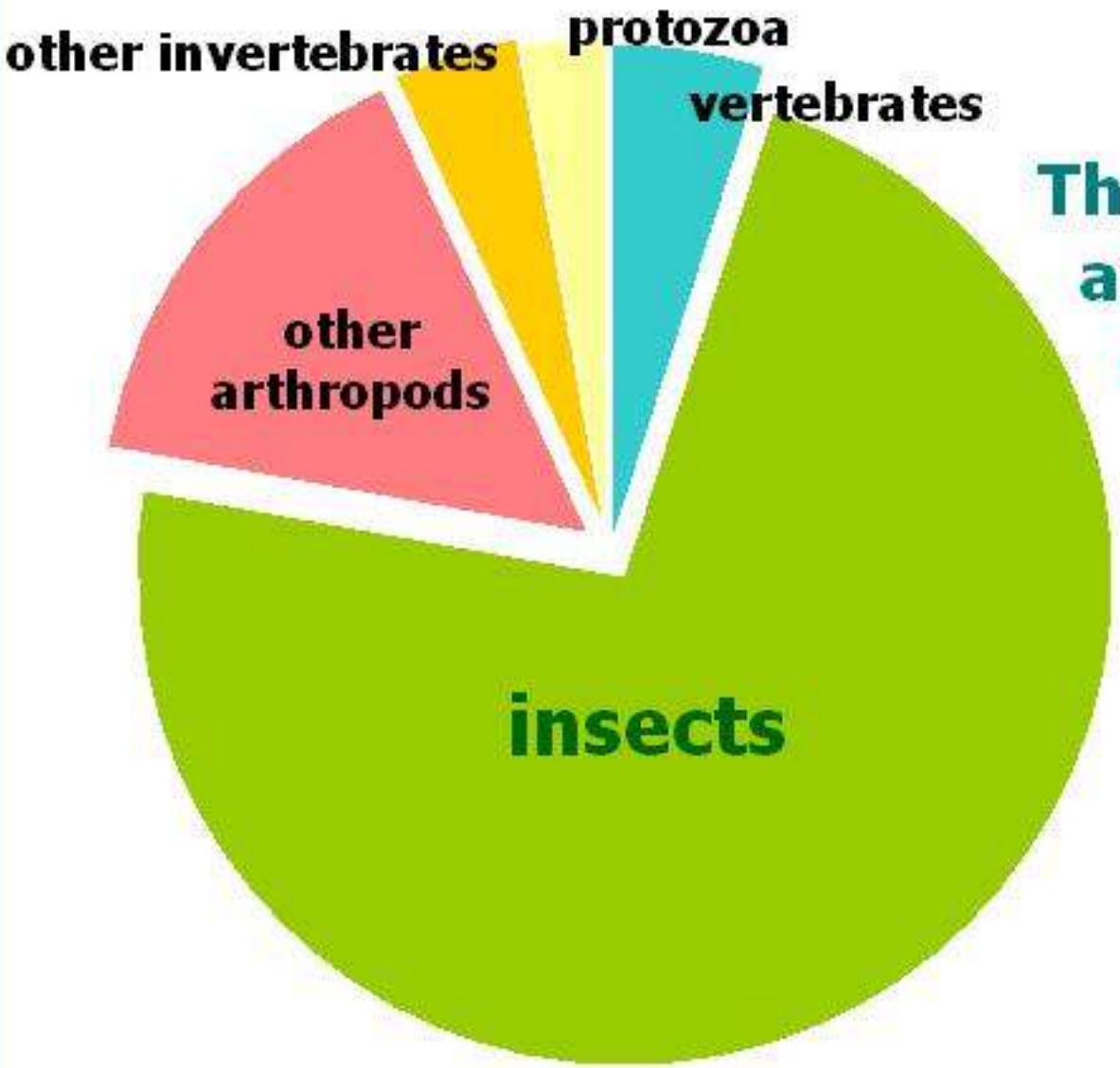
	RENCANA PEMBELAJARAN SMESTER (RPS) **PROGRAM STUDI : PROTEKSI TANAMAN** **FAKULTAS: PERTANIAN** **UNIVERSITAS ANDALAS**

MATA KULIAH	**KODE**	**Rumpun MK**	**BOBOT (sks)**	**SEMESTER**	**Tgl Penyusunan**
Entomologi Umum	**PPT 221**		**3 (2-1)**	**IV (Empat)**	

OTORISASI	Dosen Pengembang RPS	Koordinator Rumpun MK	Ka Program Studi
	Ir.Rusdi Rusli,MS Dr. Hasmiandy Hamid, SP, MSi Dr.Eka Candra Lina,SP,MSi Dr.Ir.Arneti,MS Dr.My Syahrawati,SP,MSi Ir. Yunisman, MP	Ir.Rusdi Rusli,MS	Dr.Yulmira Yanti, SSi,MP

Capaian Pembelajaran (CP)	CP Program Studi	
	S9	Menunjukkan sikap bertanggungjawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri
	KU1	Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif dalam konteks pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora yang sesuai dengan bidang keahliannya
	KU2	Mampu menunjukkan kinerja mandiri, bermutu, dan terukur
	P1	Menguasai pengetahuan dasar tentang biologi dan ekologi organisme pengganggu tanaman (OPT) secara umum sabagai dasar pengendalian OPT terpadu untuk mecegah kehilangan hasil tanaman dalam usaha pertanian berkelanjutan pada proses produksi dan pasca panen
	P3	Mampu menguasai pengetahuan tentang faktor-faktor penyebab penyakit pada tanaman
	P4	Mampu memahami biologi dan ekologi organisme penganggu tanaman sehingga bisa dimanfaatkan untuk pengelolaan OPT
	CP Mata Kuliah	
	1	Mahasiswa mampu menjelaskan tentang kedudukan serangga dalam arthropoda, hubungan serangga, tanaman dan manusia, serta evolusi serangga
	2-5	Mahasiswa mampu menjelaskan morfologi luar serangga

Catatan:
S = Sikap
P = Pengetahuan
KU = Keterampilan Umum
KK = Keterampilan Khusus
K = Kemampuan Kerja



The relative abundance of species of animals on earth

(adapted from Southworth, 1978)

SERANGGA

- MAKLUK HIDUP DGN SPESIES TERBANYAK DI DUNIA
  - Total spesies makluk hidup 12,5 juta
  - Total Spesies serangga 4-8 juta
  - Jumlah makluk hidup yg teridentifikasi 1,5 juta sp
  - Jumlah serangga yang telah teridentifikasi 900 sp
- MEMPUNYAI KERAGAMAN YANG TINGGI
  - Bentuk
  - Habitat
  - Bioekologi dll

Peran Serangga

- Sebagian besar serangga adalah menguntungkan (lebih dari 90%)

- A. SERANGGA MENGUNTUNGKAN
:
  - 1. Penyerbuk tanaman
  - 2. Menghasilkan produk
  - 3. Pengurai bahan organic
  - 4. Sebagai salah satu rantai makanan dalam ekosistem
  - 5. Musuh alami (menyerang hama)
  - 6. Bahan makanan
  - 7. Pemakan gulma
  - 8. Berguna di bidang Kedokteran
  - 9. Nilai estetika
  - 10. Sebagai model dalam ilmu pengetahuan

- B. SERANGGA MERUGIKAN

- 1.Sebagai hama tanaman dilapangan
  - Merusak lansung
  - Sebagai vector penyakit tumbuhan
  - Peletakan telur dll

- 2. Sebagai hama pascapanen

- 3. Sebagai vektor penyakit pada pada manusia & hewan

1. Sebagai Pollinator

- Banyak tanaman tergantung serangga dalam pollinasinya,

- Di USA bernilai 20 Milyar US dollar. Di Indonesia dan negara lain belum diketahui

- Serangga penyerbuk yang terbesar adalah lebah madu (*Apis mellifera*), dapat menyerbuk lebih dari 400 jenis tanaman

Tabel 2 Pembentukan biji beberapa spesies tanaman yang dibantu penyerbukannya oleh serangga.

Spesies Tanaman	Produksi biji (%)		Sumber Pustaka
	Tanaman dikurung	Tanaman tidak dikurung	
Wild rosemary (*Andromeda glaucophylla*)	0.7	33.6	Schoonhoven *et al*., 1998
Swamp laurel (*Kalmia polifolia*)	0	55.6	Schoonhoven *et al*., 1998
Labrador tea (*Ledum groenlandicum*)	1.0	96.2	Schoonhoven *et al*., 1998
Large cranberry (*Vaccinium macrocarpon*)	4.0	55.7	Schoonhoven *et al*., 1998
Sarson (*Brassica campestris*)	34.7	65.3	Khan & Chaudory, 1995
Toria (*Brassica napus*)	7.46	92.54	Khan, 1995

2. Penghasil produk komersial

- Madu dan lilin ('malam')
  - Di USA, nilai produksi madu dan malam 250 juta US dollar
- Sutera
  - Industri sutera di China sejak 2500 SM
  - Berasal dari pupa ulat sutera *Bombyx mori*
- Selak (*shellac*)
  - Merupakan sekresi kutu lac (*Laccifer lacca*)
- Pewarna dan materi lain
  - Berasal dari kutu (*scale insects*)

3. Pemakan Serangga (*entomophagous insects*)

- Serangga mempunyai potensi tinggi untuk meningkatkan populasinya dalam jumlah besar

- Berperan sebagai predator dan parasitoid, sangat berguna dalam menunjang PHT

- Serangga pemakan serangga dapat menekan populasi serangga tertentu secara nyata

- Contoh yang terkenal adalah kutu yang menyerang tanaman jeruk di California, *Icerya purchasi* pada tahun 1868. Dalam waktu 15 tahun, hama tersebut telah merusakkan produksi jeruk di California. Tahun 1888 diimport kumbang vedalia, *Rodolia cardinalis* dari Australia. Dalam waktu 2 tahun dapat mengendalikan populasi kutu.

4. Serangga Pengurai/tanah

- Makan bahan organik dari sisa tanaman, binatang, dan kotoran binatang
- Bahan tsb diurai menjadi senyawa kimia sederhana yg dapat diserap tanaman
- Sangat penting bagi keseimbangan lingkungan, khususnya di hutan
- Contoh terkenal: 'kumbang tai' (*dug beetles*). Di Mesir dianggap suci sejak ribuan tahun SM. Di import ke Australia untuk mengendalikan kotoran sapi di peternakan
- Serangga tanah dapat membuat tanah lebih subur dan mendapat oksigen lebih baik. Contoh Ordo Collembola, Serangga ini dapat mencapai jutaan dalam satu hektar

5. Serangga Pemakan Gulma

Banyak serangga makan tanaman, namun hanya sebagian kecil yang menjadi hama ('menurut manusia')

- **Sebagian besar serangga pemakan tanaman menguntungkan manusia, karena memakan gulma atau tumbuhan lain yang tidak diinginkan**
- **Contoh klasik:**
  - **Kaktus (*Opuntia* spp.) didatangkan ke Australia dan pada tahun 1925 telah menjalar pada areal seluas lebih dari 25 juta hektar.**
  - **Pada tahun 1925 diimport ngengatb *Cactobalctis cactorum*, yang larvanya menggerek kaktus sehingga mati**

6. Serangga sebagai Makanan Manusia dan Hewan

- **Banyak hewan makan serangga sebagai makanan utama (ikan , burung, kelelawar dll.)**

- **Manusia di beberapa daerah tertentu makan serangga.**
  - **Di Indonesia: ulat jati, laron, belalang**
  - **Di Meksiko: ulat dijual dalam kaleng**
  - **Di Thailand: dibikin bumbu (Belostomatidae)**
  - **DI Afrika: laron dan belalang**
  - **Di Perancis : sup lundi**
  - **Nilai gizi seranga sangat tinggi (protein dan lemak), namun dapat menyebabkan alergi**

7. Serangga di bidang Kedokteran

- Lalat Spanyol telah lama dianggap sebagai ‘obat’ bagi lelaki di Meksiko
- Kumbang yang menghasilkan senyawa cautharidin yg dapat menyembuhkan penyakit saluran kencing
- Akupuntur , Sengat lebah digunakan untuk mengobati sakit reumatik
- Yang paling terkenal adalah: belatung lalat (*blow fly*) pada perang dunia I digunakan untuk menyembuhkan luka yang dalam. Setelah diselidiki ternyata lalat tersebut mengeluarkan allantoin, zat yang dapat membantu penyembuhan luka

8.Serangga sebagai alat penelitian

- Sebagi model dalam mempelajari perilaku, gerak, biologi, dan genetik (*Drosophyla* spp)

- Populasi serangga tertentu digunakan untuk indikator keadaan ekologi

9. Serangga di bidang Estetika

- Banyak serangga digunakan sebagai model untuk seni dan pola warna dari pakaian

- Karena keindahannya, banyak orang yang mempunyai hobby mengkoleksi serangga
  - Serangga termahal adalah kumbang dari Australia, seharga 40 000 US dollar
  - Di Indonesia banyak serangga dikumpulkan hidup dan dijual ke Jepang

FILUM ARTHROPODA
(arthros=buku, poda=kaki/tungkai)

Ciri-ciri :

- Memiliki tagmosis (bidsa dibedakan dengan jelas bagian kepala, toraks dan abdomen)
- Memiliki embelan berbuku-buku yang berpasangan
- Memiliki kerangka luar (eksoskeleton)
- Memiliki hemocoel dengan tabung dorsal
- Memiliki sistem syaraf ventral

[atas = dorsal, bawah = ventral, depan = frontal, samping = lateral, belakang = posterior]

KELAS : HEXAPODA (INSECTA)

(Hexa = enam, podos = kaki

Ciri-ciri:

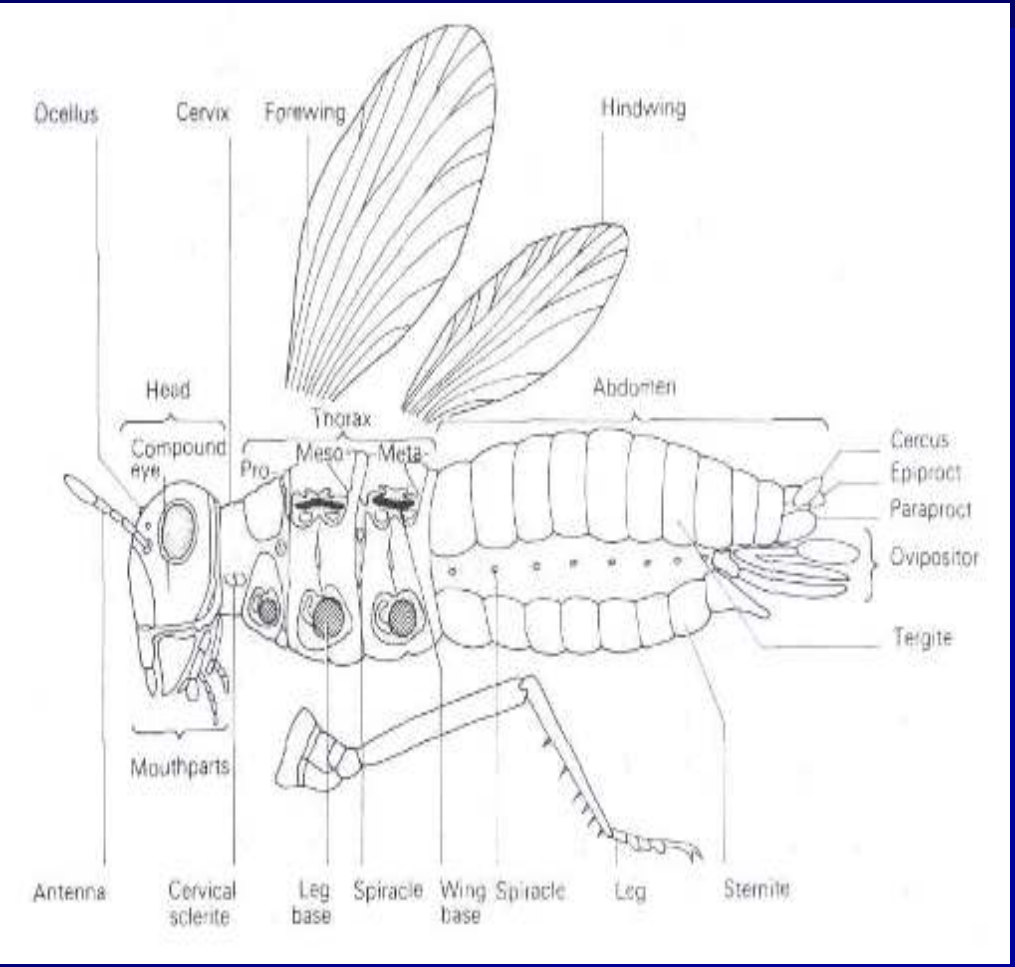
1. Tubuh terbagi 3 tagmata (kepala, thorax dan abdomen)
2. Pada thorax terdapat 3 psg tungkai dan 2 psg sayap (umumnya)

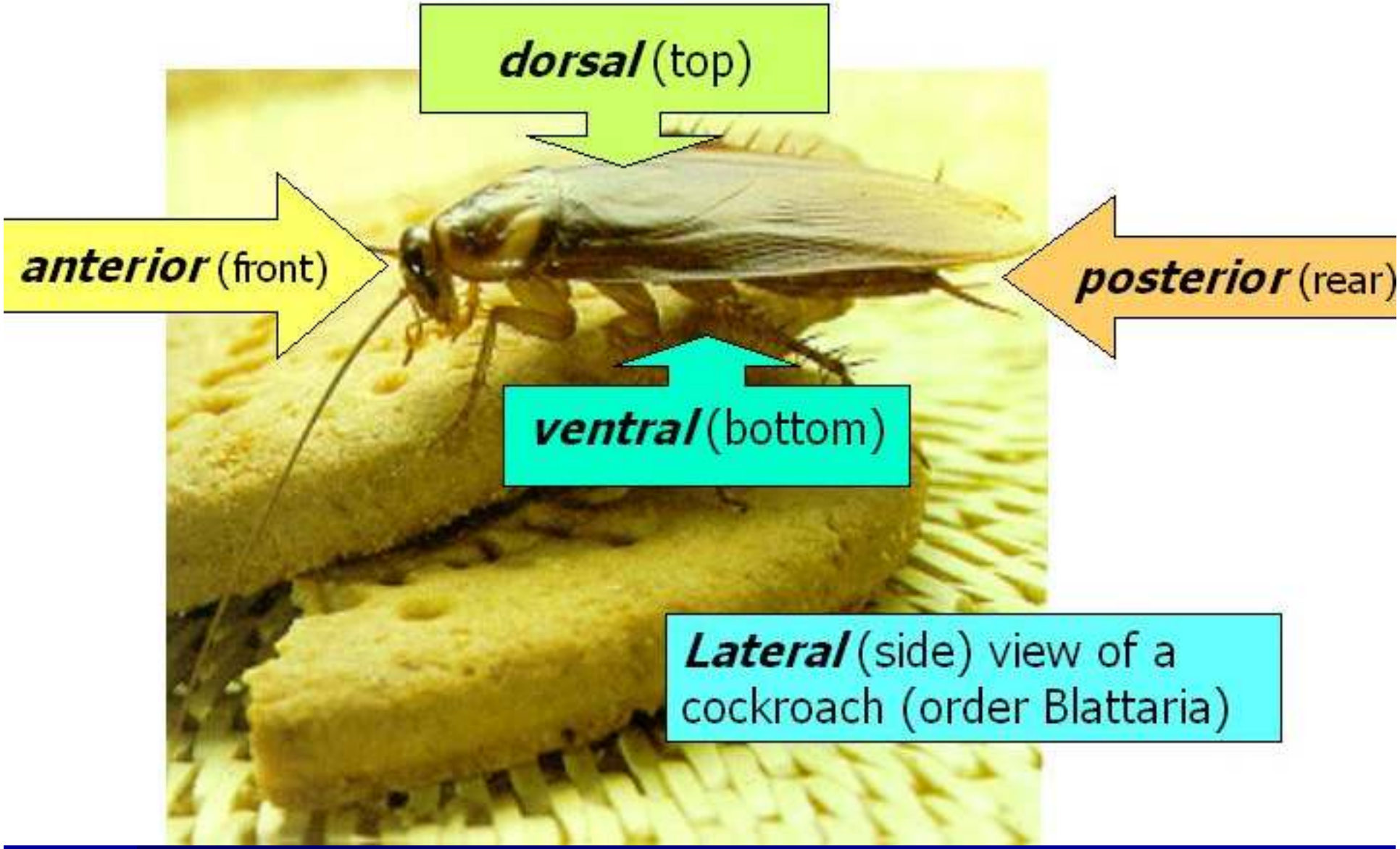
(+) han :

1. tubuh/embelan beruas-ruas
2. Pada kepala terdapat antena, mata dan alat mulut
3. Kerangka luar
4. Pernafasan sistem trachea
5. Peredaran darah terbuka
6. Sistem syaraf tangga tali

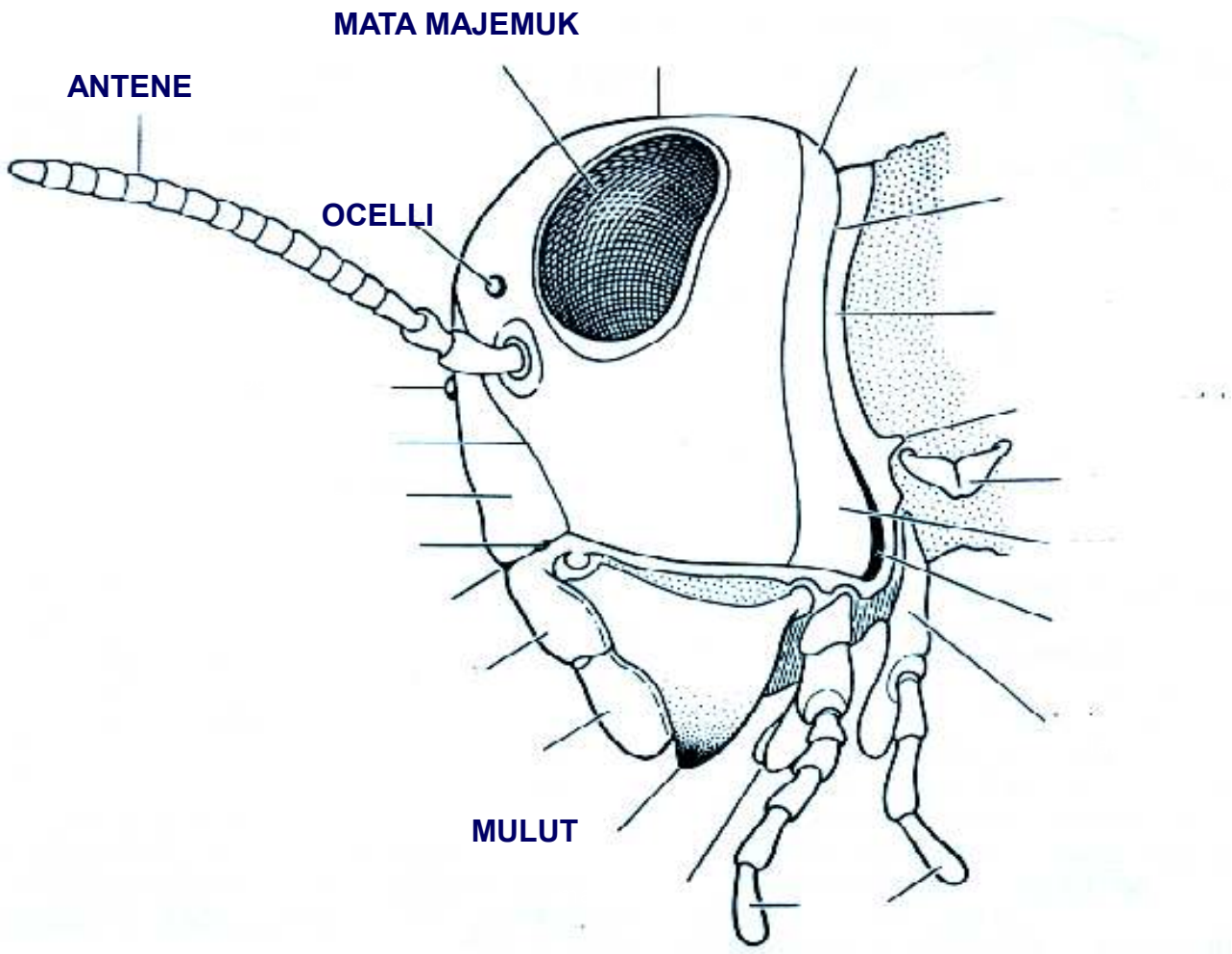
SEGMENTASI TUBUH SERANGGA

- SECARA UMUM TUBUH SERANGGA TERBAGI ATAS 3 BAGIAN:
  - KEPALA
  - TORAKS
  - ABDOMEN




dorsal (top)
anterior (front)
posterior (rear)
ventral (bottom)
Lateral (side) view of a cockroach (order Blattaria)

