampai 13,5 cm.

Beberapa jenis capung memakan mangsanya sambil terbang. Jenis lain hinggap untuk makan. Capung dapat menangkap dan memakan **kutu, nyamuk dan kepek (misalnya, *Dasynus*)** di udara. Capung besar mampu menangkap **kupu-kupu** yang agak besar di udara.

### Daur hidup

Capung besar dan capung jarum melewati masa remajanya dalam air seperti sawah, kolam atau sungai. Capung betina meletakkan **telur** di dalam air.

**Nimfa** berjalan di dasar air atau merayap di antara tanaman bawah air, menangkap dan memakan binatang kecil. Serangga kecil, ikan kecil, jentik nyamuk dan kecebong juga dimakan.

Kalau sudah besar, nimfa merayap ke luar air (biasanya pada buluh) dan melepaskan kulitnya menjadi **dewasa**. Memompa cairan ke dalam urat sayap untuk membuka sayapnya.

Kadang-kadang terlihat dua capung yang ekornya bersambungan. Capung itu sedang kawin untuk menghasilkan generasi baru serangga yang indah.



MANGAN

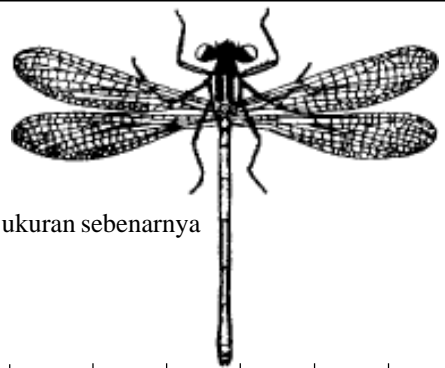
Capung sedang hinggap di pohon lada



MANGAN

Capung dari Sulawesi

**Metamorfosa tidak sempurna**  
telur > nimfa > dewasa



ukuran sebenarnya

0 1 2 3 4 5cm  
penggaris senti

# Kumbang kubah (kumbang helm/ koksi)

Famili Coccinellidae, Ordo Coleoptera

## LADYBIRD BEETLES

Kumbang ini berukuran kecil: hanya 7-8 mm. Tetapi kumbang ini rakus makan **beberapa jenis kutu**.

Bila tidak diusir oleh semut, kumbang kubah bisa dijumpai pada tempat di mana kutu-kutu berkumpul pada pohon lada. Kalau menemukan kutu-kutu, kumbang kubah tetap di sana dan mulai makan. Setelah matahari terbit, kumbang dewasa mencari makanan.

Kumbang kubah dipergunakan sebagai musuh alami. Pemilik rumah kaca sudah memakai kumbang kubah untuk **mengendalikan kutu daun dan kutu kebul** pada tanamannya.

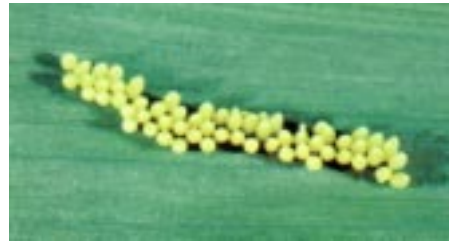
## Daur hidup

Kumbang kubah biasanya meletakkan **telur** pada bagian tanaman di mana ada kutu-kutu. Kelompok sekitar 50 butir telur atau lebih diletakkan tidak beraturan, pada daun atau ranting.

**Larva** setiap jenis kumbang kubah berwarna berbeda, tapi mirip dengan dewasa. Kumbang hitam berbintik merah mempunyai larva abu-abu tua dengan tanda merah. Larva rakus, dengan memakan ratusan kutu-kutu setiap hari.

**Kepompong** menyerupai kumbang dewasa yang terletak pada tanaman.

**Kumbang dewasa** mudah diketahui: bulat dan mengkilat seperti helm kecil.



D.A IRONSIDE/CRDC & CTPM

Telur



SHEPARD ET AL/CRDC & CTPM

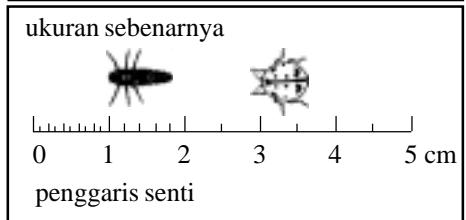
Larva memakan kutu daun



MANGAN

Dewasa

**Metamorfosa sempurna**  
telur > larva > kepompong > kumbang



# Kumbang semut

Famili Anthicidae, Ordo Coleoptera

## ANTHICID BEETLES

Di kebun lada terdapat kumbang kecil kelihatannya seperti semut hitam, namanya kumbang semut. Kumbang ini kecil sekali, panjang dewasanya hanya tiga mili saja. Warnanya hitam berkilat. Kepalanya kebulat-bulatan, antena panjang, dan lehernya menyempit.