KEPALA SERANGGA



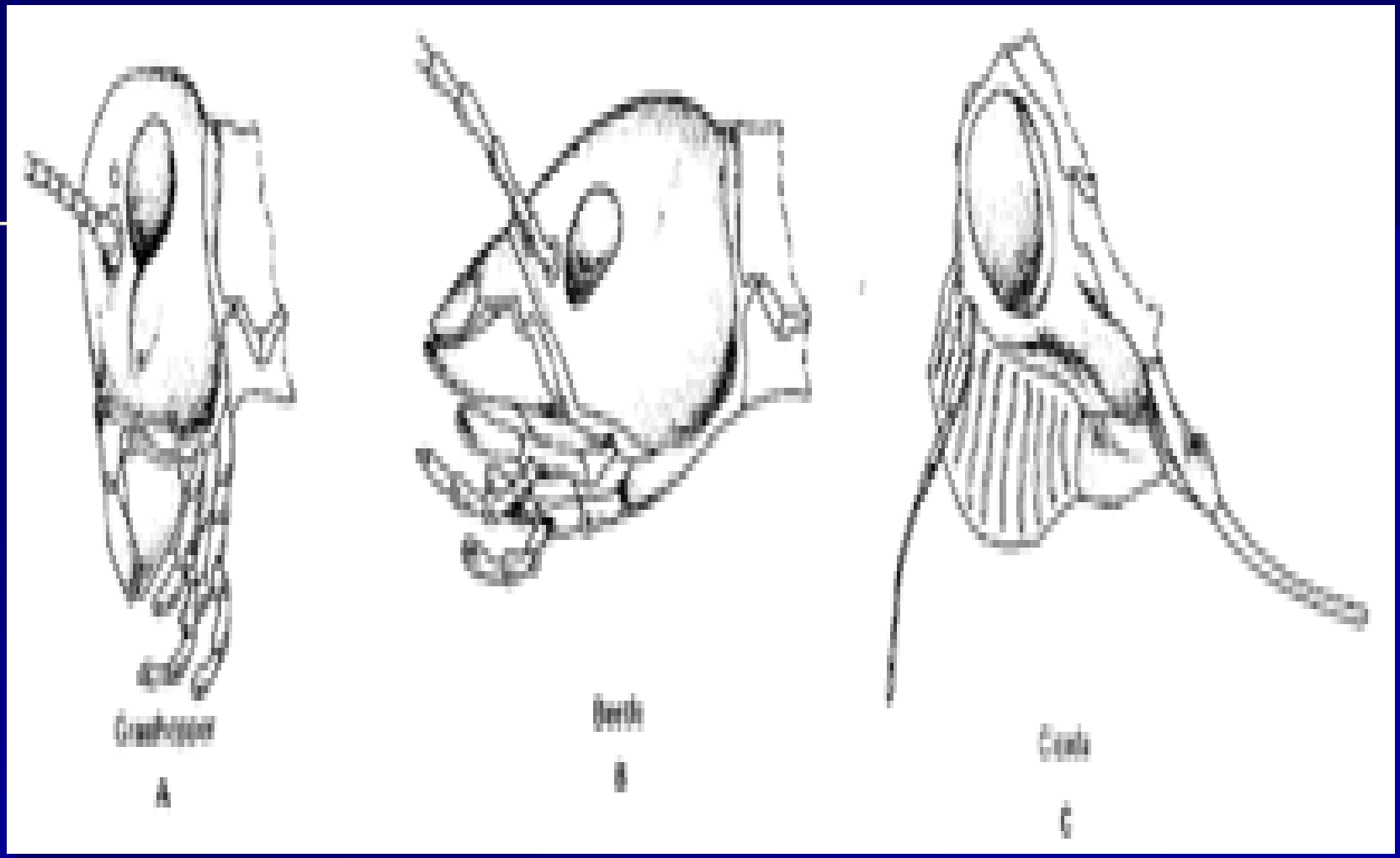
PADA KEPALA TERDAPAT

1. Alat mulut
2. Antena
3. Mata majemuk
4. Mata tunggal

1. ALAT MULUT SERANGGA

POSISI / LETAK ALAT MULUT

- **Hypognathous : apabila alat mulutnya menghadap ke bawah, contoh : belalang Acrididae;**
- **Prognathous : apabila alat mulutnya menghadap ke depan, contoh kumbang Carabidae;**
- **Ophistognathous : apabila alat mulutnya menghadap ke belakang, contoh Hemiptera.**

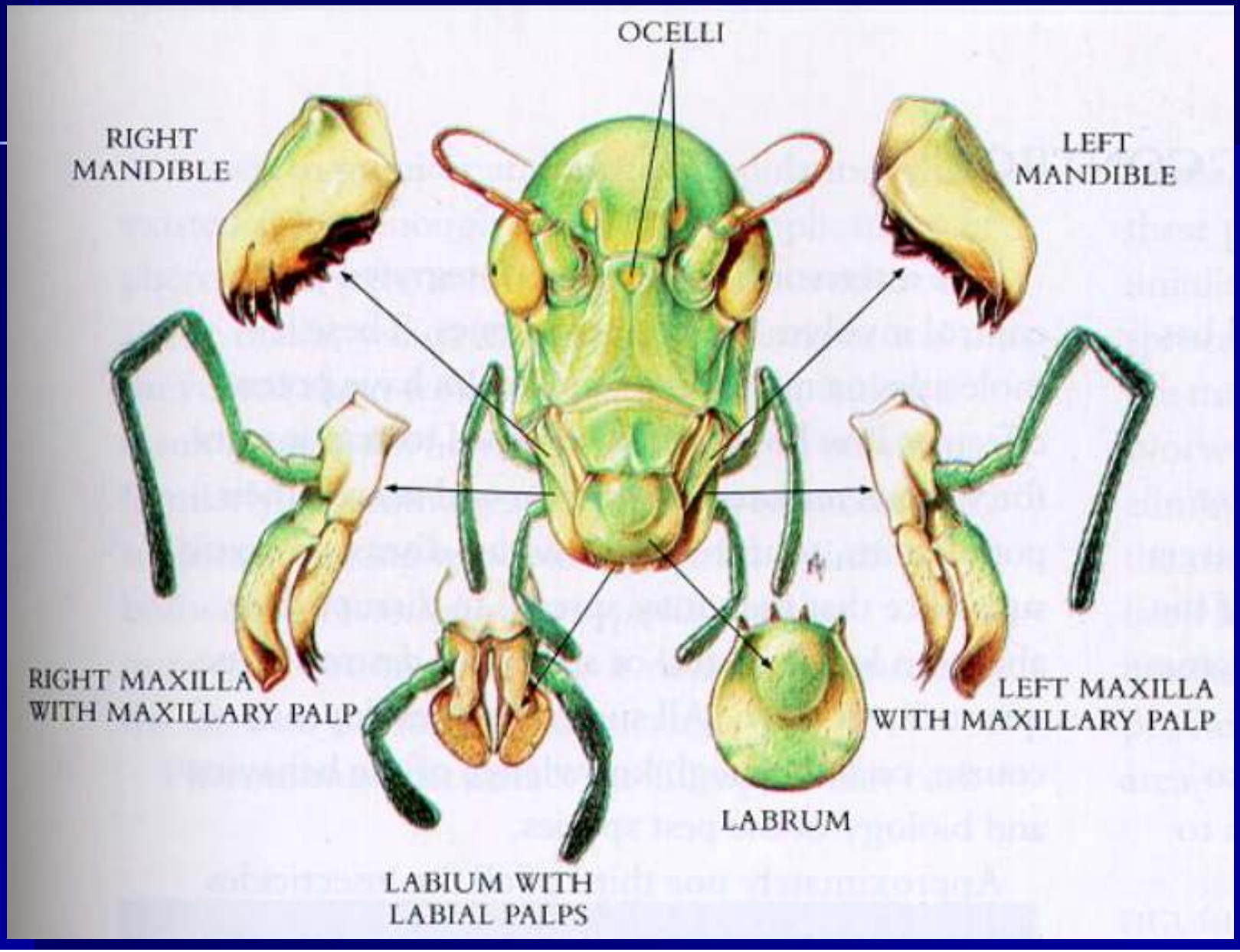


hypognathous *Prognathous* *opistognathous*

TIPE ALAT MULUT SERANGGA

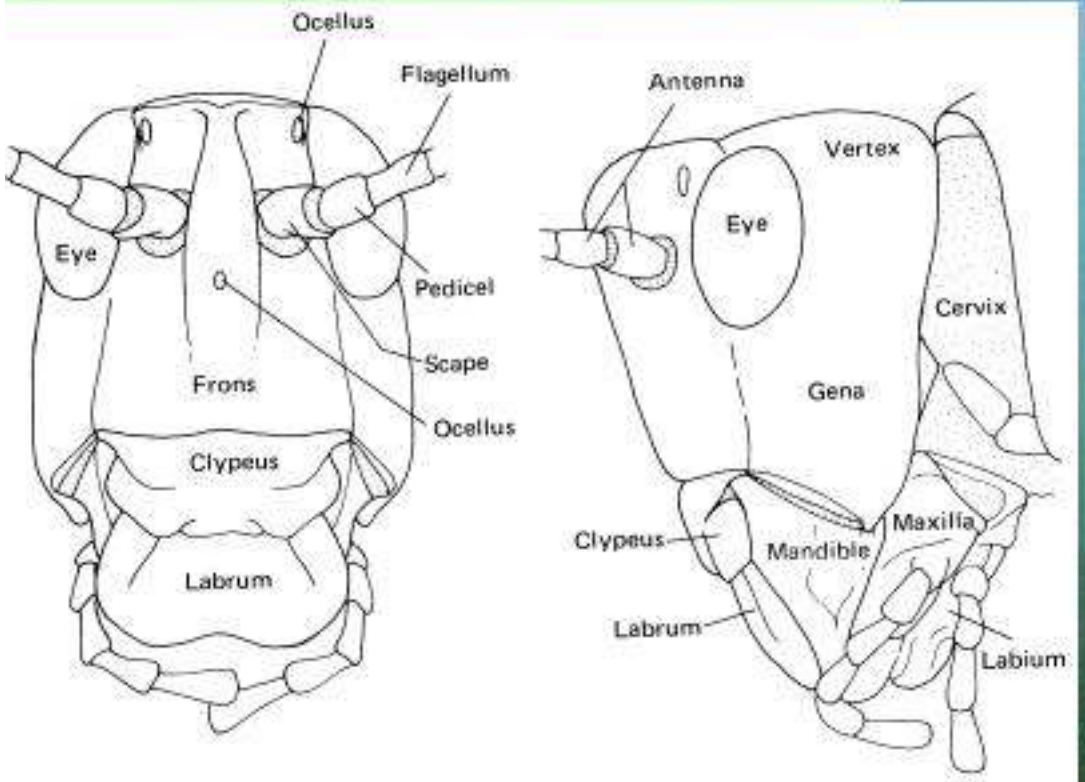
1. Chewing type
   1. Contoh : ordo Orthoptera, Coleoptera
   2. Bagian dari alat adalah :
      1. Labrum
      2. Mandibel
      3. Maksila
      4. Labium
2. Piercing sucking type
   1. Contoh : Ordo Homoptera, Hemiptera, Diptera
   2. Bagian alat mulut adalah :
      1. Rostrum (dari labium)
      2. Stilet (dari mandibel dan maksila)

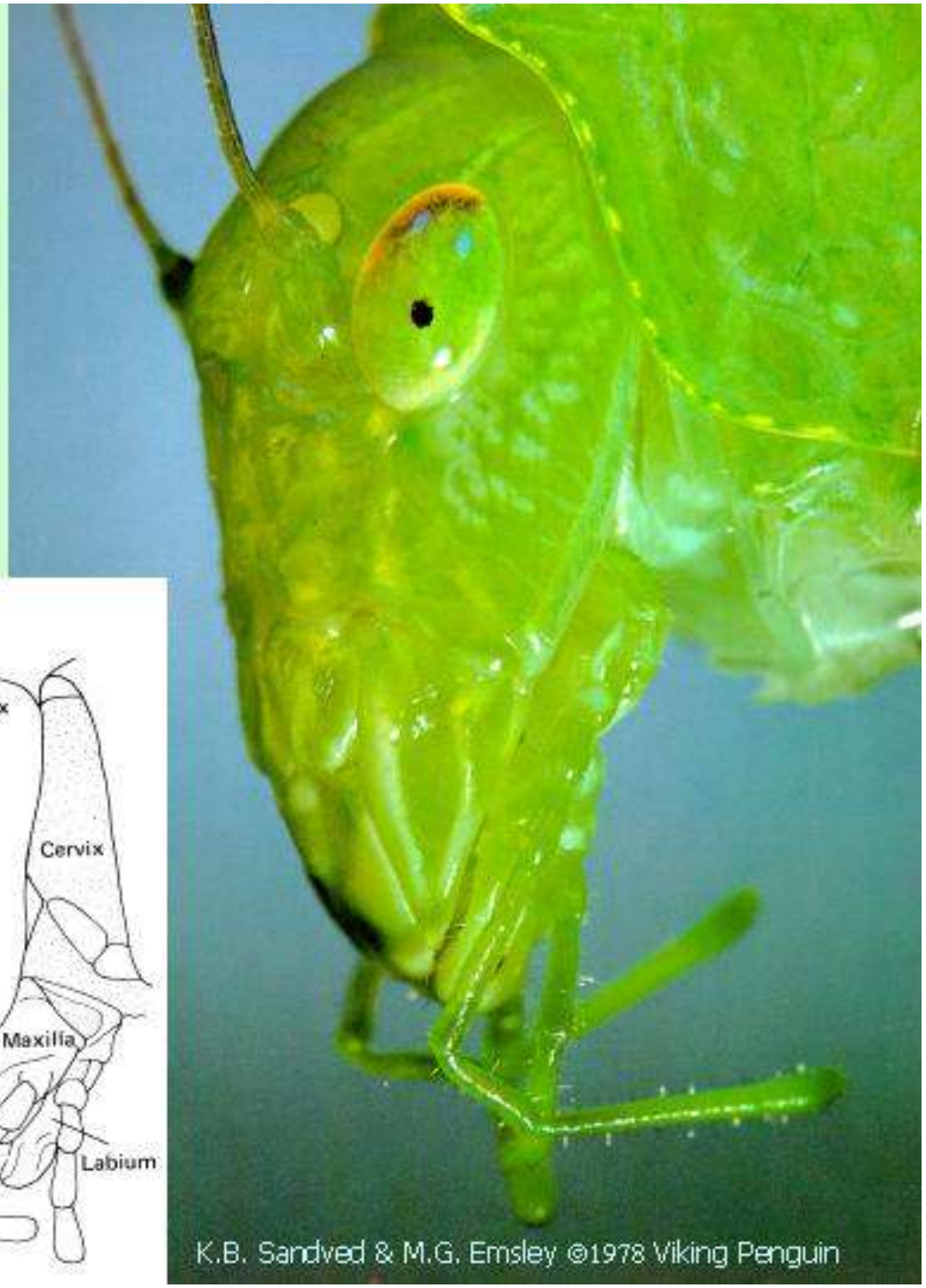
BAGIAN-BAGIAN MULUT SERANGGA

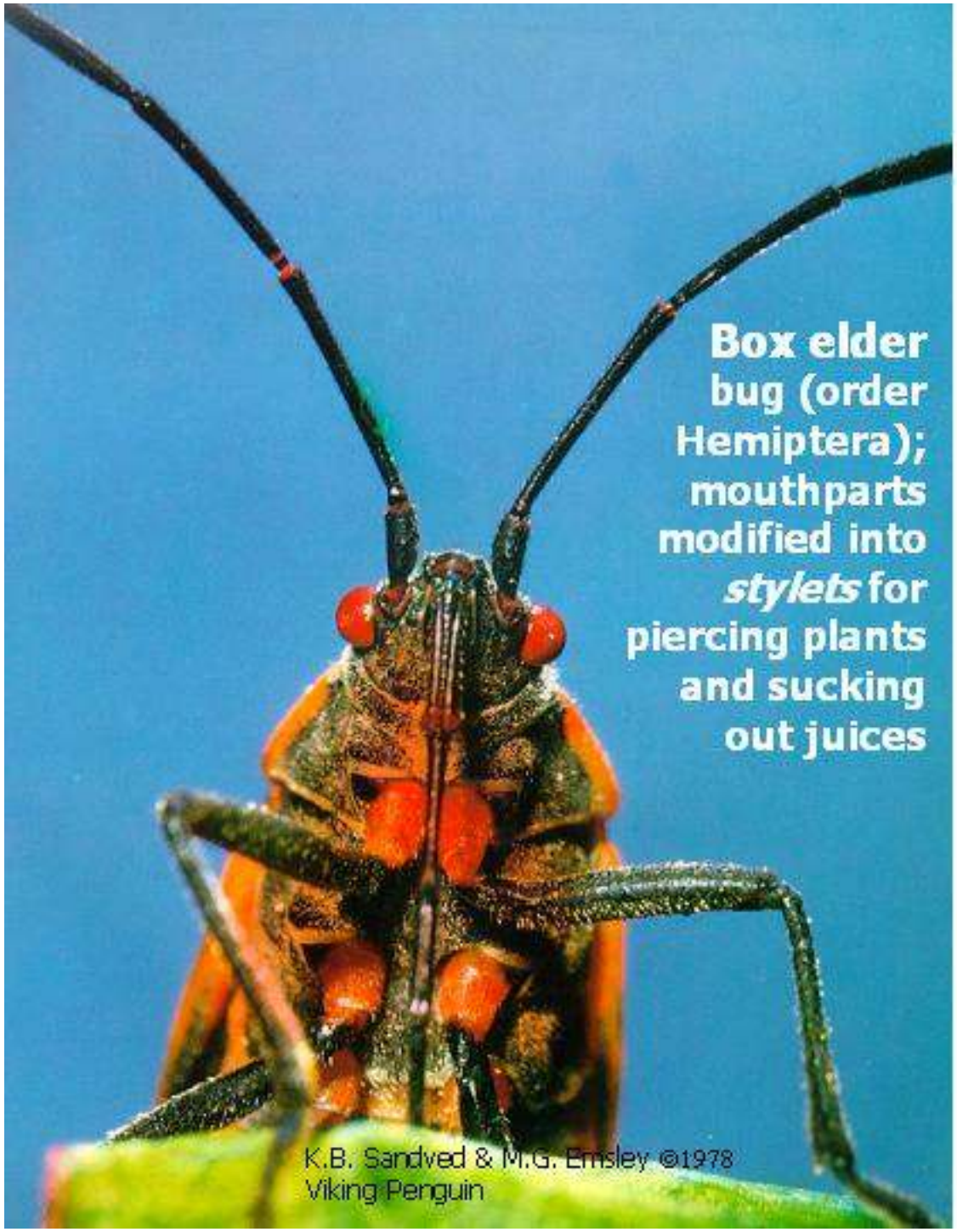


chewing mouthparts

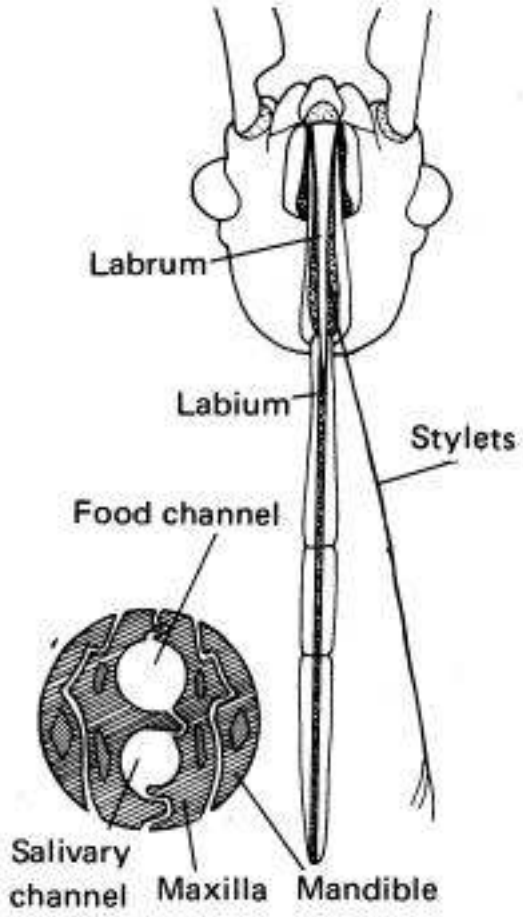
Grasshopper (order Orthoptera, Acrididae): mouthparts directed downward and specialized for processing plant materials

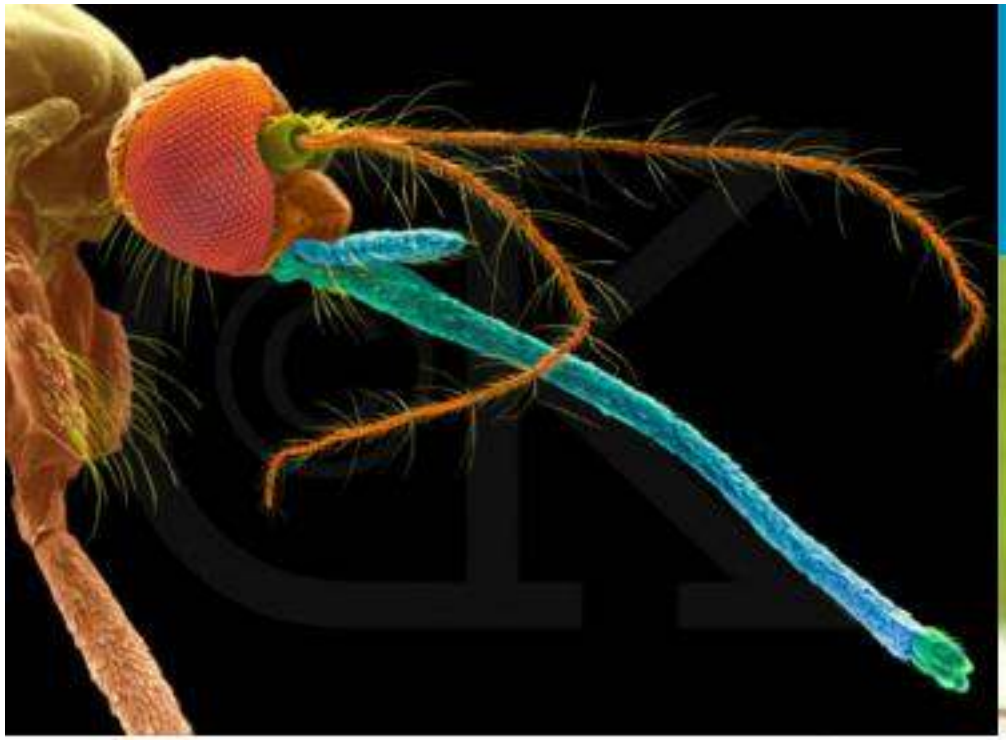




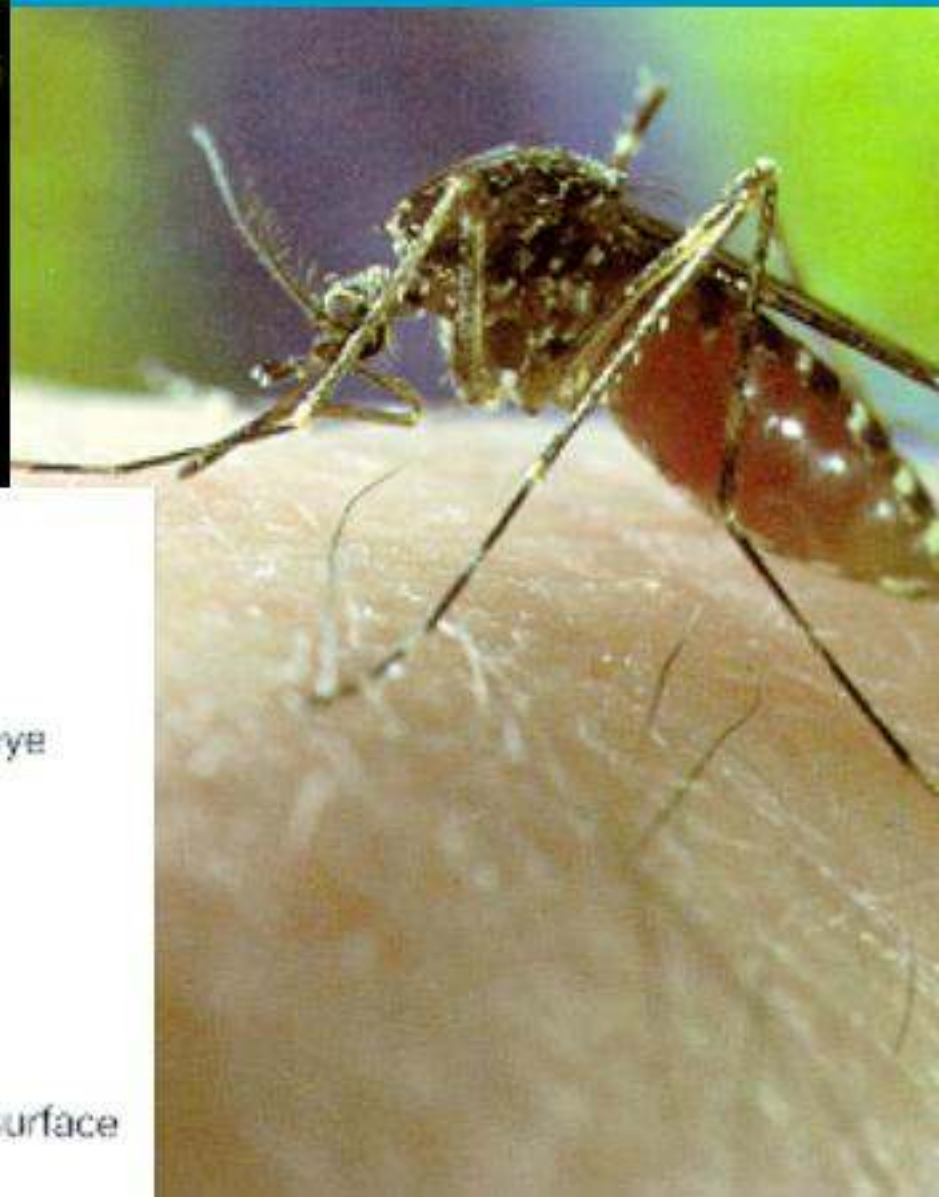


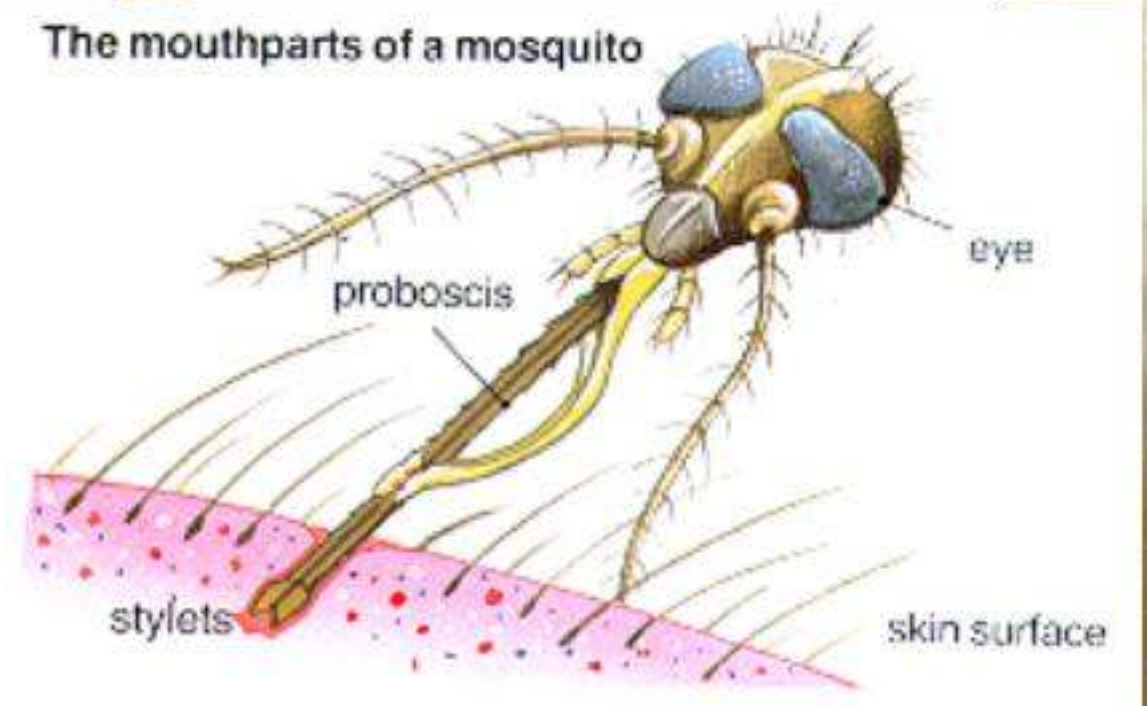
piercing-sucking mouthparts





piercing-sucking . . .





3. Sponging type

contoh : ordo Diptera (lalat rumah, lalat buah)

1. Bagian dari alat mulut adalah :
    1. Rostrum
    2. Haustelum (dari labium)
    3. Pseudotrakhea

4. Siphoning type

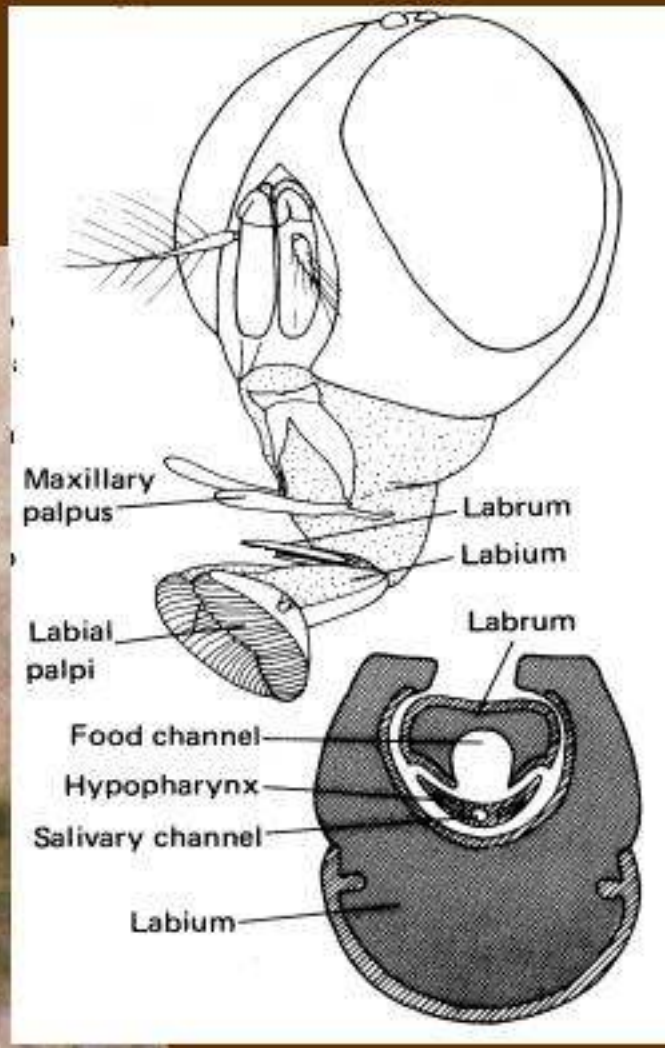
contoh : ordo Lepidoptera

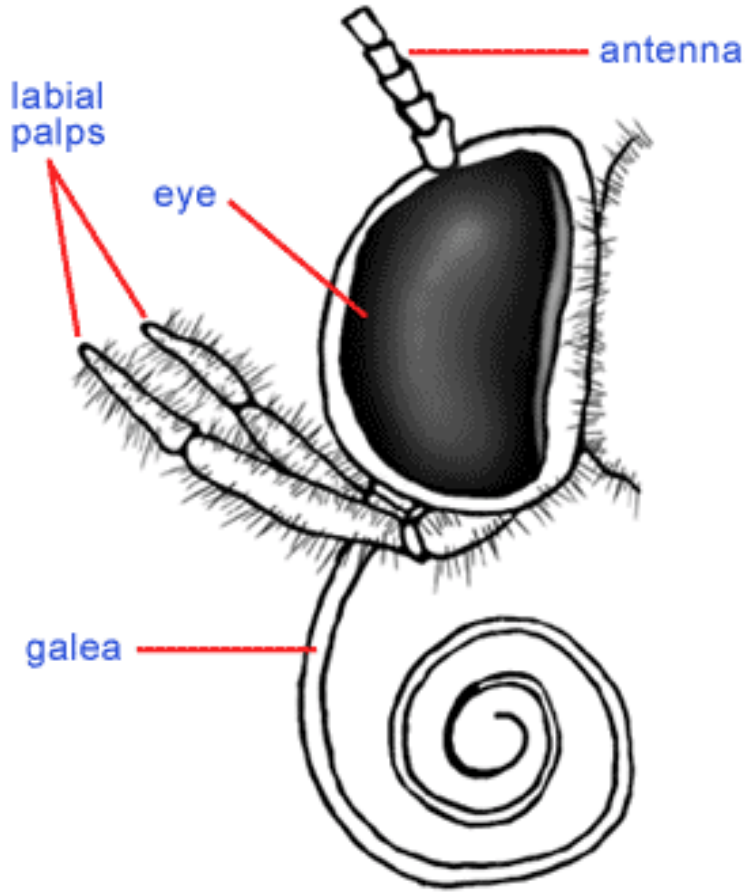
Bagian dari alat mulut adalah :

probocis (dari galea)

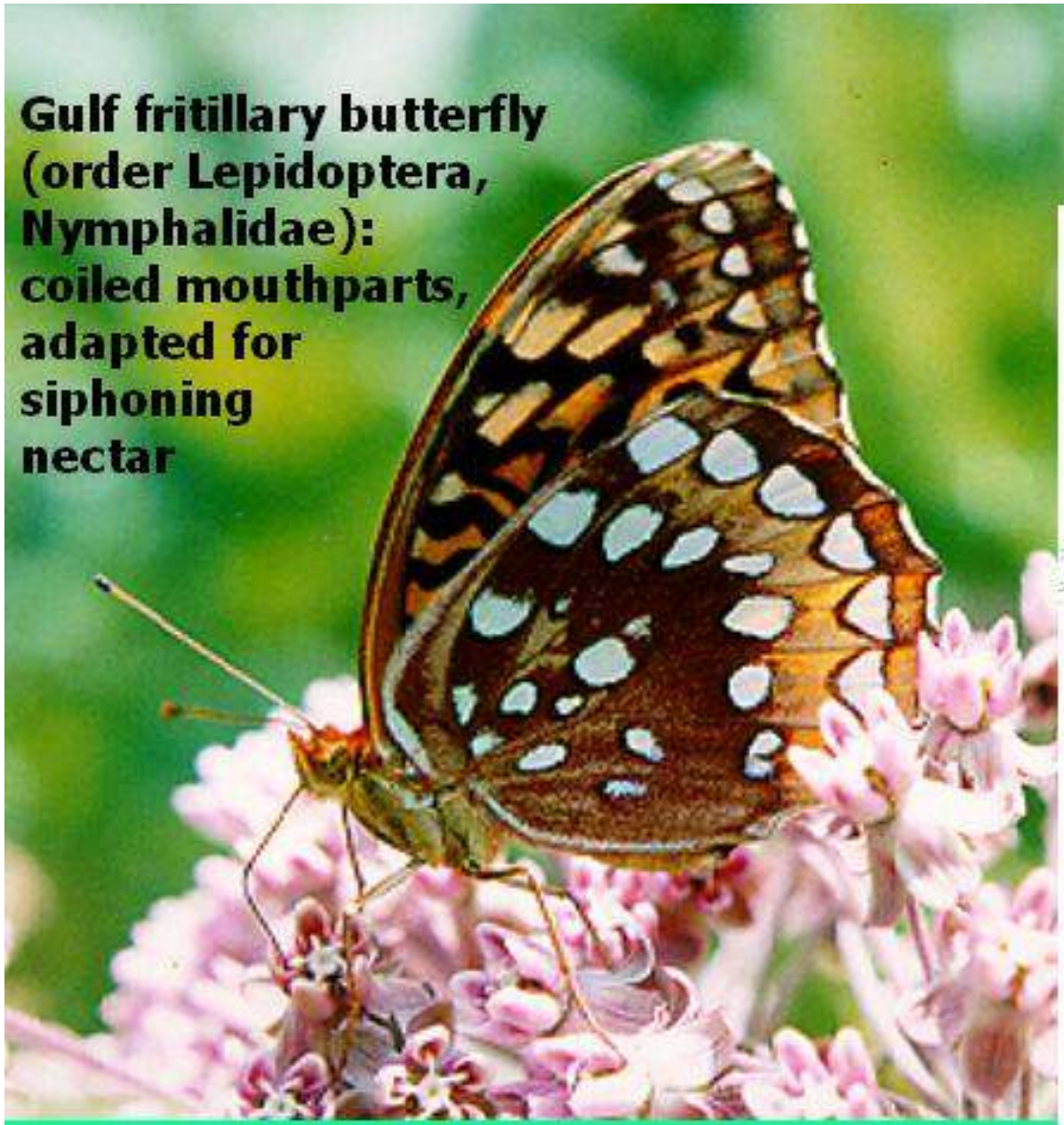
•

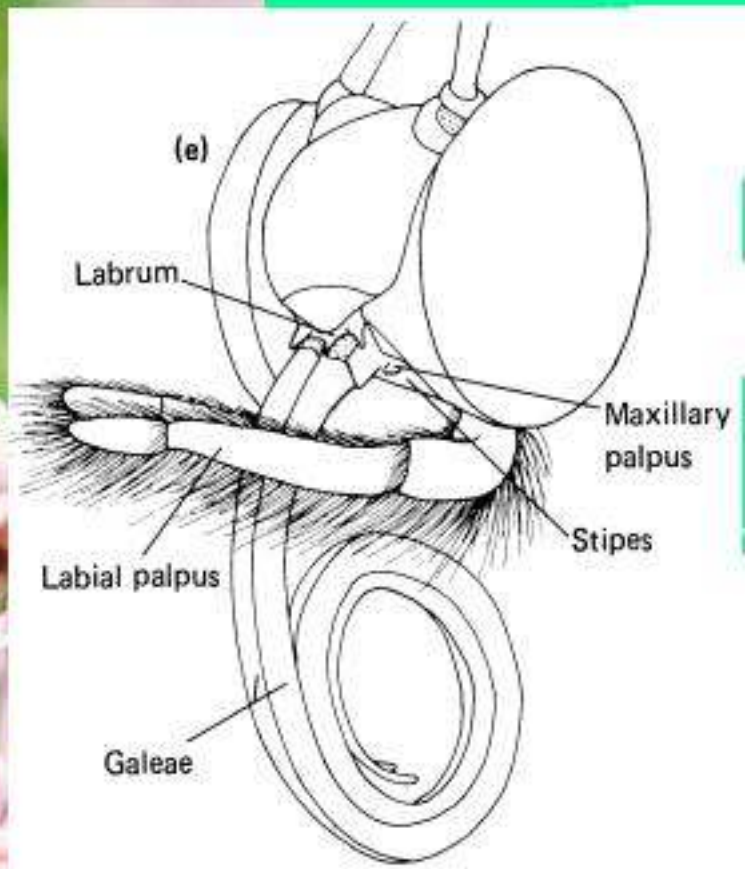
sponging mouthparts

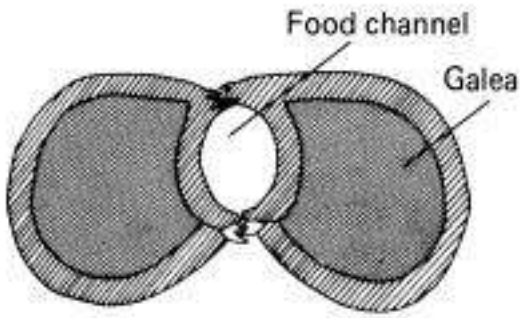




SIPHONING MOUTHPARTS



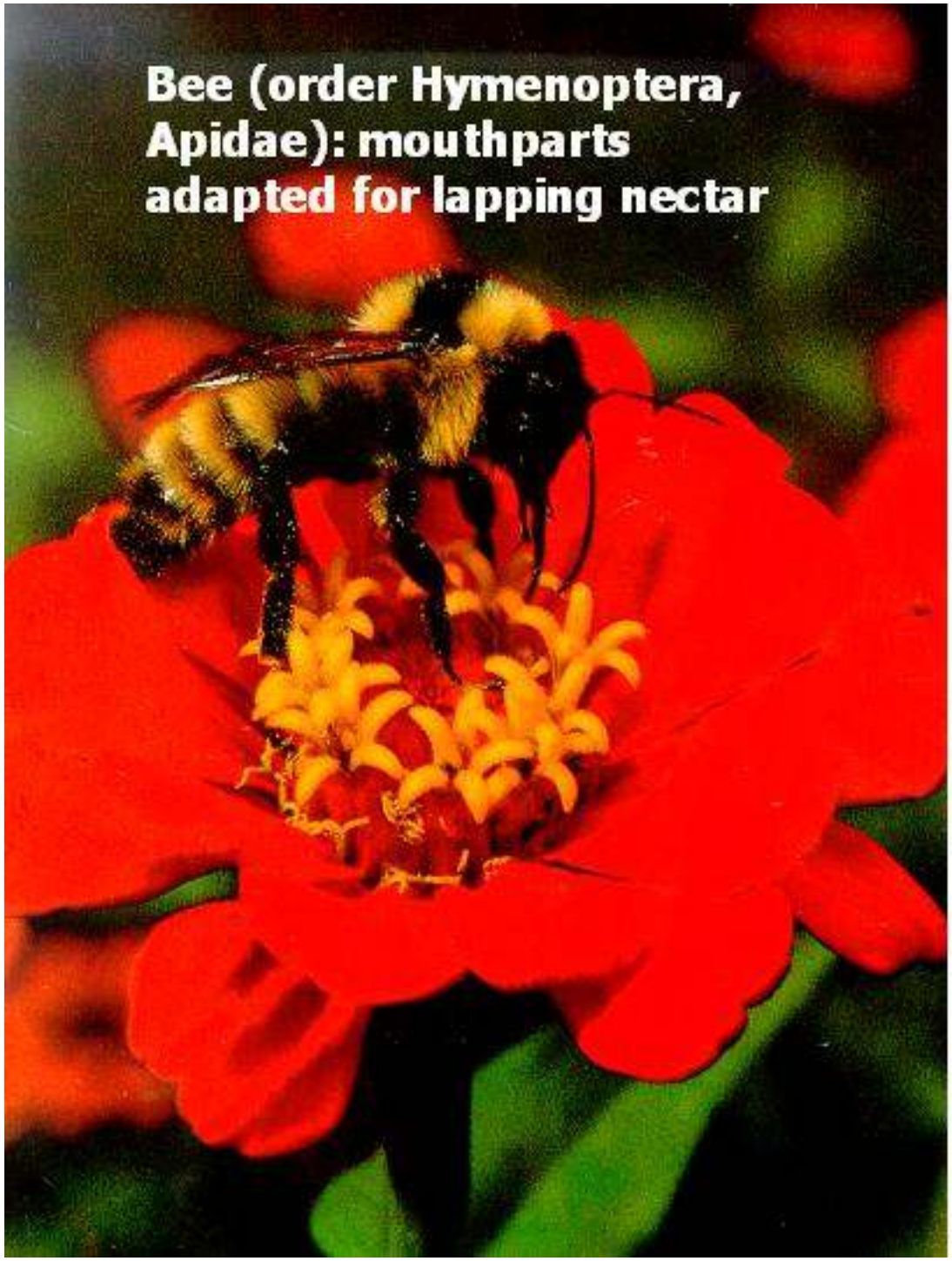




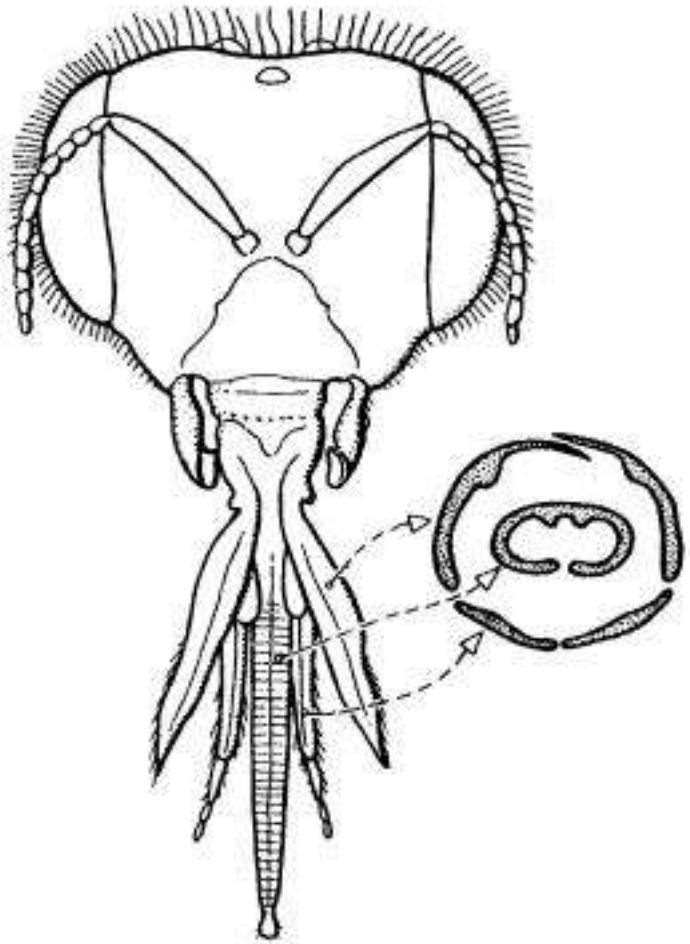
Siphoning mouthparts

5. Rasping sucking type
6. Cutting sponging type
7. Chewing lapping type

•



lapping mouthparts



Tipe Alat mulut serangga (berdasarkan fungsi/cara makan)