Gerak-geriknya cepat sekali, seperti semut yang lari bolak balik dengan cepat diatas permukaan daun, diatas dan di bawah ranting dan cabang. Gerak-gerak ini merupakan gerak-gerak predator sedang mencari mangsanya.

### Daur hidup

Jarang diketahui Daur hidup kumbang semut ini. **Telur** mungkin ditaruh dalam bekas tanaman yang sudah busuk. **Larva** mungkin juga makan bekas tanaman busuk itu. **Pupa** tidak diketahui berada dimana. **Dewasa** dapat terlihat dari atas permukaan daun lada dan mungkin sedang makan telur *Dasynus* dan *Diconocoris* serta serangga lain. Panjang Daur kehidupan kumbang ini belum diketahui.



MANGAN

Kumbang semut di sulur lada



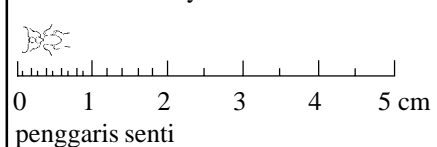
MANGAN

Kumbang dewasa dipermukaan daun lada

### Metamorfosa sempurna

telur > larva > kepompong > kumbang

ukuran sebenarnya



# Kumbang harimau

Famili Cicindelidae, Ordo Coleoptera

## TIGER BEETLES

Gerak-gerak kumbang harimau aktif sekali dan cepat. Ia dapat lari secepat kecoa. Ia dapat terbang meninggalkan permukaan tanah dengan cepat sekali. Ia mempunyai hiasan dan warna cemerlang, seperti coklat atau biru dan hijau mengkilat, sehingga cantik dan bagus.

Kumbang harimau merupakan predator kuat. Baik larva maupun dewasa menangkap mangsanya dengan taring besarnya, kemudian memakannya. Ia aktif siang hari dengan melihat gerak-gerak mangsanya dengan mata yang besar dan indah, kemudian menangkapnya.

### Daur hidup

**Telur** diletakkan di seresah daun dan tanaman. Setelah menetas, **larvanya** membuat lubang di tanah. Kepala larva berbentuk rata sehingga larva dapat menyembunyikan diri di dalam lubang tanah dengan meratakan kepalanya dengan permukaan tanah disekitarnya. Serangga mangsa yang lewat tidak bisa melihatnya. Larva kumbang keluar menangkap mangsa dengan cepat. Bila mangsa mencoba mundur, larva dapat menggunakan kaitnya yang ada di belakang badannya, jadi dia tidak bisa ditarik keluar dari lubangnya sehingga mangsanya tidak dapat melepaskan diri. Larva menjadi **kepompong**, kemudian dewasa keluar dari kepompong. **Dewasa** dapat lari dan terbang dengan cepat.



MANGAN

Kumbang harimau sedang kawin di atas seresah daun lada



*Tempat Kait Kecil*



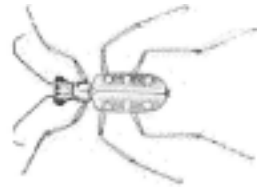
KALSHOVEN

Larva kumbang harimau yang tinggal dibawah permukaan tanah

### Metamorfosa sempurna

telur > larva > kepompong > kumbang

ukuran sebenarnya



0 1 2 3 4 5 cm

penggaris senti

# Kepik leher

Famili Reduviidae, Ordo Hemiptera

## ASSASSIN BUGS

Kepik leher adalah pemangsa yang mengesankan. Banyak jenis kepik ini berukuran besar, dengan panjang 2 cm atau lebih, tetapi ada juga yang lebih kecil. Bila kepik menemukan mangsa, ia membuka mulutnya seperti pembuluh yang tajam, dan menusukkannya ke dalam serangga yang ditangkap untuk dihisap cairan dalamnya.

**Kepik leher merupakan pemangsa hama**, antara lain nimfa *Dasynus* dan *Diconocoris*, sering disebut sebagai kepik pesawat terbang. Kepik leher merupakan pemburu yang sangat efektif. Sebagian jenis kepik ini aktif pada siang hari dan sebagian malam hari.

### Daur hidup

Beberapa jenis kepik leher meletakkan kumpulan **telur** pada permukaan tanaman. Jenis lain meletakkan telur secara terpisah.

**Nimfa** kepik leher bentuknya mirip dengan dewasa, tetapi lebih kecil dan tidak mempunyai sayap sempurna, jadi tidak dapat terbang. Debu dan kotoran menempel pada badan beberapa jenis kepik, sehingga menjadi tersamar.

Banyak jenis kepik leher **dewasa** berwarna coklat atau hitam, tetapi ada juga yang berwarna terang. Ada yang berbentuk aneh, mirip daun kering.



SHEPARD ET AL.

Kepik leher dewasa



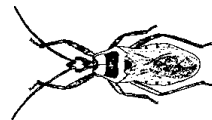
MANGAN

Kepik leher dewasa

### Metamorfosa tidak sempurna

telur > nimfa > dewasa

ukuran sebenarnya



0 1 2 3 4 5 cm  
penggaris senti

# Tawon kertas

Famili Vespidae, Ordo Hymenoptera

PAPER WASPS, YELLOW JACKETS, HORNETS, MASON WASPS

Tawon ini sudah dikenal umum. Panjangnya sekitar 1 cm sampai 4 cm. Tawon ini membuat sarang dari kertas atau tanah untuk memelihara anaknya. Sengatannya menyakitkan.

**Tawon ini efektif untuk memburu banyak jenis ulat.** Ia mampu menangkap ulat besar. **Macam-macam serangga lain juga dimakan oleh tawon ini.** Selain serangga, dia juga makan sari madu dari bunga.

## Daur hidup

Beberapa jenis tawon hidup sendirian. Menggali lubang di tanah, mencari ulat, ditusuk dan dilumpuhkan, kemudian dibawa ke lubang. Selanjutnya ia meletakkan sebutir **telur** di dalam lubang dan menutupnya. Telur menetas dan menjadi **larva** yang memakan ulat tadi. Kemudian larva menjadi **kepompong**. Kalau sudah **dewasa**, ia menggali jalan keluar dari tanah dan mencari dewasa lain untuk kawin.

Jenis tawon lain membentuk sarang dari serbuk kayu yang dikunyahnya. Ratu tawon meletakkan sebutir telur dalam setiap lubang di sarang. Telur menetas dan tawon pekerja membawa potongan ulat atau serangga lain untuk makanan larva. Madu juga dibawa untuk makanan larva. Larva menjadi kepompong dan muncul sebagai tawon pekerja yang baru dan meneruskan hidupnya di sarang. Tawon pekerja tidak kawin. Hanya ratu saja yang kawin dan meletakkan telur.



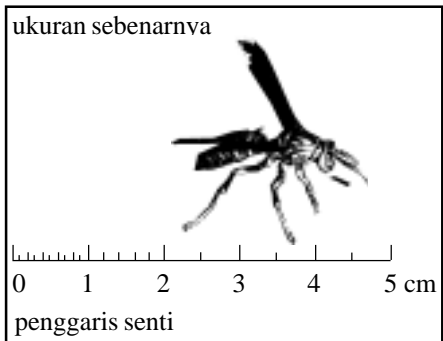
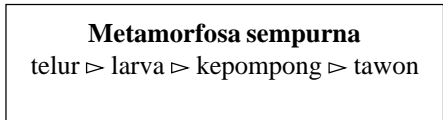
SHEPARD ET AL

Tawon memakan ulat



MANGAN

Tawon yang ada di kebun jambu mete



# Semut

Famili Formicidae, Ordo Hymenoptera

## ANTS

Semut memiliki pengaruh atas lingkungannya dengan banyak cara. Sebagian bermanfaat untuk manusia dan sebagian tidak.

Beberapa jenis semut dapat memberi manfaat bagi petani lada. Semut *Iridomyrmex* adalah **pemangsa penting** pada **berbagai jenis serangga**. Semut tersebut berwarna hitam kecoklatan dan panjang badannya 2,5 sampai 3,5 mm. Semut *Iridomyrmex* dapat ditemukan pada pohon atau tanah.

Biasanya semut *Dolichoderus bituberculatus* bersarang di tempat teduh pada pohon. Semut ini berguna sekali karena mengusir hama dari buah.