1. **Mandibulata (alat mulut menggigit-mengunyah)**

   Contoh : Ordo Orthoptera

   Terdiri atas: Labrum, mandibel (untuk memotong, mengunyah, maksila (untuk melembutkan makanan), labium (membantu memegang makanan)

2. **Haustelata (alat mulut menusuk-menghisap, meraut-menghisap)**

   - Menusuk-menghisap

     Contoh: ordo Hemiptera

     Terdiri atas labrum (cuping), rostrum (labium), dan stilet (modifikasi dari mandibel dan maksila)

- Meraut-menghisap
  Contoh: Thrips; Alat mulut abnormal (hanya 1 stilet mandibel yang berkembang)
  Terdiri atas 1 stilet mandibel kiri, 2 stilet maksila, labrum, rostrum

3. Alat mulut tipe khusus (alat mulut mengkait-menghisap)

Contoh: *Bactrocera dorsalis*, larva ordo Diptera (lalat, nyamuk)
Terdiri atas: kait mulut dan otot penggerak kait mulut

[pentingnya mempelajari alat mulut karena berkaitan dengan kerusakan yang ditimbulkan pada tanaman]

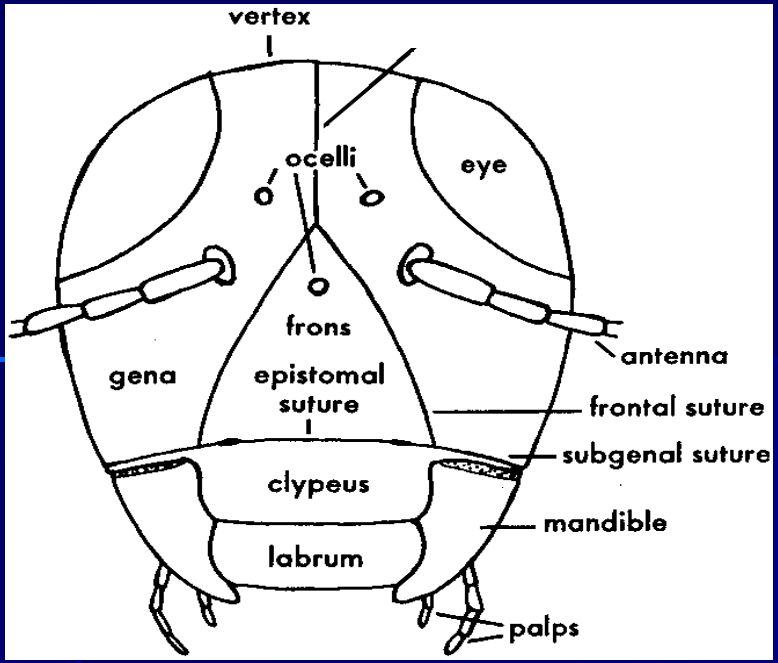
Kerusakan Tanaman yang Ditimbulkan :

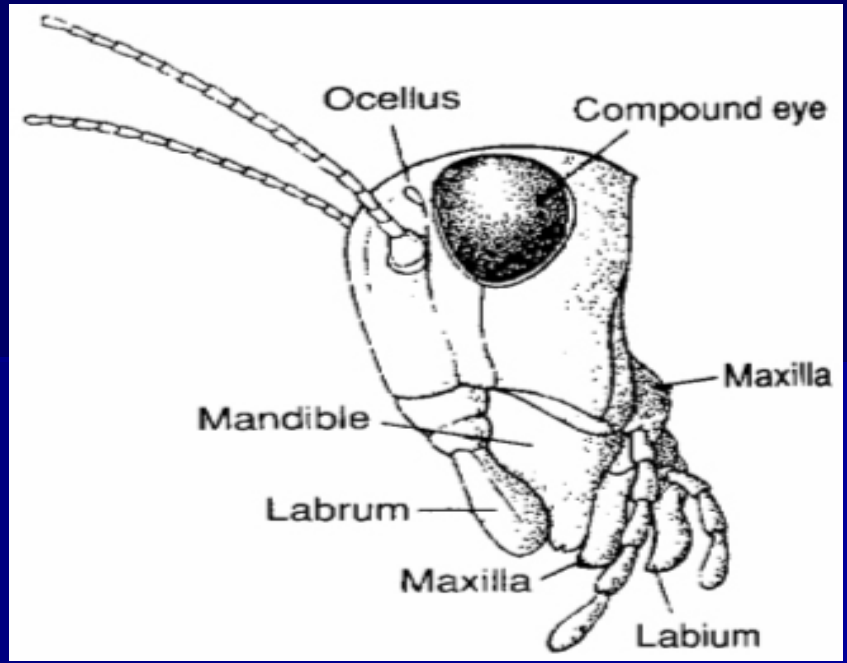
- ✓ **Menggigit-mengunyah**: sobekan pada daun; lubang pada daun; gerekan pada buah, batang, dan akar
- ✓ **Menusuk-menghisap**: bintik-bintik pada daun, bercak-bercak kuning (klorosis) atau pucuk daun mengkerut
- ✓ **Meraut-menghisap**: goresan-goresan putih keperakan pada bunga
- ✓ **Mengait-menghisap**: bagian dalam buah hancur dan membusuk (oleh larva Diptera)

2. Mata

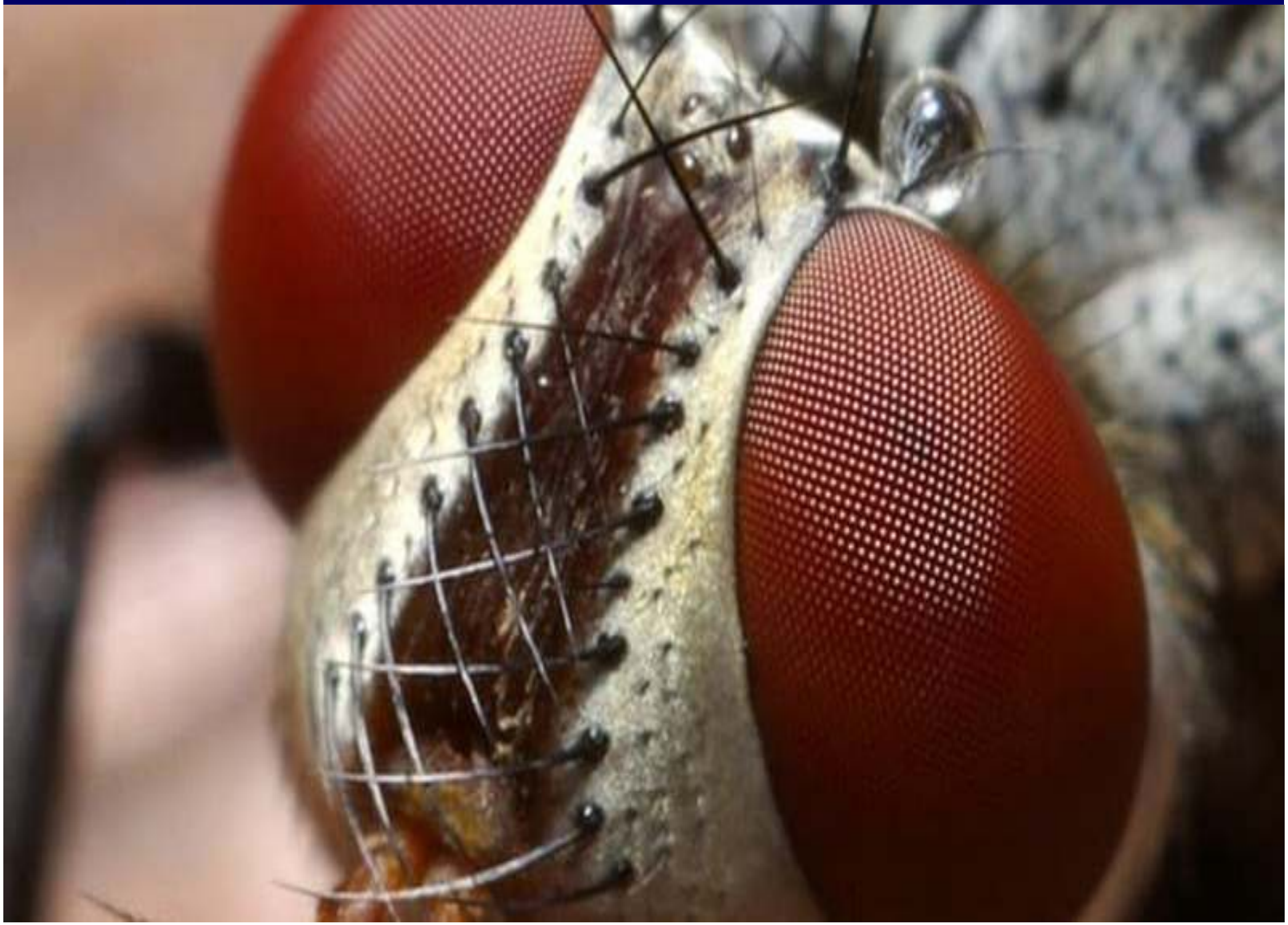
- **Mata majemuk** tersusun oleh ommatidia yg berbentuk hexagonal. Lebih dari 30,000 ommatidia dalam satu mata majemuk

- **ocelli** (2 or 3), berfungsi untuk mendeteksi cahaya/perubahan intensitas cahaya.

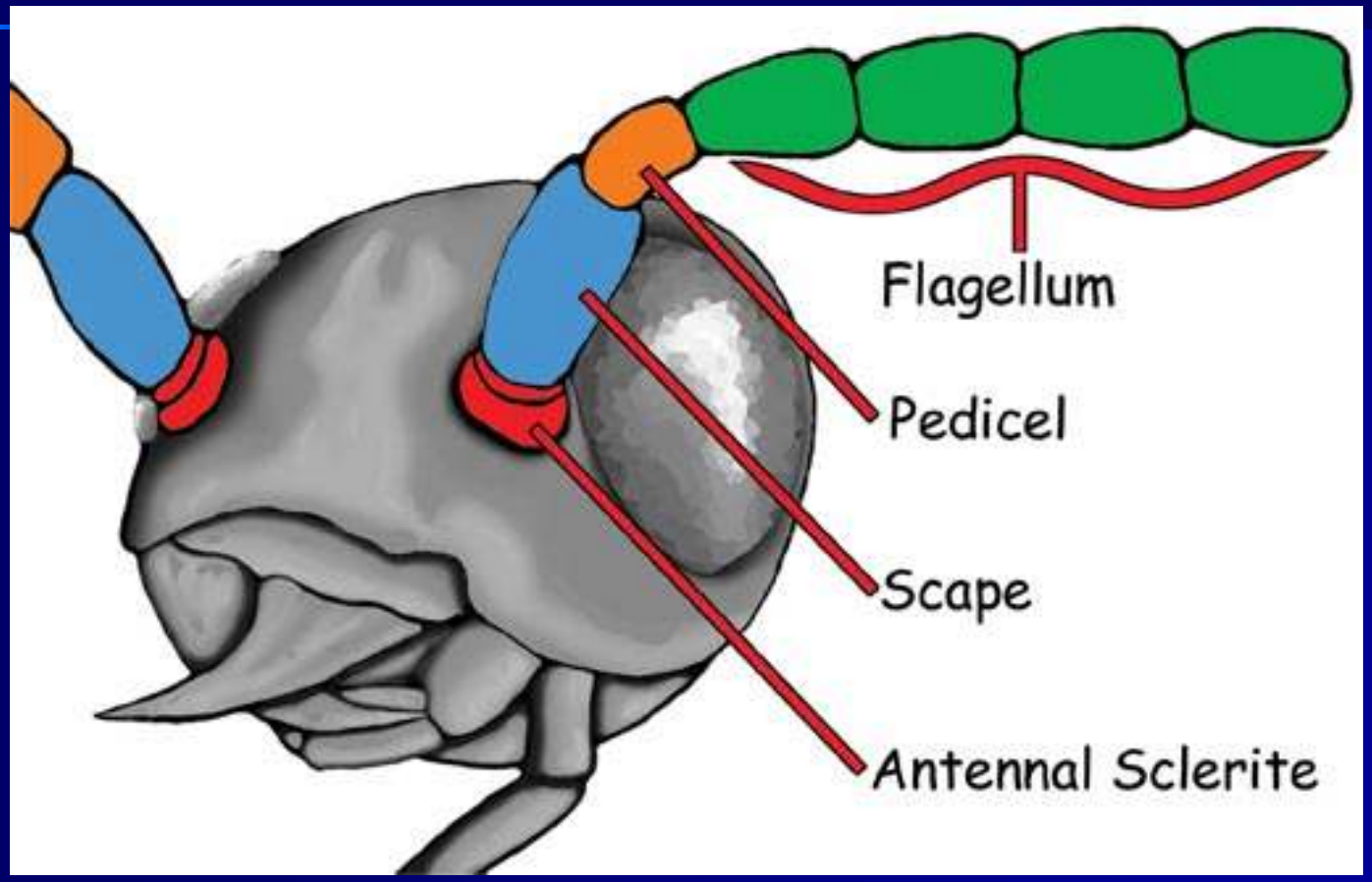

vertex
ocelli
eye
frons
gena
epistomal suture
antenna
frontal suture
subgenal suture
clypeus
mandible
labrum
palps


Ocellus
Compound eye
Maxilla
Mandible
Labrum
Maxilla
Labium


Halictus rubicundus (Female)



3. ANTENA SERANGGA



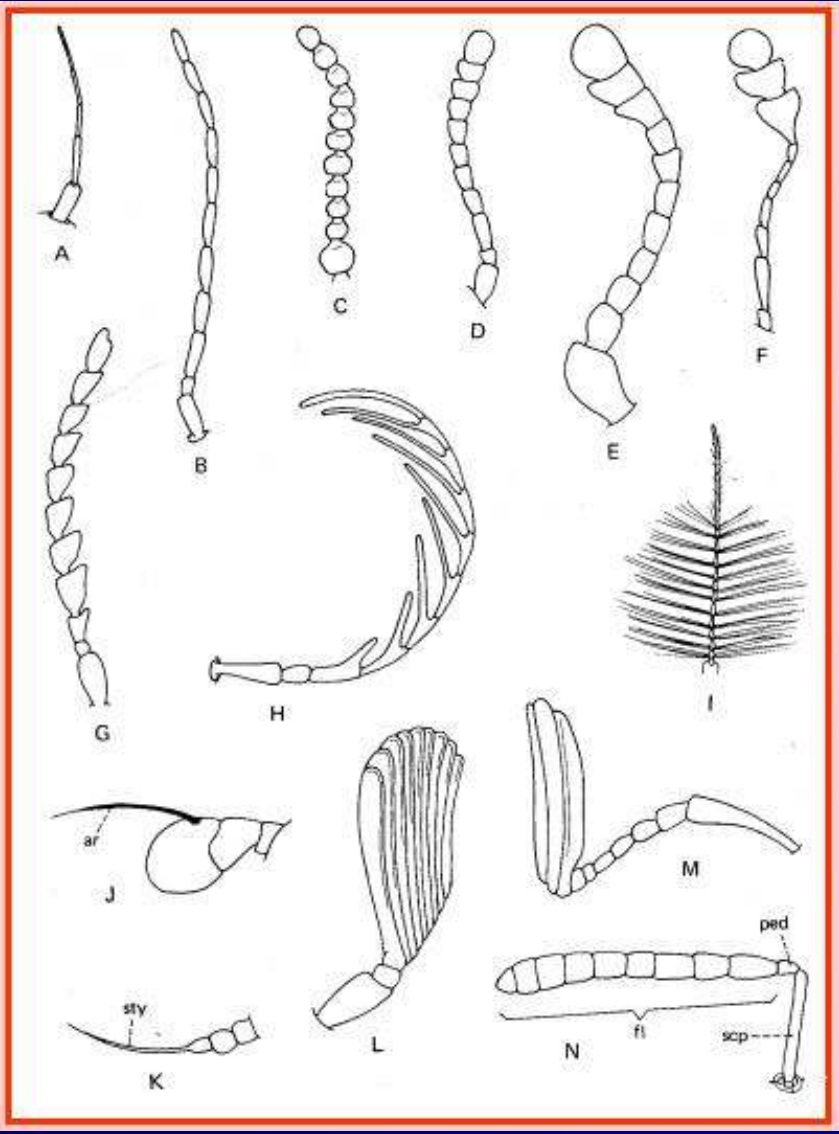
3. ANTENA

- Berfungsi sebagai alat penerima ransangan seperti: gerak dan arah gerak, bau, rasa, panas, peraba, suara, kelembaban, isyarat kimia dan pendengaran
- Bentuknya bervariasi
- Ruas pertama disebut Scape,ruas kedua pedisel, berikutnya flagellum.

TIPE-TIPE ANTENA SERANGGA

- 1. setaceous
- 2. filiform
- 3. moniliform
- 4. serrate
- 5. pectinate
- 6. bipectinate
- 7. clavate
- 8. capitate
- 9. lamellate
- 10. flabellate
- 11. geniculate
- 12. plumose
- 13. aristate
- 14. stylate
- 15. dll

TIPE-TIPE ANTENA SERANGGA

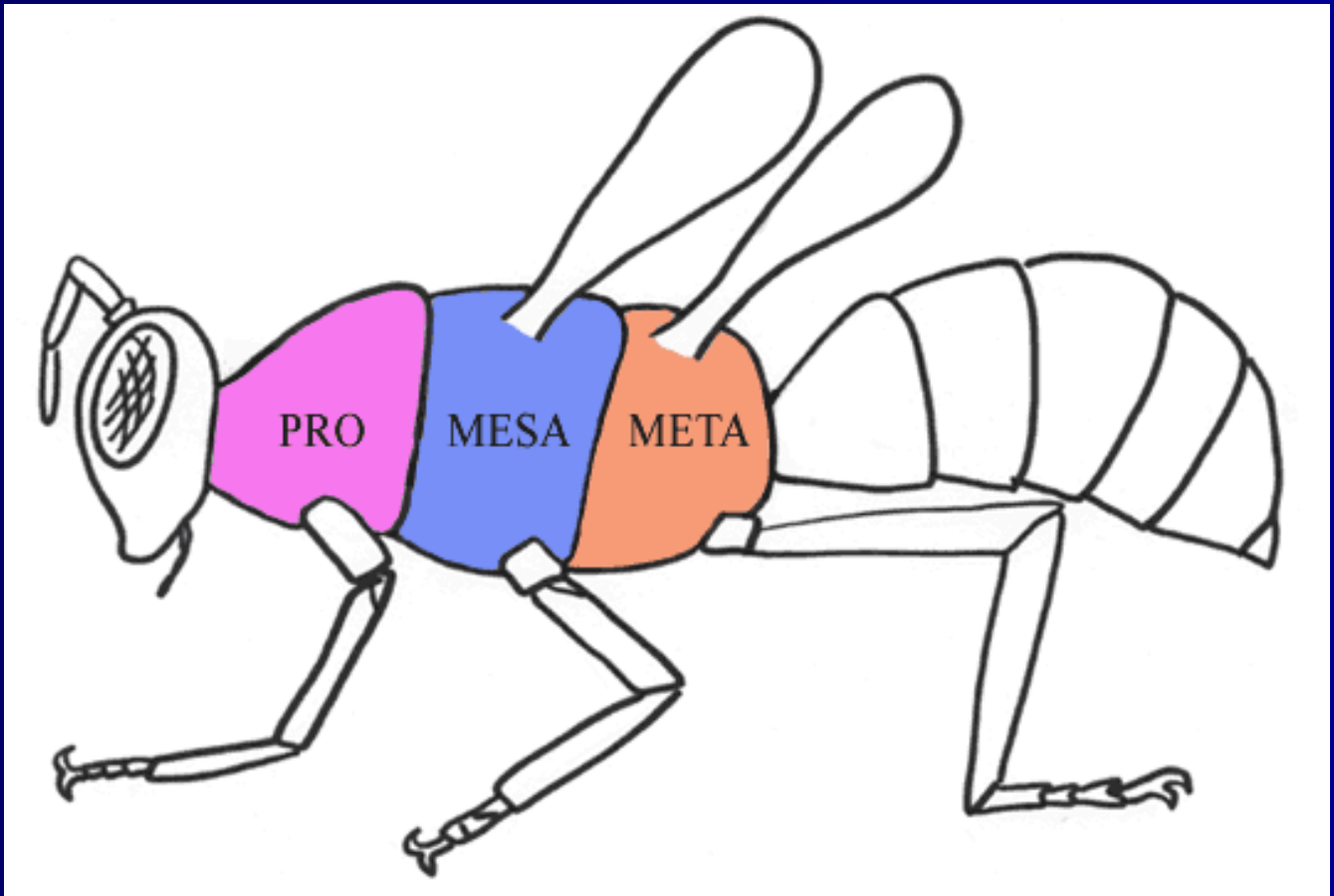


Antennae

A. **setaceous** (dragonfly)
B. **filiform** (ground beetle)
C. **moniliform** (bark beetle)
D. **clavate** (darkling beetle)
E. **clavate** (ladybird beetle)
F. **capitate** (sap beetle)
G. **serrate** (click beetle)
H. **pectinate** (fire-colored beetle)
I. **plumose** (male mosquito)
J. **aristate** (syrphid fly)
K. **stylate** (snipe fly)
L. **flabellate** (cedar beetle)
M. **lamellate** (scarab beetle)
N. **geniculate** (chalcid wasp)

ar, arista; *fl,* flagellum; *ped,* pedicel; *scp,* scape; *sty,* style

TORAKS SERANGGA



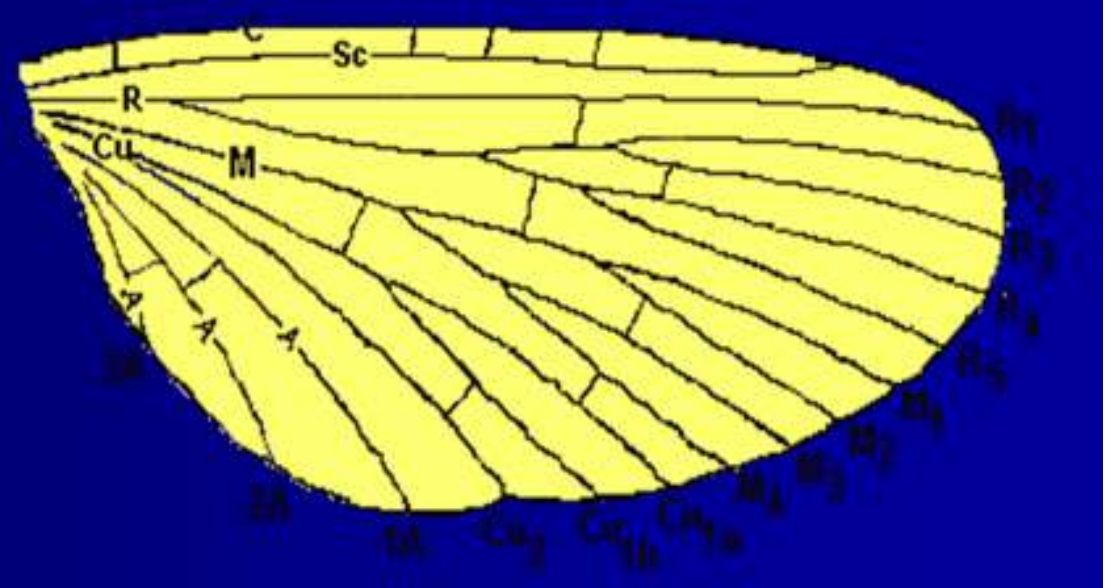
SAYAP SERANGGA

- Sayap hanya terdapat pada serangga dewasa
- Kebanyakan serangga mempunyai sayap, tetapi ada
  - Sayap pendek (*brachypterous*)
  - Tidak bersayap (*apterous*)
- Serangga mempunyai dua pasang sayap
  - Satu pasang pada mesotoraks
  - Satu pasang pada metatorak
- Sayap serangga mempunyai venasi
  - Venasi merupakan perluasan dari sistem sirkulasi serangga
  - Venasi memberi dukungan dan kekakuan pada sayap