Semut ankrang atau rangrang biasanya membuat sarangnya di antara daun pohon. Semut ini **sangat ganas** pada **kebanyakan serangga lain**, dan karena itu dia mengendalikan banyak jenis hama. Kita dapat memindahkan semut rangrang untuk menempati kebun dengan meletakkan binatang mati pada pohon. Setelah semut menetap di sana, dia dapat disebarkan ke pohon lain dengan meletakkan sepotong bambu/tali sebagai jembatan di antara dua pohon tersebut.

Tempat pada tanaman yang menghasilkan sari madu (NECTAR), seperti bunga, menarik perhatian bermacam-macam semut karena memakan sari madu.



MANGAN

Semut hitam



G.N. RAIPURNAYASA

Semut rangrang menyerang kepik

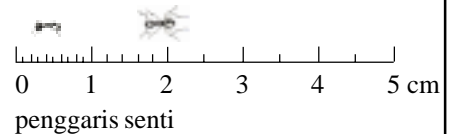


Semut *Iridomyrmex*

### Metamorfosa sempurna

telur > larva > kepompong > semut

ukuran sebenarnya



# Cecopet

Ordo Dermaptera

## EARWIGS

Sebagian jenis cecopet adalah pemangsa. Cecopet mudah dikenal karena ada penjepit pada ekornya. Penjepit dipakai untuk mengambil dan memegang mangsanya, serta pertahanan diri.

Kebanyakan jenis cecopet aktif malam hari. Siang hari, sembunyi dalam tanah atau dalam bagian tanaman. **Malam hari dia keluar dan mencari telur, larva dan nimfa serangga yang badannya lunak.**

Kadang-kadang dia masuk lubang gerekkan di dalam batang untuk mencari mangsa/larva. Seekor cecopet dapat memakan larva 20 sampai 30 setiap hari.

Dewasa bisa bersayap atau tanpa sayap. Jenis-jenis cecopet yang bukan pemangsa, memakan serasah tanaman.

## Daur hidup

**Telur** diletakkan dalam lubang di dalam tanah atau diantara serasah. Cecopet betina menjaga telurnya sampai menetas.

**Nimfa** kelihatan mirip dewasa kecuali dia lebih kecil dan sayapnya (jika ada) belum sempurna. Nimfa berganti kulit beberapa kali. Terakhir kali dia menjadi dewasa. **Dewasa** kawin dan kemudian betina bertelur. Seekor cecopet dapat menghasilkan 200 sampai 300 butir telur setiap peletakan.



Cecopet dewasa

MANGAN



Cecopet dari kebun kakao

MANGAN

### Metamorfosa tidak sempurna

telur > nimfa > dewasa

ukuran sebenarnya



0 1 2 3 4 5cm

penggaris senti

# Ular dan Bunglon

Kelas Reptilia

SNAKES AND LIZARDS

## Ular

Seperti burung hantu, ular dapat menekan populasi tikus pada kebun. Dengan cepat, ular dapat **menangkap tikus** dan **serangga** dengan gigi yang melengkung ke dalam, kemudian menelannya bulat-bulat.



MANGAN

Ular di pohon lada

## Bunglon

Bunglon dapat menangkap dan memakan banyak jenis serangga, seperti pengisap buah lada *Dasynus*, kepik kapal terbang *Diconocoris*, dan penggerek batang *Lophobaris*.



LUTHER

Bunglon

# Parasitoid

Ada dua cara serangga bermanfaat membunuh serangga hama, yaitu **memangsa**, yang dilakukan oleh predator, dan mematikan serangga lain secara perlahan-lahan, yang dilakukan oleh parasitoid. Jadi parasitoid adalah serangga yang tumbuh dan berkembang menyelesaikan daur hidupnya dengan memakan induk inangnya, sehingga inangnya mati secara perlahan-lahan. Pada umumnya ukuran parasitoid lebih kecil dari inangnya. Bagian ini membahas serangga **parasitoid**.

Banyak jenis **tawon** memasukkan telurnya ke dalam tubuh ulat atau serangga lain. Telur itu menetas dalam ulat, dan larva tawon yang sangat kecil memakan tubuh ulat (inang) dari dalam, sehingga ulat mati. Ini yang disebut **endoparasitoid**. Ada juga parasitoid yang meletakkan telurnya di permukaan inangnya, kemudian menetas dan larvanya memakan dengan cara menghisap cairan tubuh dari luar sampai inangnya mati, dan inilah yang disebut **ektoparasitoid**. Biasanya ukuran tubuh parasitoid lebih kecil dari tubuh inangnya.