VENASI SAYAP SERANGGA

1. LONGITUDINAL VEIN

- Costa (C) 1
- Sub-costa (Sc) 2
- Radius (R) 5
- Media (M) 4
- Cubitus (Cu) 3
- Anal vein (A) 4



VENASI SAYAP SERANGGA

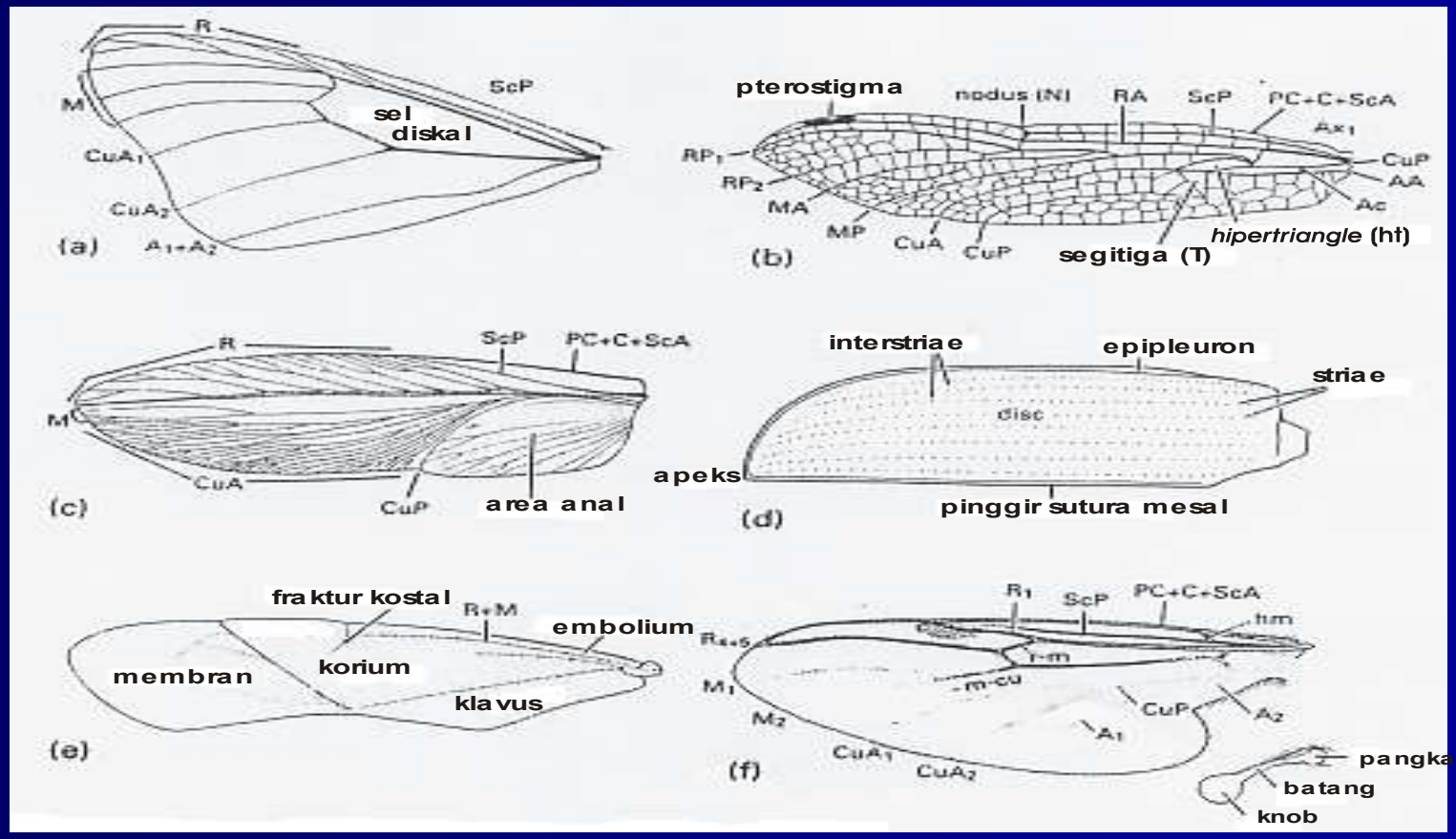
2. CROSS VEIN (Pembuluh sayap membujur)

- humeral (h)
- Radial (r)
- Sektoral (s)
- radio – medial (r-m)
- Medial (m)
- medio – cubital (m- cu)
- cubito – anal (cu – a)

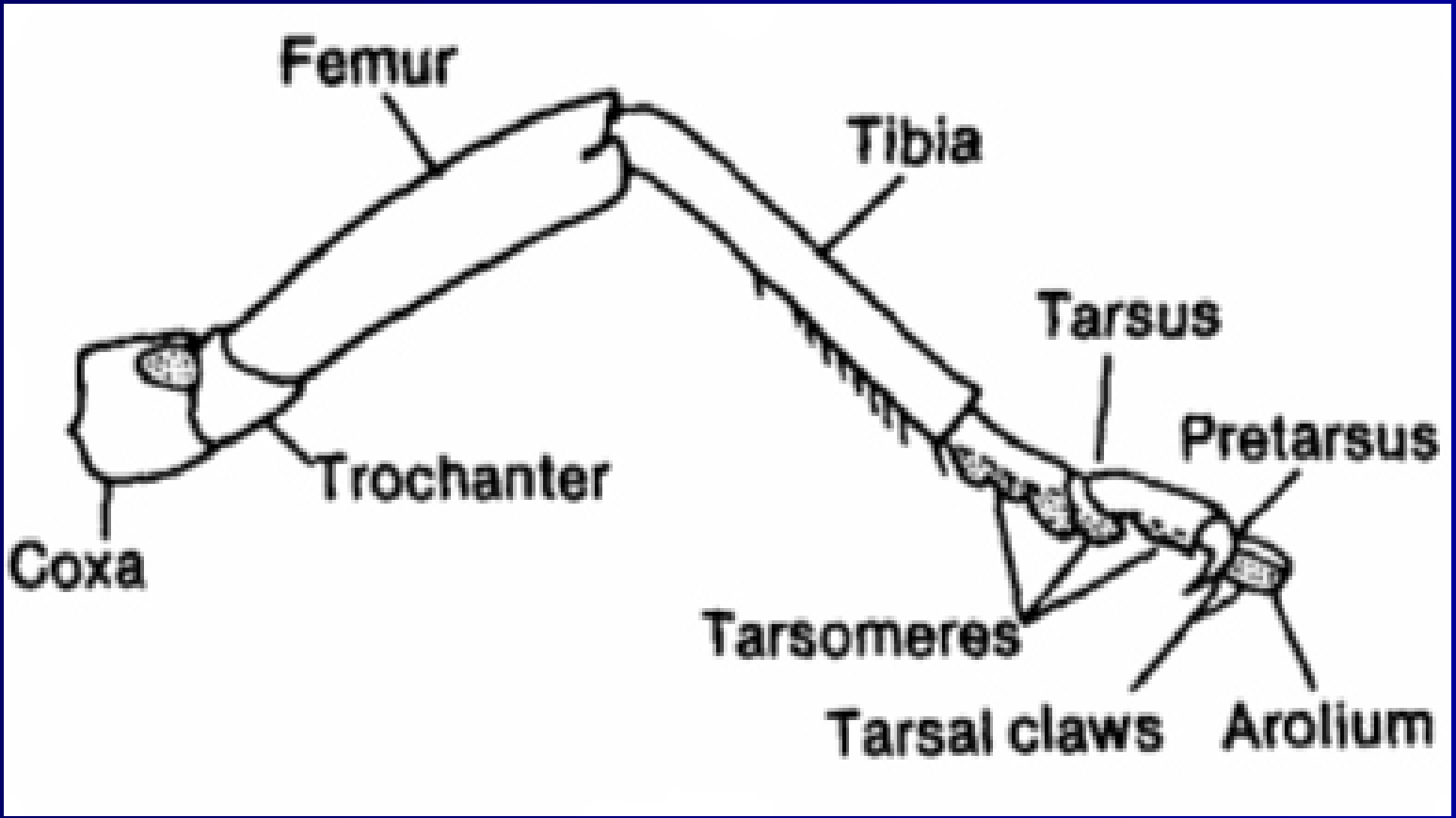
3. RUANG SAYAP

4. PEMBULUH TAMBAHAN

Bentuk-bentuk sayap

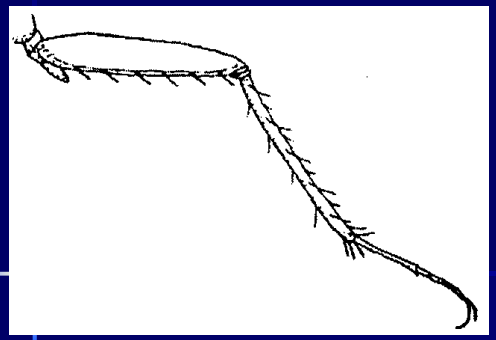


TUNGKAI SERANGGA

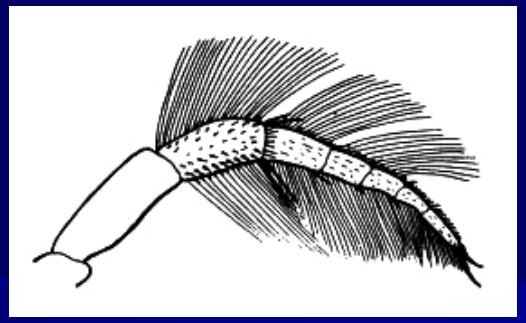


Tipe tungkai

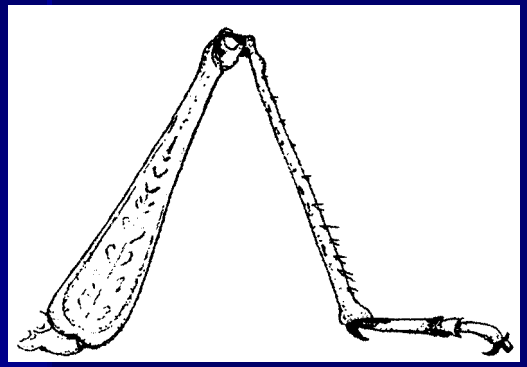
- Ambulatorial: untuk berjalan. Contoh: Bugs (order Hemiptera), leaf beetles beetles (order Coleoptera).
- Cursorial: untuk berlari contoh: Cockroaches (order Blattaria), ground and tiger beetles (order Coleoptera).
- Fossorial: menggali. contoh: Ground dwelling insects; mole crickets (order Orthoptera) and cicada nymphs (order Hemiptera).
- Raptorial: Kaki depan untuk menangkap mangsa: Preying Mantids.
- Saltatorial: Tungkai belakang berfungsi untuk melompat, dicirikan oleh femur and tibia yang memanjang
- Natatorial: Tungkai depan dan belakang berfungsi untuk berenang, dicirikan oleh setae yang panjang pada tarsi
- Clasping : pemegang
- Pembawa serbuk sari, kaki belakang lebah



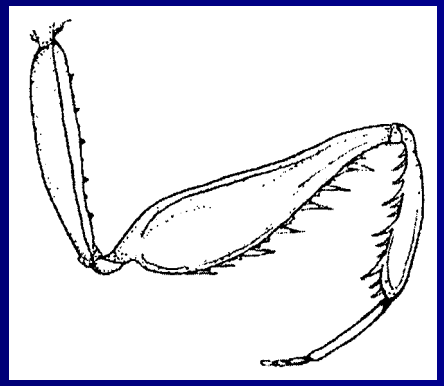
Cursorial



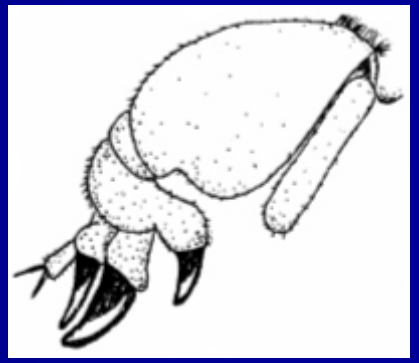
Natatorial



Saltatorial



Raptorial

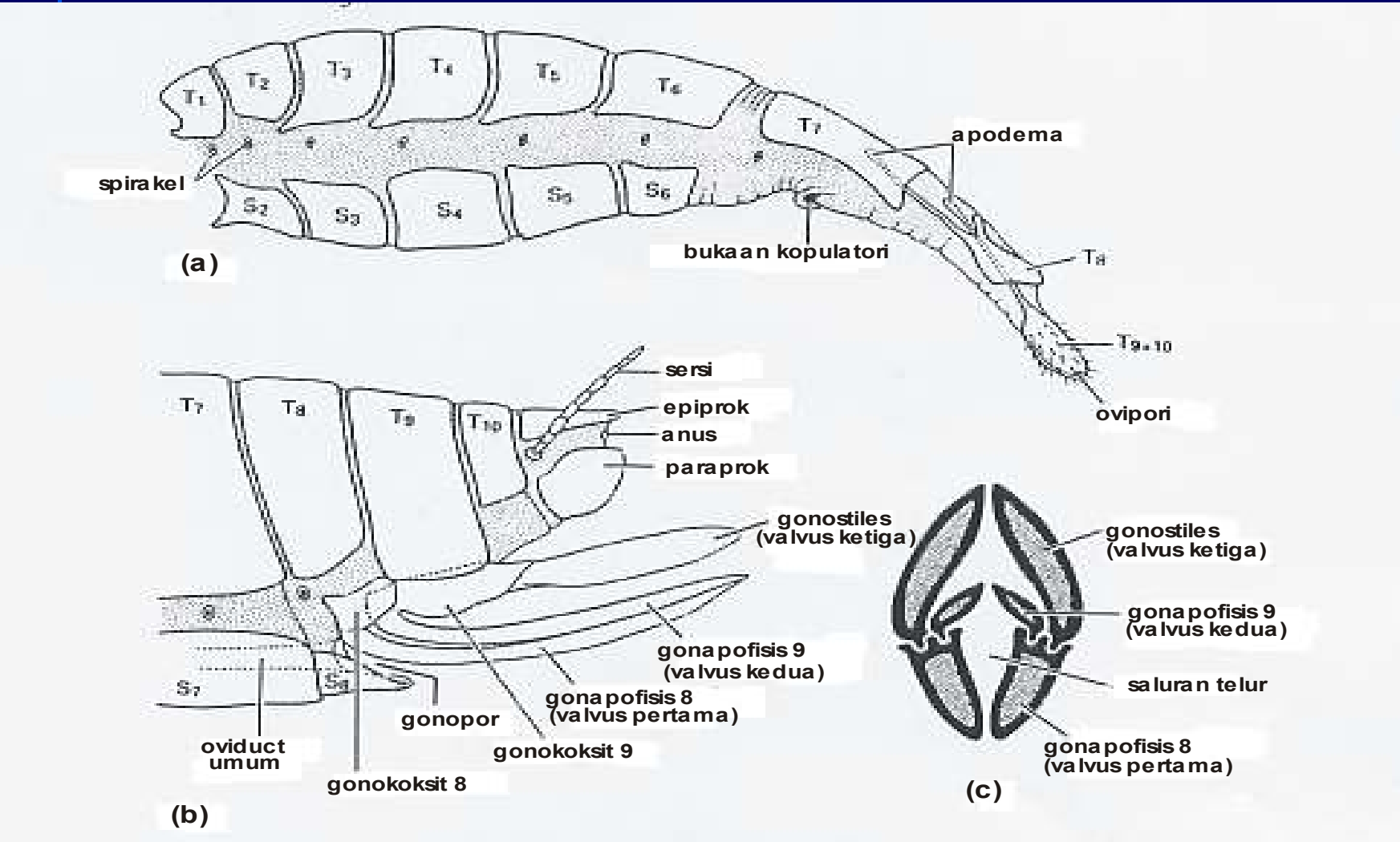


Fussorial

3. Abdomen

- **Biasanya terdiri 11 ruas, walaupun terkadang ruas 1 tereduksi atau bergabung dengan toraks (pada Hymenoptera)**
- **Sprirakel terdapat pada ruas 1-8**
- **Segmen 8-9 sering menjadi bagian alat kelamin (*terminalia*)**
- **Segmen 11 sering menjadi *epiproct.* Sepasang embelan *cerci* menempel pada ruas 11**
- **Terdapat alat kelamin betina untuk meletakkan telur *ovipositor***

Bentuk abdomen



Pertumbuhan dan perkembangan serangga

- Umumnya serangga mengawali siklus hidupnya dari telur
- Masa perkembangan di dalam telur disebut perkembangan embrionik dan setelah penetasan telur disebut perkembangan pasca-embrionik
- Perkembangan embrionik ada 3 yaitu ovipar,vivipar,ovovivipar

- Ovipar : serangga betina meletakkan telur yang telah matang, baik yang dibuahi atau tidak. Perkembangan embrio tjd diluar tubuh induk dan embrio memperoleh makanan dari kuning telur/yolk
- Vivipar : serangga betina melahirkan larva/nimfa, perkembangan embrio berlangsung dalam tubuh induk, embrio mendapat makanan dr induk dan kuning telur. Cth : aphid
- Ovovivipar : telur mengandung cukup kuning telur untuk memberi makan embrio yang sedang berkembang dan telur tsbt ditahan oleh induknya sampai larva siap menetas,thysanoptera,diptera

- Poliembrioni : setiap sel telur berkembang menjadi banyak embrio
- Partenogenesis : Sel telur berkembang menjadi embrio tanpa melalui pembuahan
- Paedogenesis : Serangga pradewasa memiliki alat kelamin yang telah matang dan dapat menghasilkan keturunan

Metamorfosis

- Perubahan fisik/bentuk serangga dari satu tahap ke tahap berikutnya.
- Keseluruhan rangkaian perubahan dari telur sampai imago
- Melibatkan proses ganti kulit/eksdisis yang terjadi secara berkala
- Jumlah ganti kulit bervariasi
- Bentuk serangga pradewasa diantara 2 proses ganti kulit disebut instar
- Tahap pertumbuhan disebut stadium

II. METAMORFOSIS

A. Ametabola (tanpa metamorfosis)

Bentuk luar serangga pradewasa (gaead) serupa dengan imagonya, kecuali ukuran dan kematangan alat kelamin. Gaead dan imago biasanya hidup pada habitat sama. Contoh : ordo Thysanura (kutu buku)

B. Paurometabola

Bentuk umum serangga pradewasa menyerupai serangga dewasa tetapi terjadi perubahan bentuk dan ukuran pada serangga dewasa seperti terbentuknya sayap dan alat kelamin. Contoh : ordo Hemiptera

C. Hemimetabola (metamorfosis tidak sempurna)

- Serangga pradewasa disebut Naiad.
- Naiad dan imago hidup pada habitat yang berbeda (naiad hidup di air, imago hidup di darat/udara).
- Naiad memiliki modifikasi tungkai antara lain untuk melekat, memanjat, dan menggali, tubuh untuk berenang, alat mulut untuk mencari makan dalam air.

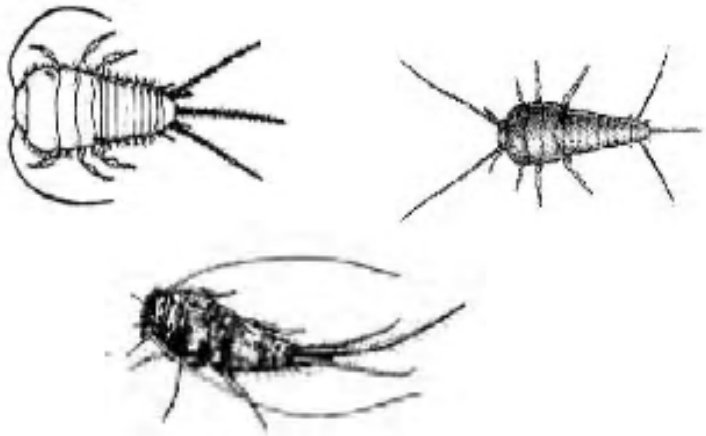
Contoh : ordo Odonata (Capung), ordo Ephemeroptera dan Plecoptera

D.Holometabola (metamorfosis sempurna/lengkap)

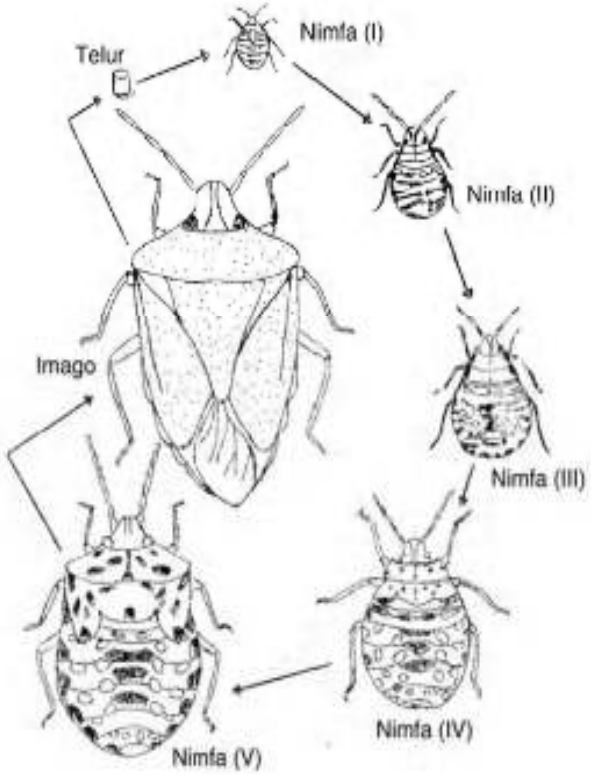
Telur (menetas) ⟶ larva ⟶ pupa ⟶ Imago

- Serangga pradewasa (larva dan pupa) memiliki bentuk yang sangat berbeda dengan imago.
- Larva biasanya menempati habitat dan makanan yang berbeda dengan imagonya.
- Pupa terdapat dalam kokon, puparium, atau tidak terlindung/terbuka.

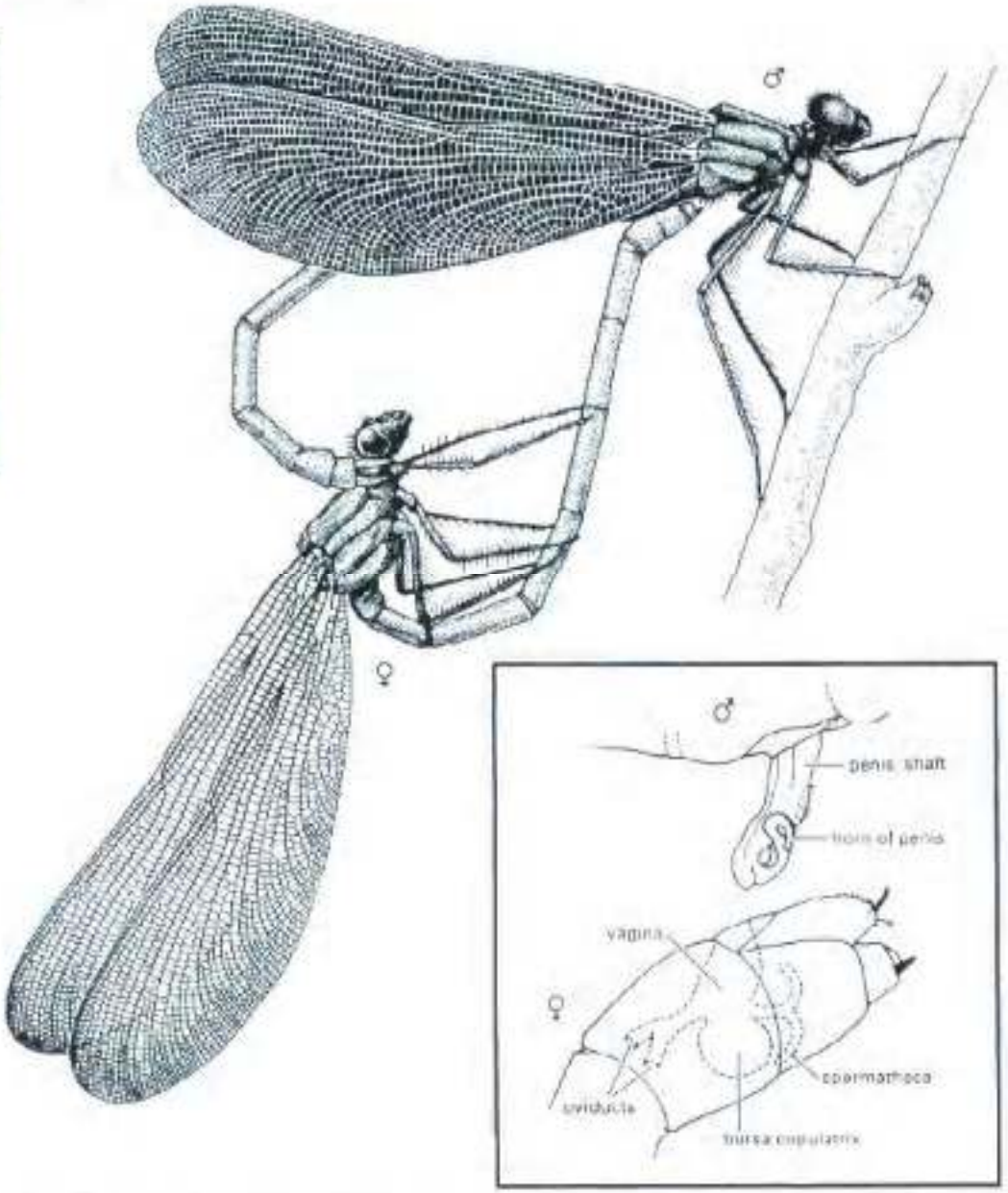
  Contoh : ordo Diptera (lalat, nyamuk), ordo Lepidoptera (kupu-kupu), ordo Coleoptera (kumbang), ordo Hymenoptera (semut, lebah)

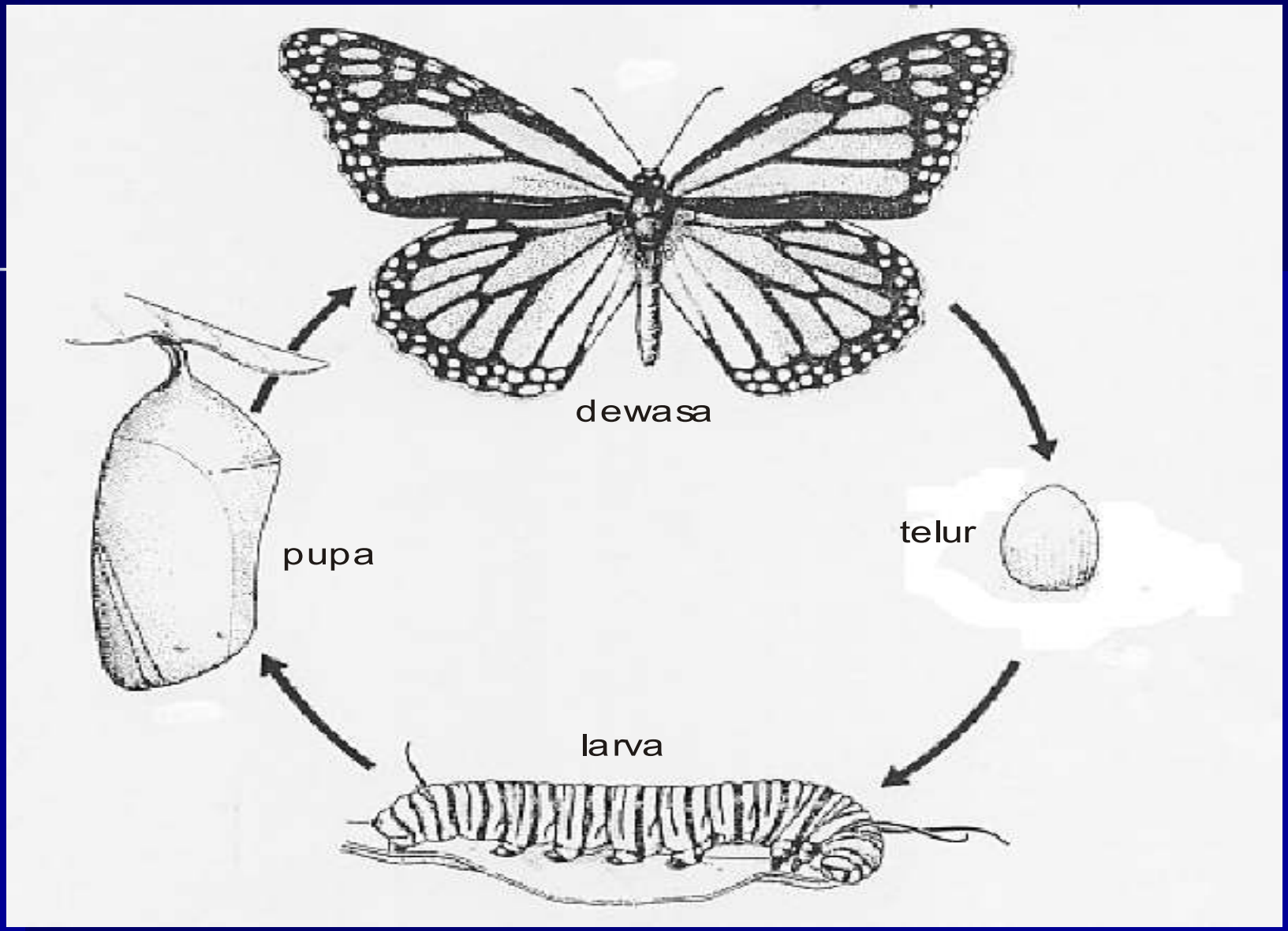


Gambar 1 Gaead dan imago Thysanura



Gambar 2 Metamorfosis paurometabola


♂
♀
♂
penis shaft
horn of penis
vagina
♀
spermatheca
oviducts
bursa copulatrix



Gambar 3. Metamofosis Holometabola (Ordo: Lepidoptera)

Ordo serangga yang menjadi hama

1. Orthoptera (belalang, jangkrik, orong-orong)
2. Isoptera (rayap)
3. Thysanoptera (Thrips)
4. Hemiptera (kepik)
5. Homoptera (wereng, kutu daun)
6. Lepidoptera (ulat kupu-kupu, ngengat)
7. Coleoptera (kumbang)
8. Diptera (larva lalat, nyamuk)

Ordo serangga yang menjadi musuh alami serangga :

1. Orthoptera → Predator
2. Hemiptera → Predator
3. Lepidoptera → Predator
4. Neuroptera → Predator
5. Coleoptera → Predator
6. Diptera → Parasitoid, predator
7. Hymenoptera → Parasitoid
8. Dermaptera → Predator

KLASIFIKASI SERANGGA

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insecta
Ordo : _____ptera
Famili : _____idae
Genus :
Spesies :

Nama diberikan agar setiap orang dapat membicarakan objek yang sama

Nomenklatur (aturan pemberian nama)

1. **Nama Ilmiah**

   Menurut Internasional Code of Zoological Nomenclatur disebut sistem tatanama binomial. Ex: *Plannococcus citri* Linn.

2. **Nama umum**

   Adalah nama lokal, berbeda untuk tempat yang berbeda


Lepidoptera


Hemiptera

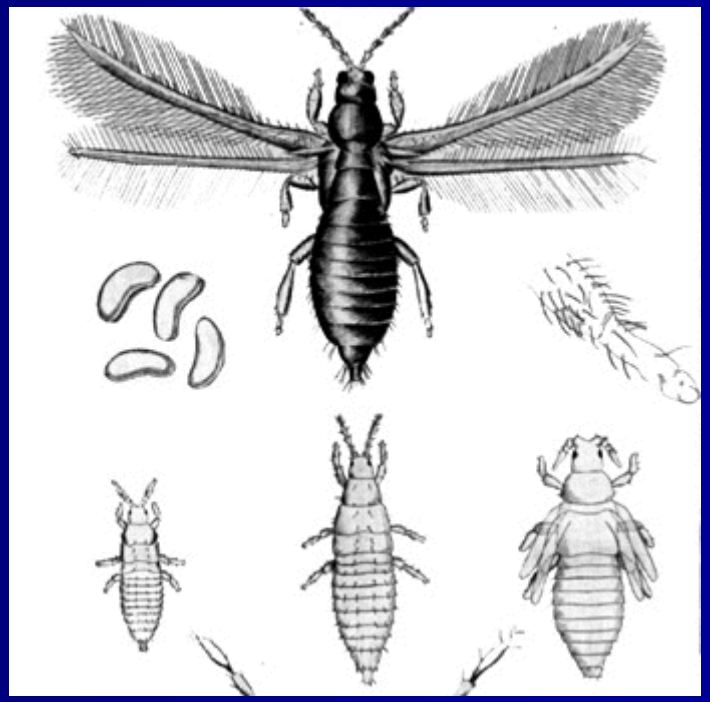
Coleoptera

Diptera

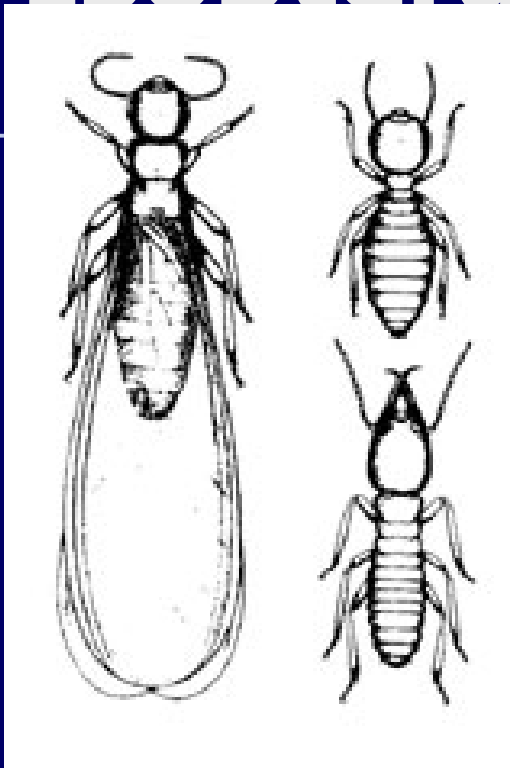

Orthoptera


DERMAPTERA

Thysanoptera



Isoptera



Predator

Parasitoid

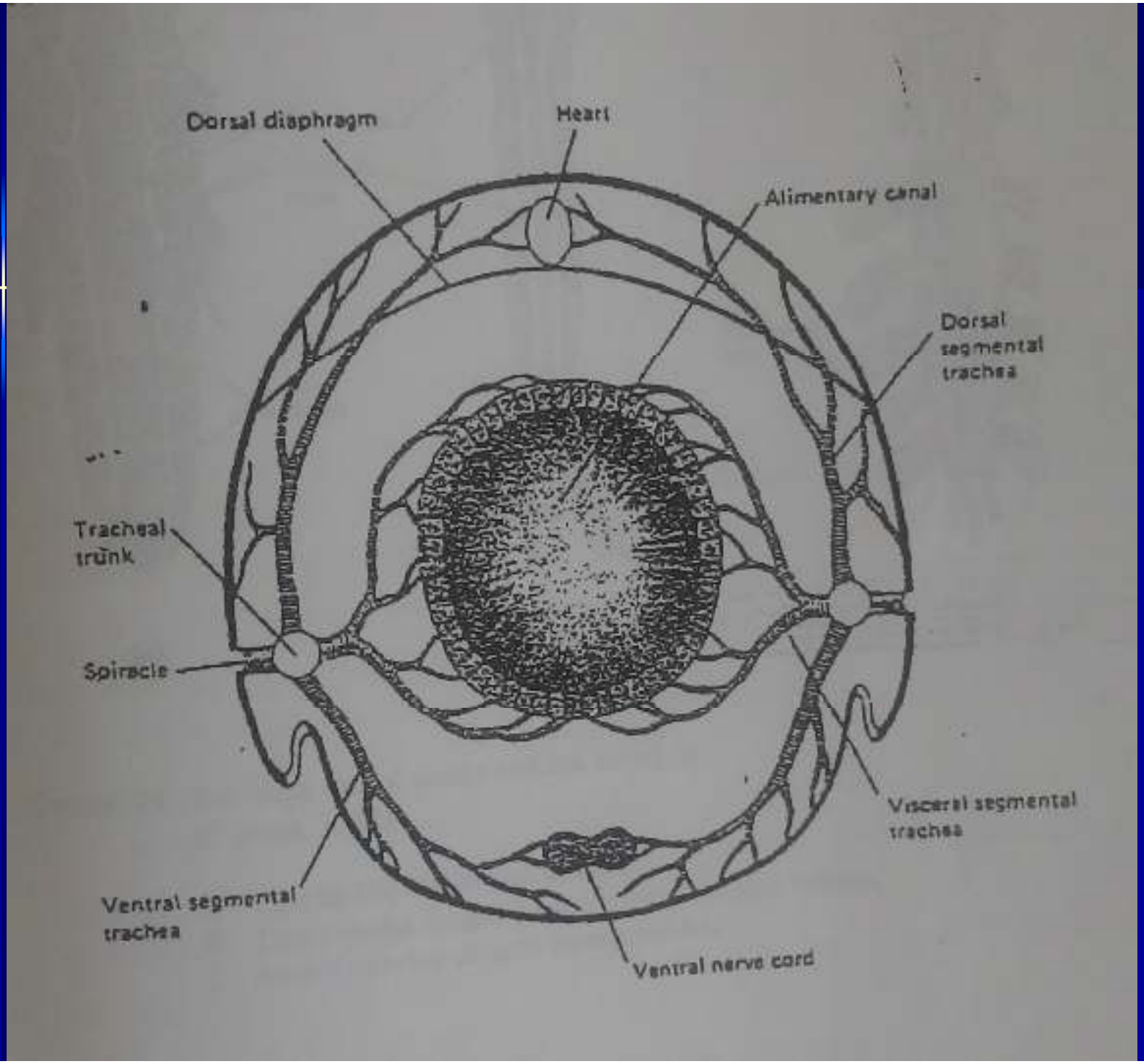
the end


Photo by UCF

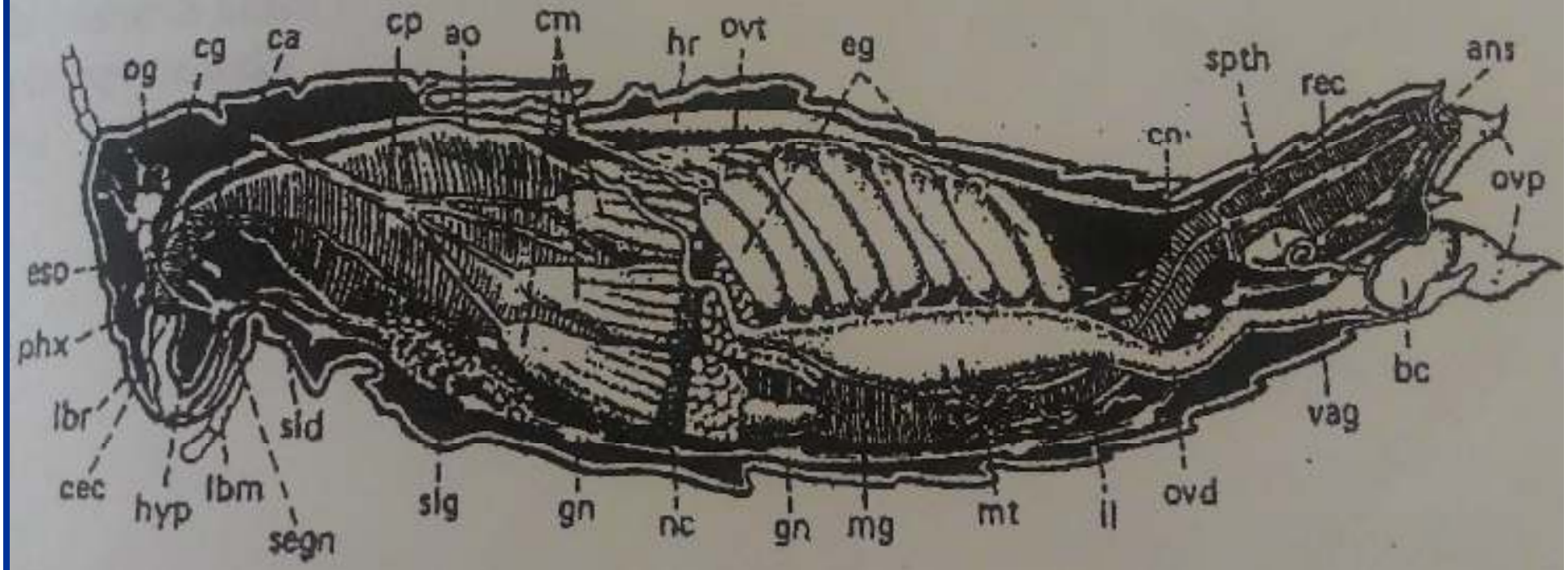
MORFOLOGI DALAM

SISTEM dalam tubuh serangga

1. Sistem pencernaan
2. Sistem peredaran darah
3. Sistem pernafasan
4. Sistem reproduksi
5. Sistem syaraf dan otot


Dorsal diaphragm
Heart
Alimentary canal
Dorsal segmental trachea
Tracheal trunk
Spiracle
Visceral segmental trachea
Ventral segmental trachea
Ventral nerve cord