Larva tawon keluar dari bangkai ulat tadi untuk membuat kepompong. Ada pula jenis yang membuat kepompongnya di dalam mayat ulat inangnya. Setelah keluar dari kepompong, tawon dewasa dapat terbang dan kawin. Kemudian betina mencari ulat lain untuk meletakkan telurnya. Satu ekor parasitoid biasanya hanya dapat memakan/memparasit satu ekor inang.

Beberapa jenis tawon kecil dapat mematikan kepik pengisap buah lada (*Dasynus*) dan beberapa jenis lain dapat membunuh penggerek batang lada (*Lophobaris*). Ada macam-macam tawon yang menyerang banyak jenis telur, ulat, kutu, kepik, kumbang dan serangga hama lain.

Ada pula jenis **lalat** yang bentuknya mirip dengan lalat rumah yang sebenarnya adalah parasitoid ulat. Beberapa jenis lalat meletakkan telur atau tempayak hidup pada punggung ulat. Tempayak kemudian memakan ulat.

Lalat parasitoid jenis lain meletakkan telurnya pada daun yang dimakan ulat, kemudian dengan cara itu dapat masuk ke dalam tubuh ulat.

Parasitisasi oleh tawon dan lalat merupakan pengendalian secara alami yang mencegah telur, nimfa, larva dan kepompong menjadi dewasa yang dapat berkembangbiak.

Banyak macam parasitoid membutuhkan sari madu dari bunga untuk mendukung perkembangbiakan yang lebih baik. Jadi keberadaan bunga (bunga tanaman lada dan tanaman lainnya di dalam ataupun sekitar kebun) penting sekali. Tanaman berbunga dapat ditanam di pinggir kebun lada atau dalam pekarangan kita.

# Tawon bracon (tawon pinggang pendek)

Famili Braconidae, Ordo Hymenoptera

## BRACONID WASPS

Ada banyak jenis tawon bracon. Panjangnya 2-15 mm, berwarna hitam, coklat atau merah pada bagian tubuhnya.

Berbagai jenis tawon bracon **menyerang ulat, kutu, kepik, wereng dan serangga lain**. Ada tawon bracon (namanya *Spathius piperis*) yang **menyerang penggerek batang lada** (lihat halaman berikutnya).

Tawon bracon hinggap di atas inang dan meletakkan telur ke dalamnya. Kadangkala ditemukan ulat dengan tawon kecil di atasnya. Ulat itu sedang diparasit. Biarkan sampai menghasilkan tawon dewasa. Di dalam tubuh seekor ulat bisa terdapat 50-150 larva tawon.

Ada pula jenis bracon yang memparasit kutu daun. Kutu yang terparasit akhirnya mati, lalu tawon keluar dari lubang di punggung kutu.

### Daur hidup

**Telur** dimasukkan ke dalam ulat atau serangga lain, yang menjadi inangnya. Telur menetas dan menjadi **larva** yang memakan inang dari dalam. Akhirnya inang mati.

Larva berubah menjadi **kepompong**. Kadang-kadang ditemukan ulat dengan 50-150 butir kepompong kuning di atasnya. Tawon **dewasa** keluar dari kepompong, terbang dan kawin.



M SHEPARD/CRDC & CTPM

Tawon bracon meletakkan telur ke dalam ulat



SHEPARD ET AL

Kepompong bracon di samping ulat inangnya yang mati

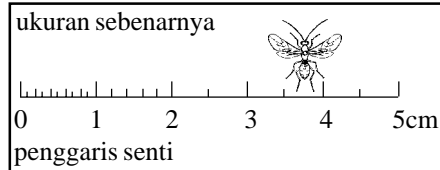


SHEPARD ET AL

Tawon bracon dewasa

### Metamorfosa sempurna

telur > larva > kepompong > dewasa



# Tawon *Spathius piperis*

Family Braconidae, Ordo Hymenoptera

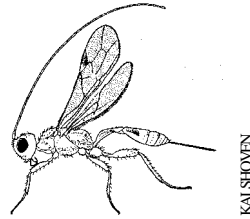
## SPATHIUS PIPERIS WASPS

Tawon braconid dengan nama *Spathius piperis* adalah parasitoid penting pada penggerek batang lada. Penggerek tersebut adalah larva kumbang moncong namanya *Lophobaris*. Parasitoid *Spathius* adalah tawon kecil panjangnya kira-kira setengah senti, warnanya coklat kuning kehitam-hitaman. Tawon betina mempunyai ovipositor panjang. Ia masuk lubang larva *Lophobaris* di cabang lada dan terus menempatkan telurnya di atas larva tersebut, kemudian ia mundur keluar. Tawon *Spathius* merupakan musuh alami penting: sampai 25% larva *Lophobaris* dapat diparasitasi.