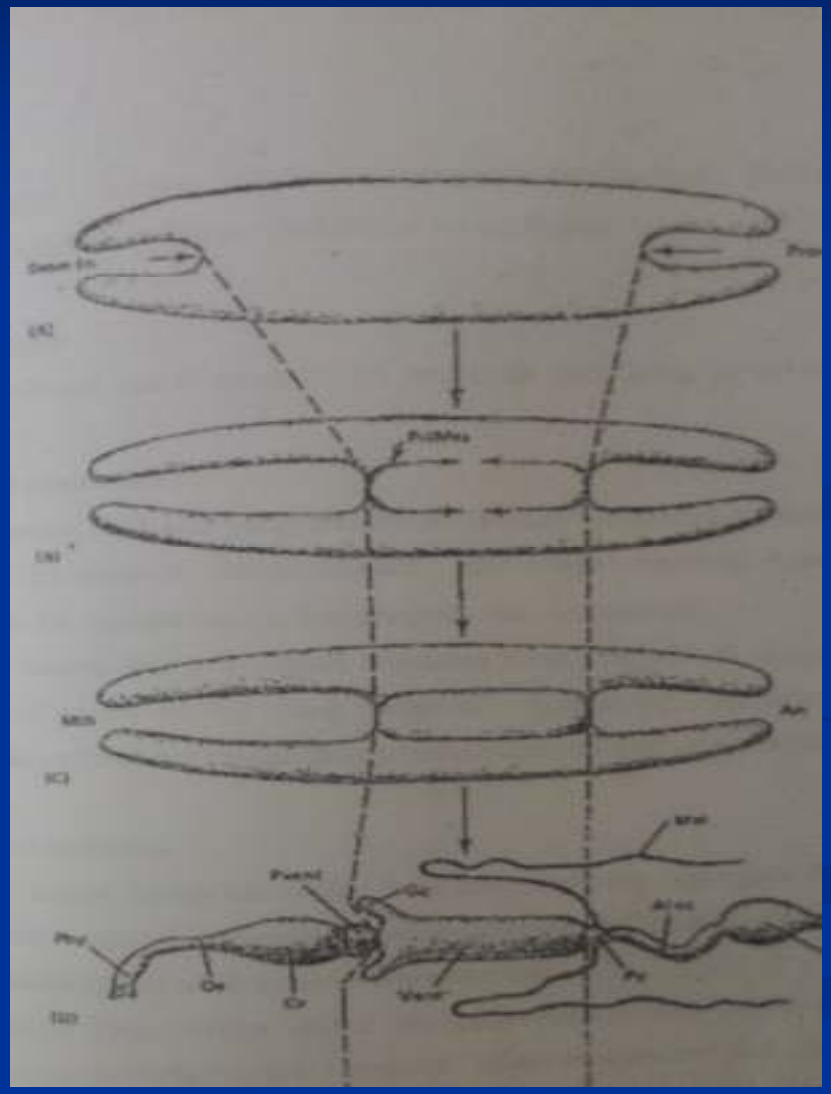
1. HEMOCOEL
2. HEMOLIMFA
3. HEMOCYTE



Gambar 21 : Organ bagian dalam dari belalang

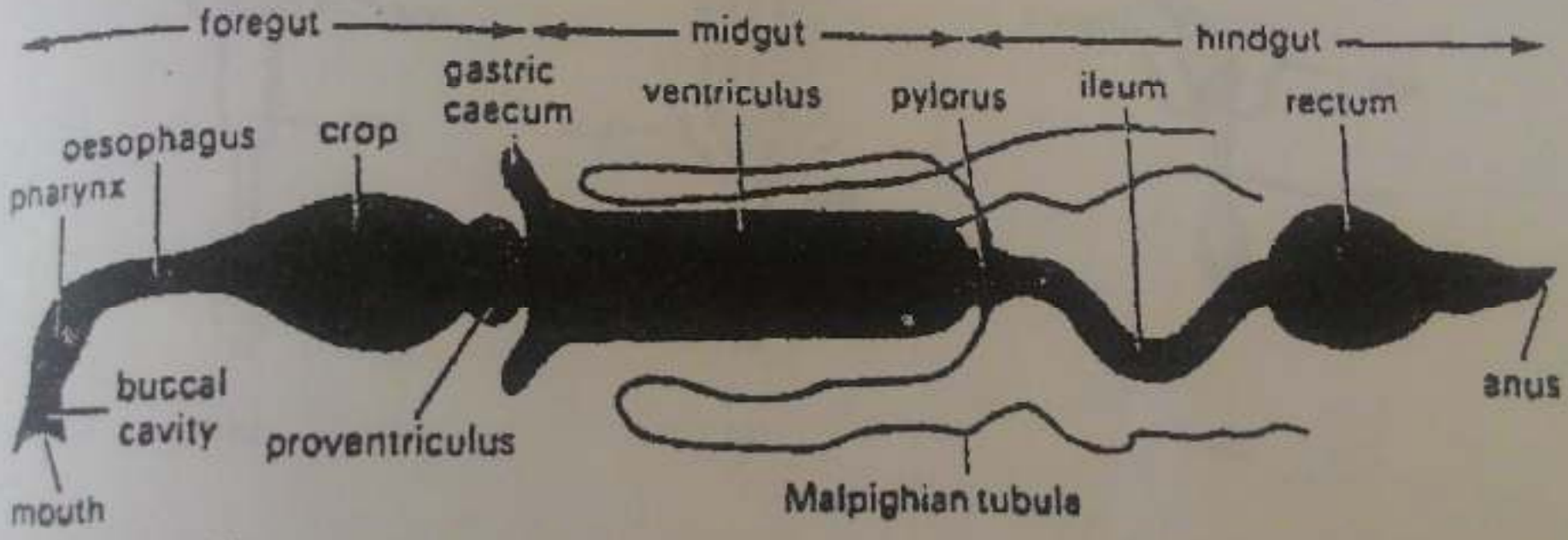
SISTEM PENCERNAAN

1. Proses pembentukan system pencernaan



2. Susunan organ pencernaan

- 1. stomodeum / foregut
- 2. mesentron / midgut
- 3. proktodeum / hindgut



Gambar 22 : Gambar saluran pencernaan serangga (Chapmann, 1982)

Fungsi usus scr umum

- 1. stomodeum
  - Menyimpan makanan sementara
  - Melumatkan
  - Kadang2 mencerna

  2. Mesentron
  - Produksi enzyme
  - Mencerna
  - Menyerap
  - Membuang kelebihan air

  3. Proktodeum
  - Tabung pembuangan
  - Regulasi air dan mineral

FUNGSI ORGAN PENCERNAAN

- 1. mulut : menggigit, mengunyah
- 2. buccal cavity: tpt mengumpul makanan sementara
- 3. faring : mengalirkan mak
- 4. esophagus : mengalirkan mak
- 5. crob : menyimpan makanan, melumatkan
- 6. proventriculus : penyaring
- 7. gastrik caeca : pengatur cairan dalam darah ke usus tengah
- 8. ventriculus : mencerna, menyerap, enzyme
- 9. pilorus : mengatur sisa makanan ke ileum
- 10. ileum : mendorong sisa makanan ke rectum

11. Rektum : penyimpan sisa mak.

12. Kolon : pengatur pengeluran ampas makanan

Gerakan peristaltik : aliran makanan

Sistem syaraf ingluvial : pengatur aliran makanan membuka & menutup proventriculus

Makan : **menggigit**
mengunyah
menelan

Mencerna : merubah partikel besar menjadi kecil yg siap diserap, ada bantuan enzim

Menyerap : glukosa/monosakarida
Asam amino
Asam lemak / gliserol
Vitamin
mineral

Fungsi nutrisi

- Karbohidrat : sumber energi
- Protein : membuat jaringan
  Membuat enzim
- Lemak : sumber energi
  pertumbuhan
  reproduksi
  prekontrol

Vitamin : co enzim

Mineral

Metabolisme

anabolisme
katabolisme

- Katabolisme

1. karbohidrat → trehalose → glukosa → $CO_2 + H_2O +$ e 39 ATP
   glikogen
   Glycolysis (dlm cytoplasma) anaerob : 4 ATP
   Siklus crebs (dalam mitochondria) aerob : 35 ATP

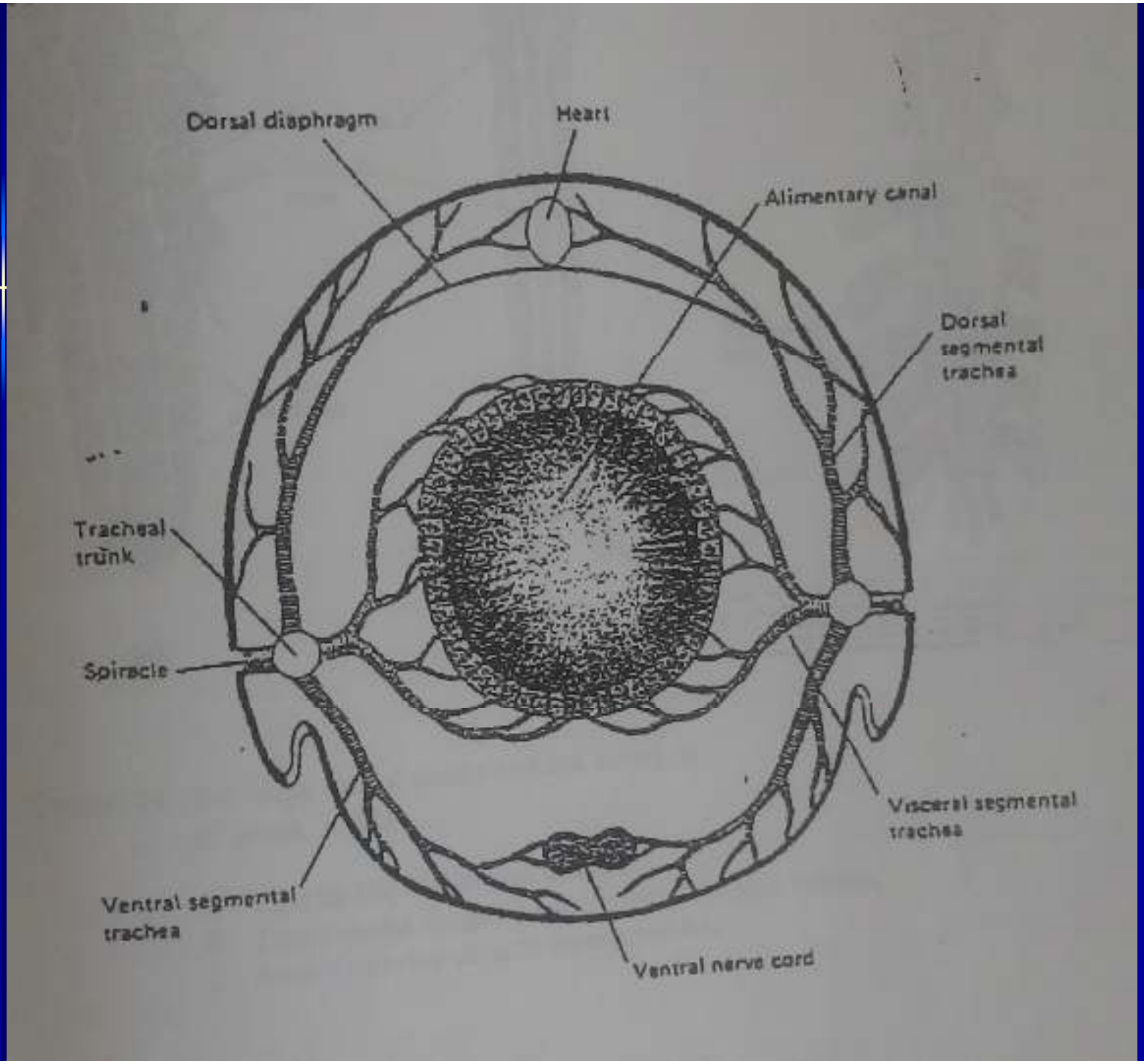
2. protein → as. amino → NH_3
3. Lemak → as. lemak /glycerol → H_2O

the end

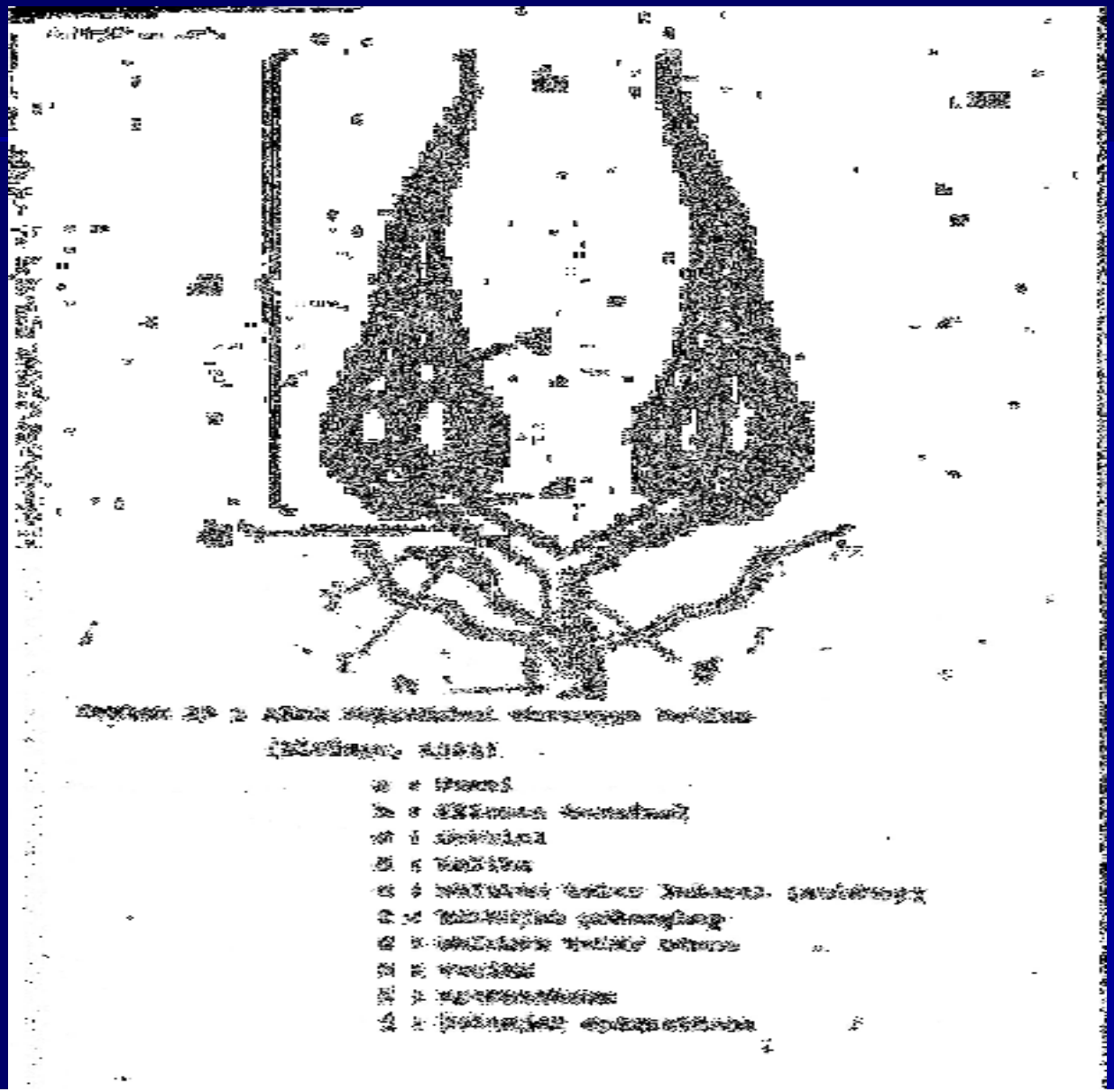
MORFOLOGI DALAM

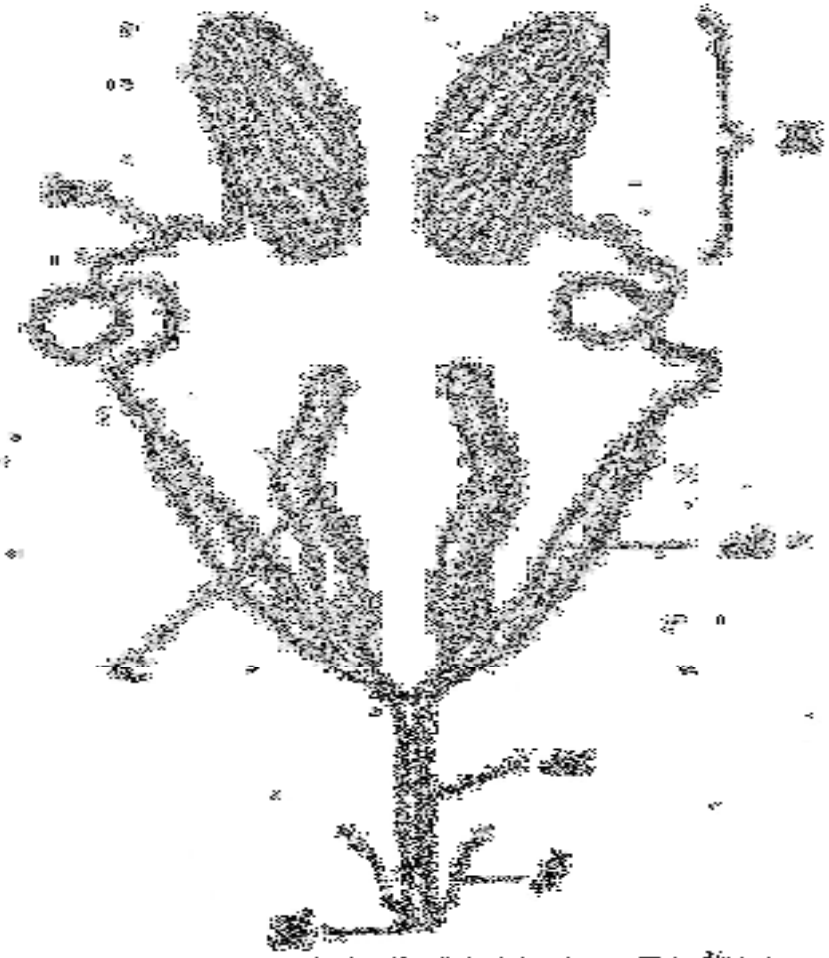
SISTEM dalam tubuh serangga

1. Sistem pencernaan
2. Sistem peredaran darah
3. Sistem pernafasan
4. Sistem reproduksi
5. Sistem syaraf dan otot


Dorsal diaphragm
Heart
Alimentary canal
Dorsal segmental trachea
Tracheal trunk
Spiracle
Visceral segmental trachea
Ventral segmental trachea
Ventral nerve cord

SISTEM REPRODUKSI

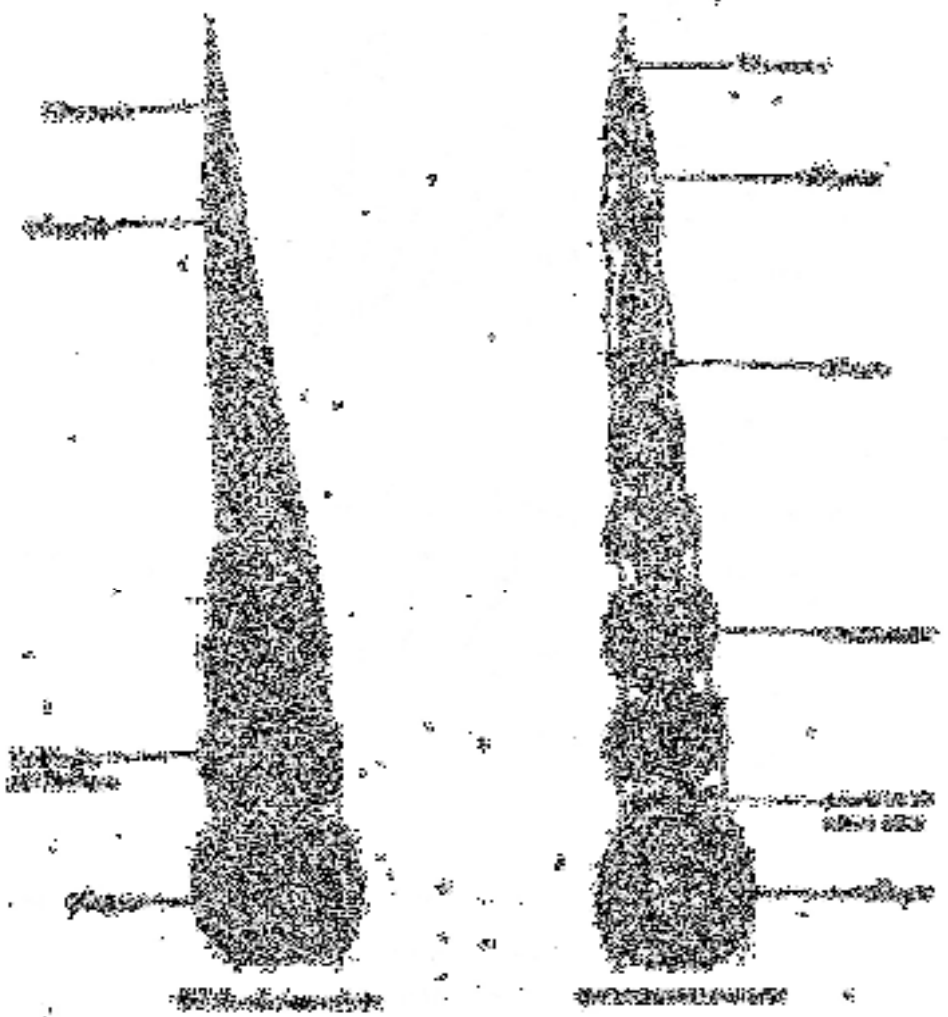


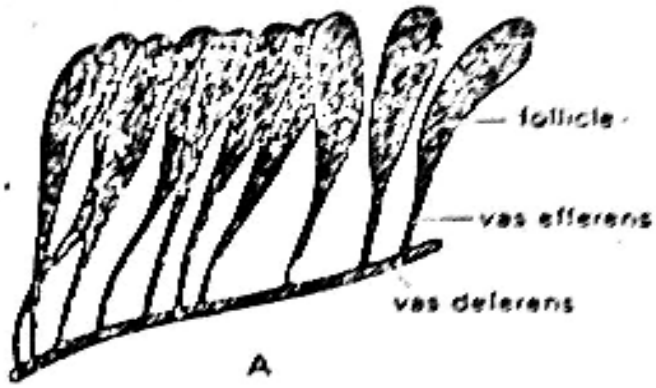


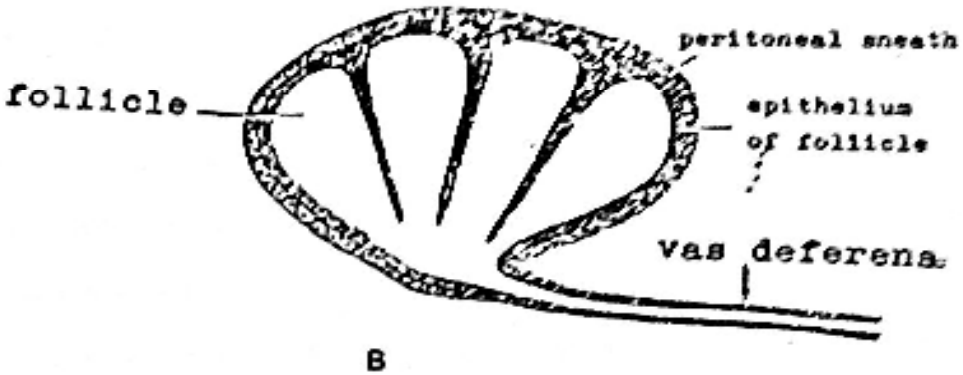
[illegible]

[illegible]

a : [illegible]
b : [illegible]
c : [illegible]
d : [illegible]
e : [illegible]
f : [illegible]
g : [illegible]







Gambar 33 : Tipe folikel testis (Chapmann, 1982)

A : Pada Orthoptera

B : Pada Lepidoptera

HYMENOPTERA

- 1. Arhenotoky > dibuahi : jantan
- tdk dibuahi : betina
- 2. Deuterotoky > parthenogenesis
  ada juga jantan