Bila anda melihat cabang yang digerek oleh *Lophobaris*, bukalah cabang dan lihat apakah larva *Lophobaris* ada di dalam. Mungkin pada larva *Lophobaris* ada larva parasit kecil yang mengisapnya.

### Daur hidup

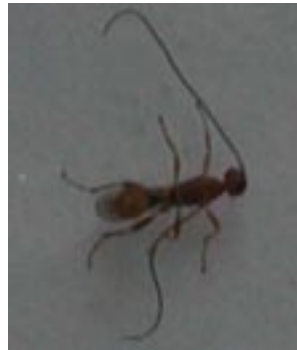
Setelah menemukan lokasi larva *Lophobaris* dari luar cabang, tawon betina *Spathius* meletakkan telur di dalam lubang itu atau langsung di atas larva tersebut. Lamanya fase larva 15 sampai 20 hari, kemudian menjadi pupa. Daur hidup *Spathius* yang betina dari telur sampai mati kira-kira 45 hari.



Tawon *Spathius piperis* betina



MANGAN



MANGAN

*Spathius piperis* dari KalBar

### Metamorfosa sempurna

telur > larva > kepompong > dewasa

ukuran sebenarnya



0 1 2 3 4 5cm  
penggaris senti

# Tawon ichneumon (tawon pinggang ramping)

Famili Ichneumonidae, Ordo Hymenoptera

## ICHNEUMONID WASPS

Ada banyak jenis tawon ichneumon, dan tawon ini terdapat dalam berbagai warna. Tawon ini dapat **menjadi parasitoid pada berbagai serangga hama**.

Beberapa jenis ichneumon menyerang inang dengan cara memakannya dari luar. Jenis lain makan inangnya dari dalam.

### Daur hidup

Tawon ichneumon terbang mencari inangnya. Tawon hinggap pada inangnya dan menaruh **telur** di dalam atau di atasnya.

Telur menetas dan **larva** makan inang dari dalam atau dari luar.

Larva kemudian menjadi **kepompong**, dan inang mati. Kadang-kadang ditemukan ulat mati tetap tersambung dengan kepompong yang sebesar ulat itu. Kepompong tersebut berisi kepompong tawon. Dibiarkan saja, supaya dapat menghasilkan tawon baru.

Setelah keluar dari kepompong, tawon **dewasa** terbang dan kawin. Betina mencari inang lagi untuk meletakkan telurnya. Seekor betina dapat meletakkan telur pada 100 ulat.



SHEPARD ET AL.

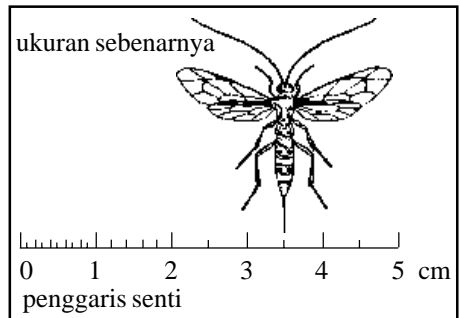
Tawon ichneumon memparasit kepompong hama



MANGAN

Tawon ichneumon dewasa

**Metamorfosa sempurna**  
telur ▷ larva ▷ kepompong ▷ dewasa



# Lalat tachinid

Famili Tachinidae, Ordo Diptera

## TACHINID FLIES

Lalat tachinid kelihatan seperti lalat rumah tetapi bulunya lebih tebal. Larva lalat yang berada di pupuk kandang adalah bukan tachinid, karena larva tachinid berada di dalam ulat atau binatang lain. Lalat ini digunakan untuk **mengendalikan berbagai jenis hama** secara hayati.

Panjangnya lalat 3 sampai 15 mm (kepala sampai ujung sayap).

## Daur hidup

Banyak jenis lalat tachinid meletakkan **telur** langsung pada inangnya, tetapi sebagian jenis bertelur pada tanaman yang dimakan inangnya.

Lalat tachinid hinggap di atas ulat dan menaruh telur di atas atau ke dalam tubuh ulat. Ulat berusaha menghindari, tetapi telur diletakkan dengan cepat.

Ada jenis tachinid lainnya meletakkan ribuan telur pada daun yang mungkin nanti dimakan oleh ulat. Bila telur itu sampai ke perut ulat, telur menetas dan larva lalat mulai makan ulat dari dalam.

**Larva** keluar dari ulat dan ulat mati. Larva menjadi **kepompong** dan jatuh ke tanah.

Lalat **dewasa** makan serbuk sari dari bunga. Tidak memakan pupuk kandang atau kotoran lain. Lalat aktif sepanjang hari, dan kadang-kadang beristirahat pada bunga.



Telur tachinid diletakkan pada ulat

D A IRONSIDE/CRDC&CTPM



Lalat tachinid dewasa

SHEPARD ET AL



Lalat tachinid dewasa

J WESSELS/CRDC&CTPM

### Metamorfosa sempurna

telur ▷ larva ▷ kepompong ▷ lalat

ukuran sebenarnya



0 1 2 3 4 5 cm  
penggaris senti

# Patogen

Seperti manusia, binatang dan tanaman, serangga juga bisa kena penyakit. Penyakit serangga bisa dimanfaatkan oleh manusia untuk mengendalikan banyak jenis hama. Berarti, penyakit serangga adalah musuh alami. Karena itu penyakit pada serangga juga disebut **patogen**.

Banyak jenis patogen menyerang serangga dan penyakit tanaman. Ada patogen tertentu yang bersifat spesifik, berarti patogen itu menyerang hanya satu jenis inang. Ada juga patogen yang umum, yang dapat menyerang banyak jenis inang.

Ada banyak jenis patogen, di antaranya jamur (fungi), virus, bakteri, protozoa dan nematoda.

# Jamur *Beauveria bassiana*

*Beauveria bassiana*, Kelas Hyphomycetes

## BEAUVERIA BASSIANA FUNGUS

Jamur *Beauveria bassiana* menyerang banyak jenis serangga, di antaranya kumbang, ngengat, ulat, kepik dan belalang. Jamur ini umumnya ditemukan pada serangga yang hidup di dalam tanah, tetapi juga mampu menyerang serangga pada tanaman atau pohon.

Jamur *Beauveria bassiana* berwarna putih (lihat gambar), dan biasanya cukup kelihatan pada badan inangnya. Jika dilihat dengan kaca pembesar, spora jamur ini ternyata tumbuh berkelompok, sehingga menyerupai kapas.

Serangga yang terserang oleh jamur *Beauveria bassiana* biasanya akan mati dalam waktu 1-2 minggu.

### Daur hidup

Jamur *Beauveria bassiana* tumbuh pada serangga, kemudian membuat spora (semacam biji). Spora lepas dari jamur dan dibawa angin atau air ke tempat lain. Jika spora kena serangga, bisa tumbuh menjadi jamur lagi.



SHEPARD ET AL. (1999)

Serangga diserang oleh jamur *Beauveria bassiana*



CABI

Kepik mati oleh jamur *Beauveria bassiana*

# Jamur *Trichoderma*

*Trichoderma koningii*, *T. harzianum* dan *T. viride*, Kelas Hyphomycetes

## TRICHODERMA FUNGUS

Jamur *Trichoderma* telah banyak dikembangkan untuk pengendalian penyakit jamur akar terutama busuk pangkal batang yang disebabkan oleh *Phytophthora capsici* pada tanaman lada.

*Trichoderma koningii* umumnya dapat diisolasi dari tanah yang diambil di lapangan, sehingga dapat dikembangkan dan digunakan pada tempat itu juga (spesifik lokasi).

Spora jamur ini sangat cepat berkembang pada suhu 22-23°C. Kumpulan spora *Trichoderma* mulanya berwarna putih jernih kemudian menjadi kehijauan dan akhirnya berwarna hijau gelap.

*Trichoderma* tidak mematikan secara langsung spora jamur penyebab penyakit tetapi mengusir dari tanah sekitarnya, yaitu bersifat antagonis atau melawan. Hal ini terjadi karena pertumbuhan spora *Trichoderma* lebih cepat dibandingkan pertumbuhan spora jamur penyebab penyakit. Jamur *Trichoderma* lebih efektif digunakan untuk pencegahan penyebaran penyakit pada pohon lada yang berada disekitar pohon yang sudah terserang berat atau mati akibat jamur. Jamur *Trichoderma* dapat juga langsung dicampur dengan tanah disekitar tanaman lada yang telah diserang oleh busuk pangkal batang, kemudian tanaman lada baru dapat ditanam di tajar yang sama, sehingga *Trichoderma* tersebut mencegah serangan jamur busuk pangkal batang.



QUIMIO

Contoh *Trichoderma* sp. yang tua



QUIMIO

Contoh *Trichoderma* sp. yang muda



LUTHER

Jamur *Trichoderma* di kebun jambu mete (berwarna hijau gelap seperti yang ditunjuk dengan tanda panah)

# TANAMAN PENUTUP TANAH

*Arachis pintoi* adalah tanaman yang bentuknya mirip dengan tanaman kacang tanah. *Arachis* ini dipakai sebagai tanaman penutup tanah di kebun lada. Tanaman ini memiliki lima kegunaan pokok, yaitu:

**1. Menahan erosi tanah.** Akar *Arachis pintoi* mencegah tanah hanyut oleh air dan angin. Daunnya mengurangi dampak tetes hujan sewaktu jatuh ke tanah.

**2. Menghambat penyebaran penyakit melalui air tanah.** Kehadiran *Arachis* dapat mencegah air tanah mengalir jauh. Air tanah sering menyalurkan penyakit dari satu tanaman ke tanaman lain.

**3. Sebagai tempat berlindung musuh alami (MA).** Jumlah MA di kebun dapat meningkat dengan menyediakan tempat teduh dan tempat berlindung dari angin kuat atau hujan deras. Tempat berlindung membantu MA dengan menyediakan mangsa atau inang alternatif.

**4. Madu dan serbuk bunga merupakan makanan untuk beberapa macam MA.** Berbagai jenis tawon/tabuhan, lalat dan kumbang memakan sari madu dan serbuk bermacam-macam bunga. Seringkali jika bunga-bunga tersedia di kebun, MA dapat berkembangbiak lebih baik. *Arachis pintoi* padat dengan bunga yang membantu MA.

**5. Sumber nitrogen (N) untuk tanaman pokok.** *Arachis* adalah anggota Famili kacang-kacangan yang mempunyai kemampuan menyerap nitrogen (N) dari udara dan mengubahnya ke bentuk yang dapat digunakan oleh tanaman lain. Oleh karena itu, *Arachis* dapat membuat tanah lebih subur untuk tanaman lada.



REYNOLDS



LUTHER

*Arachis pintoi*



LUKE

*Arachis pintoi* pada umumnya menghasilkan bunga yang rimbun

# DAFTAR PUSTAKA

- Borror, D.J., C.A. Triplehorn dan N.F. Johnson (1989). *An Introduction to the Study of Insects*. Sixth Edition. Harcourt Brace College Publishers, Fort Worth, TX, USA.
- CABI. Crop Protection Compendium. 2001. CABI, UK.
- Dammerman, K.W. (1929). *The Agricultural Zoology of the Malay Archipelago*. J.H. de Bussy, Ltd., Amsterdam.
- Gullan, P.J. and P.S. Cranston (1994). *The Insects: An Outline of Entomology*. Chapman & Hall, London.
- Kalshoven, L.G.E. (1981). *Pests of Crops in Indonesia*. Revised and translated by P.A. van der Laan and G.H.L. Rothschild. P.T. Ictiar Baru – Van Hoeve, Jakarta, Indonesia.
- Shepard, B.M., A.T. Barrion dan J.A. Litsinger (1994). *Serangga, Laba-Laba dan Patogen yang Membantu*. Program Nasional Pengendalian Hama Terpadu, Jakarta Selatan, Indonesia.
- Shepard, B.M., G.R. Carner, A.T. Barrion, P.A.C. Ooi dan H. van den Berg (1999). *Insects and their Natural Enemies Associated with Vegetables and Soybean in Southeast Asia*. Quality Printing Company, Orangeburg, SC, USA.

**Tim Penulis (sesuai urutan abjad):**

Dr. Dadan Hindayana

Ir. Dewi Judawi, MM

Ir. Djoko Priharyanto, MSc

Dr. Gregory C. Luther

Dr. James Mangan

Prof. Dr. Kasumbogo Untung

Dr. Maruddin Sianturi

Dr. Paul Mundy

Ir. Riyatno, MS

**Terima kasih juga kepada :**

Ir. FX. Supri

Muhammad John K.

Retno Budi Setyaningsih