3. Theliotoky > parthenogenesis obligat
tdk ada jantan

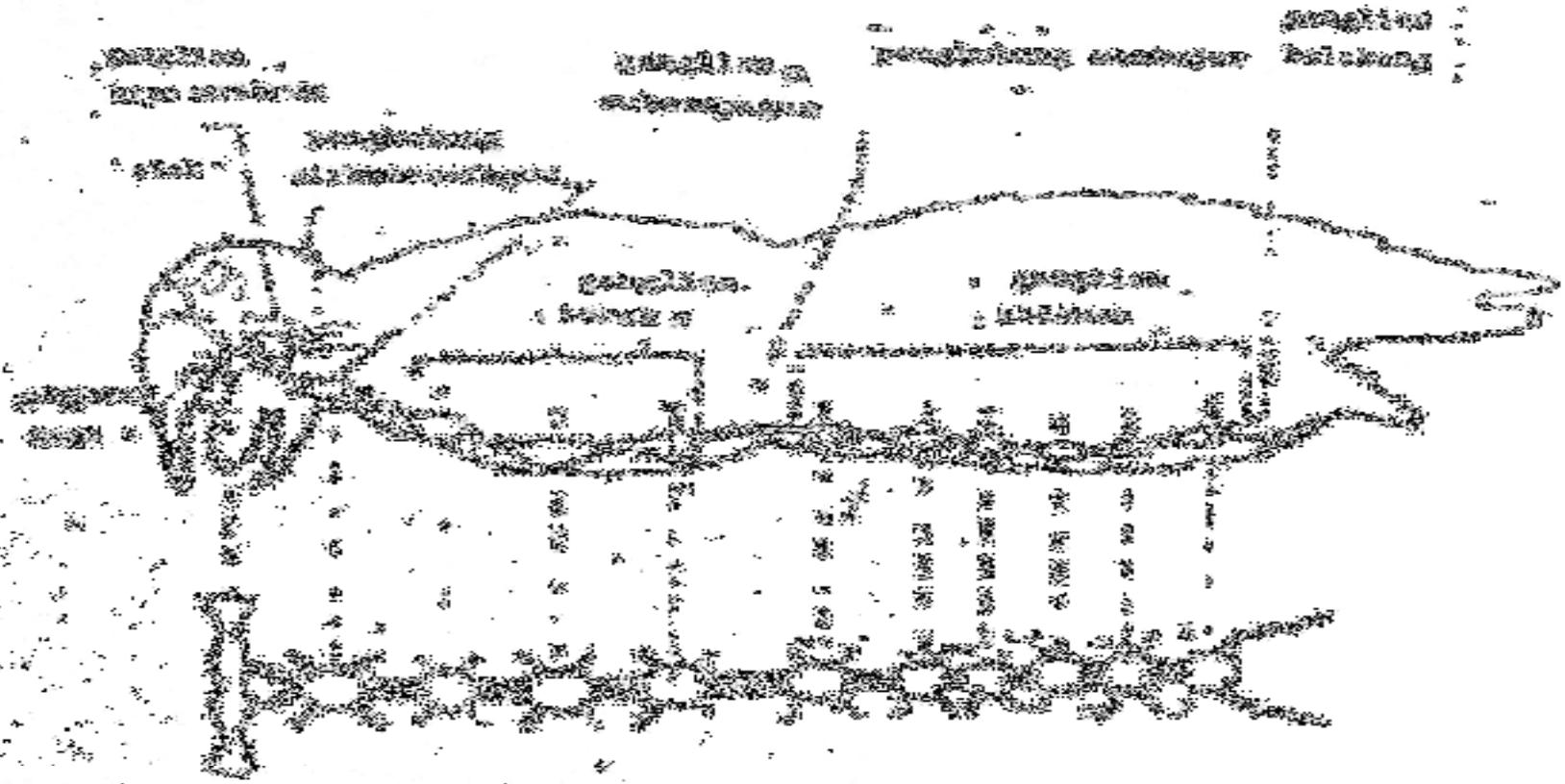
SISTEM SYARAF

- 1. OTAK
  - a. protocerebrum (mata majemuk , ocelli)
  - b. deutocerebrum (antenna)
  - c. tritocerebrum (labrum, proctodeum)
- 2. SUBESOFAGEAL GANGLION (pencernaan)
- 3. VENTRA NERVE CORD (ruas)
  - a. ganglion thorax
  - b. ganglion abdomen

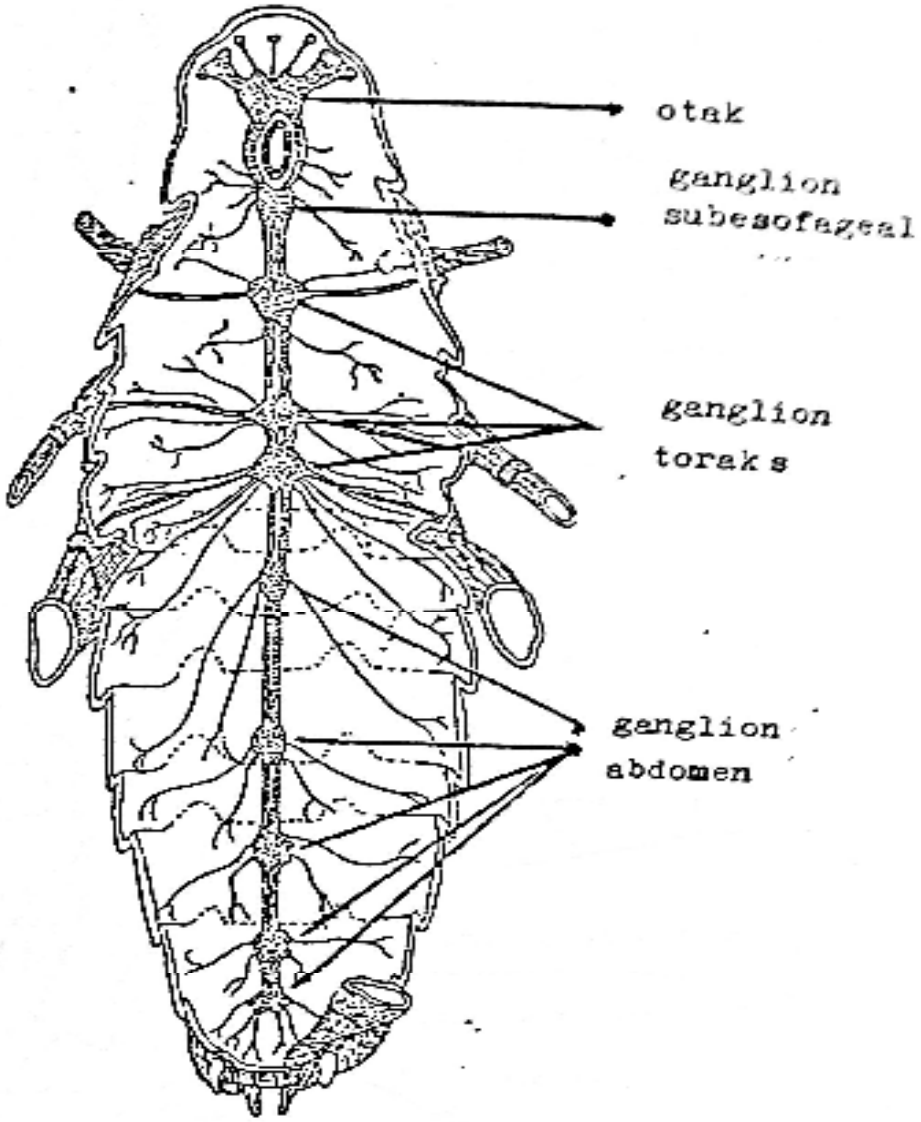
Ganglion : gabungan bbrp sel syaraf (neuron)

- Neuron : Perikaryon (soma)
  Dendrit
  Axon

  Sinopsis : pertemuan axon dr 1 neuron dengan dendrit dari neuron lain

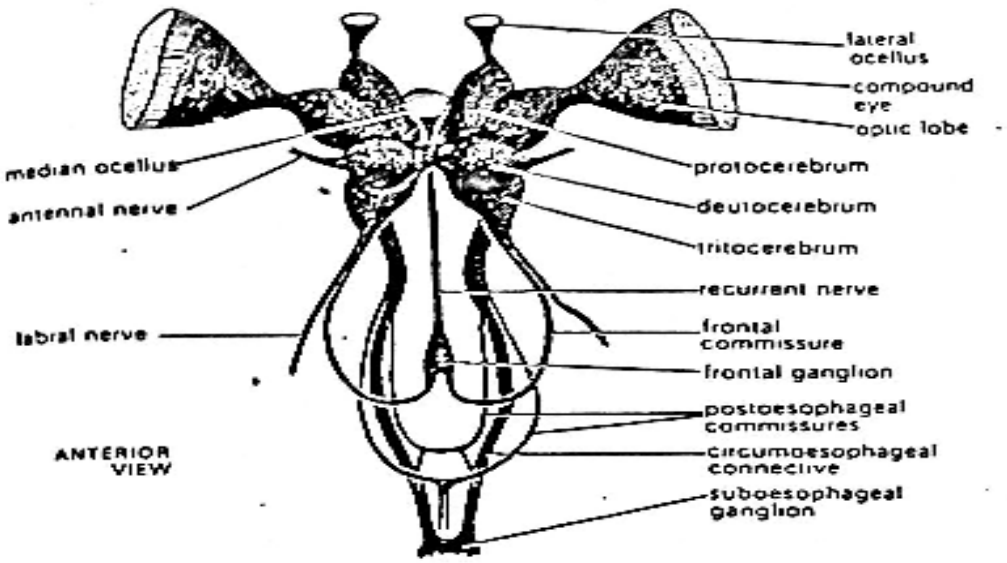


[illegible]



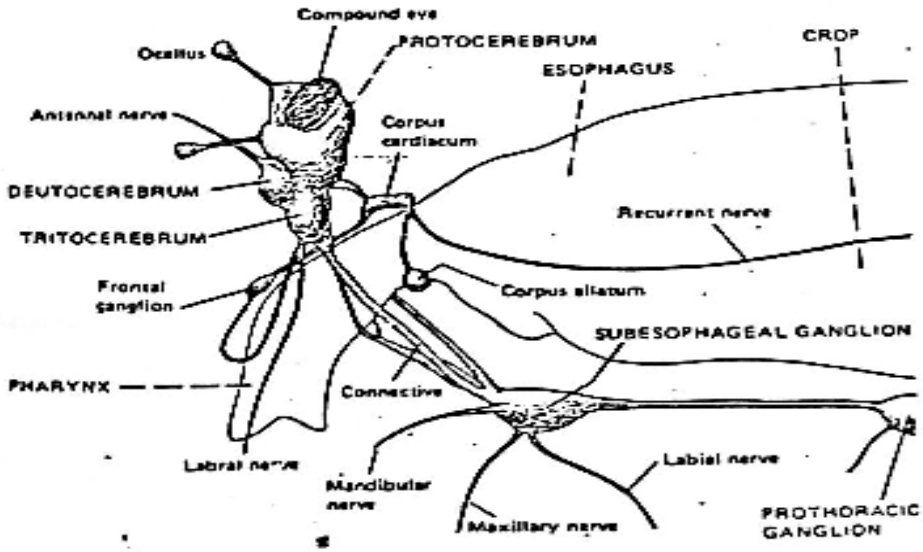
Gambar 35 : Sistem syaraf pada belalang (pandang dorsal)

(Matheson, 1939)



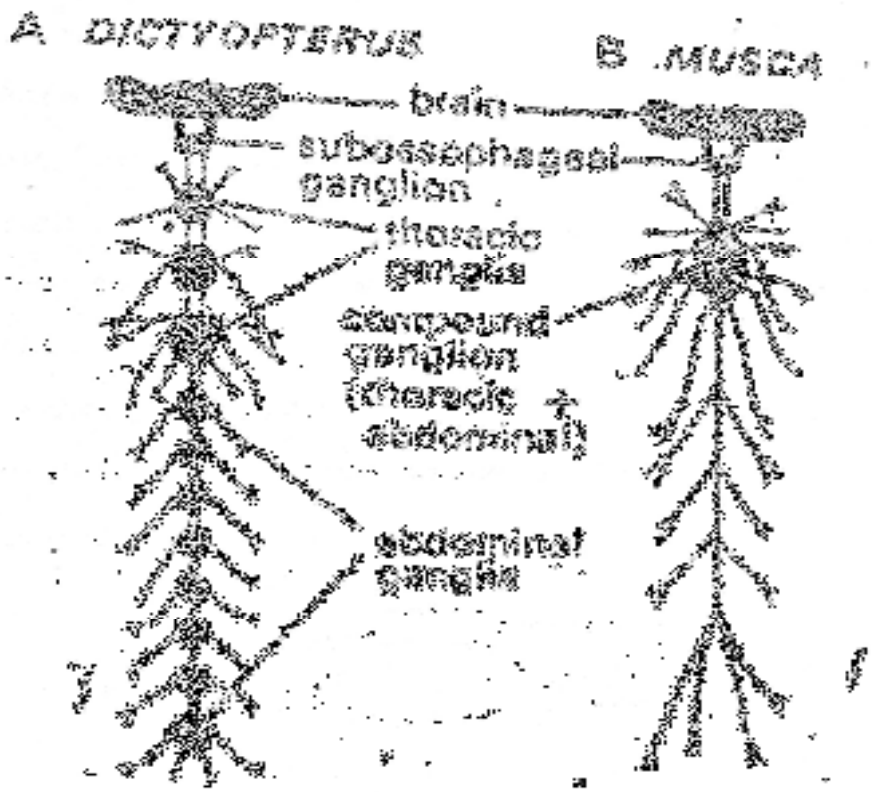
Gambar 36 : Otak serangga (pandang depan)

(Chapmann, 1982)



Gambar 37 : Otak serangga (pandang samping)

(Elzinga, 1932)



Gambar 15: Variasi modus ganglion serangga

(Chapman, 1982)

a : Periplaneta americana

b : Musca sp

the end

Pertumbuhan dan perkembangan serangga

- Umumnya serangga mengawali siklus hidupnya dari telur
- Masa perkembangan di dalam telur disebut perkembangan embrionik dan setelah penetasan telur disebut perkembangan pasca-embrionik
- Perkembangan embrionik ada 3 yaitu ovipar,vivipar,ovovivipar

- Ovipar : serangga betina meletakkan telur yang telah matang, baik yang dibuahi atau tidak. Perkembangan embrio tjd diluar tubuh induk dan embrio memperoleh makanan dari kuning telur/yolk
- Vivipar : serangga betina melahirkan larva/nimfa, perkembangan embrio berlangsung dalam tubuh induk, embrio memperoleh makanan dr kuning telur dan tubuh induk. Cth :...aphididae
- Ovovivipar : telur mengandung cukup kuning telur untuk memberi makan embrio yang sedang berkembang dan telur tsbt ditahan oleh induknya sampai larva siap menetas. Cth: thysanoptera, bbrp diptera

- Poliembrioni : setiap sel telur berkembang menjadi banyak embrio

  cth : endoparasit Hymenoptera

- Partenogenesis : Sel telur berkembang menjadi embrio tanpa melalui pembuahan

  cth : aphids

- Paedogenesis : Serangga pradewasa memiliki alat kelamin yang telah matang dan dapat menghasilkan keturunan

  cth : *Micromalthus* sp (Coleoptera)

Metamorfosis

- Perubahan fisik/bentuk serangga dari satu tahap ke tahap berikutnya.
- Keseluruhan rangkaian perubahan dari telur sampai imago
- Melibatkan proses ganti kulit/eksdisis yang terjadi secara berkala
- Jumlah ganti kulit bervariasi
- Bentuk serangga pradewasa diantara 2 proses ganti kulit disebut instar
- Bentuk dari masing2 tahap pertumbuhan disebut stadium

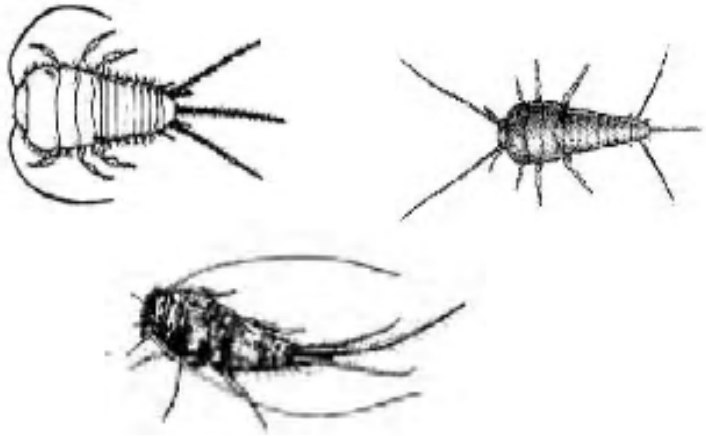
II. METAMORFOSIS

A. Ametabola (tanpa metamorfosis)

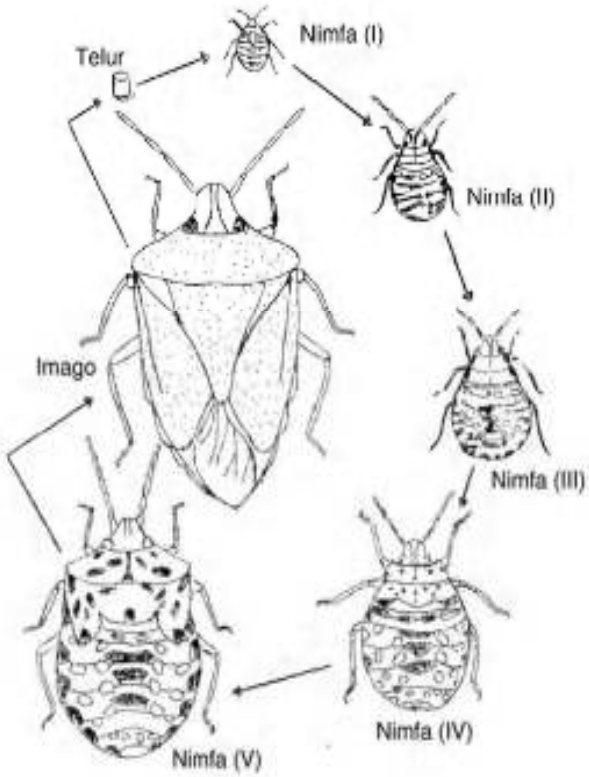
Bentuk luar serangga pradewasa (gaead) serupa dengan imagonya, kecuali ukuran dan kematangan alat kelamin. Gaead dan imago biasanya hidup pada habitat sama. Contoh : ordo Thysanura (kutu buku)

B. Paurometabola

Bentuk umum serangga pradewasa menyerupai serangga dewasa tetapi terjadi perubahan bentuk dan ukuran pada serangga dewasa seperti terbentuknya sayap dan alat kelamin. Contoh : ordo Hemiptera



Gambar 1 Gaead dan imago Thysanura

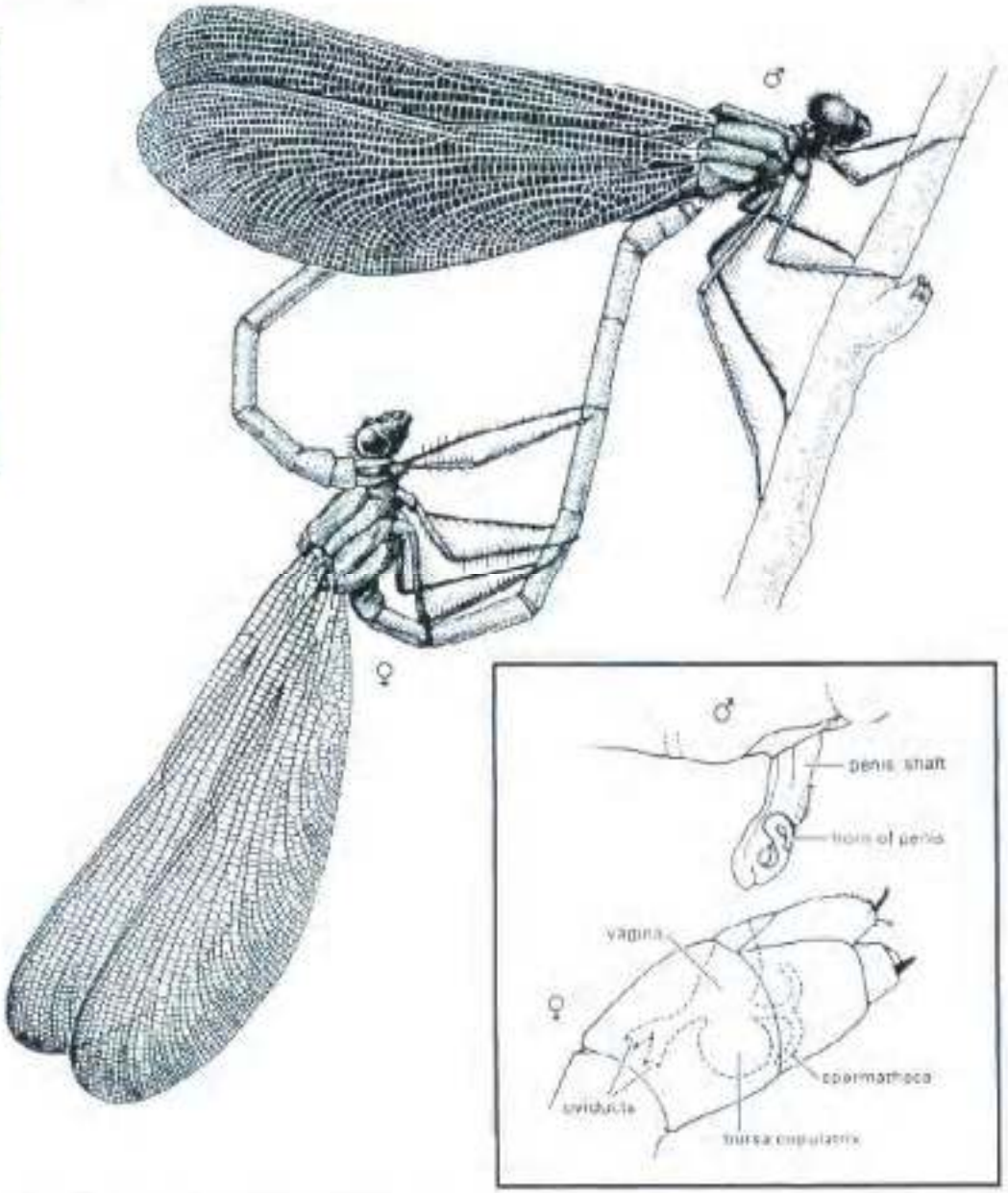


Gambar 2 Metamorfosis paurometabola

C. Hemimetabola (metamorfosis tidak sempurna)

- Serangga pradewasa disebut Naiad.
- Naiad dan imago hidup pada habitat yang berbeda (naiad hidup di air, imago hidup di darat/udara).
- Naiad memiliki modifikasi tungkai antara lain untuk melekat, memanjat, dan menggali, tubuh untuk berenang, alat mulut untuk mencari makan dalam air.

Contoh : ordo Odonata (Capung), ordo Ephemeroptera dan Plecoptera

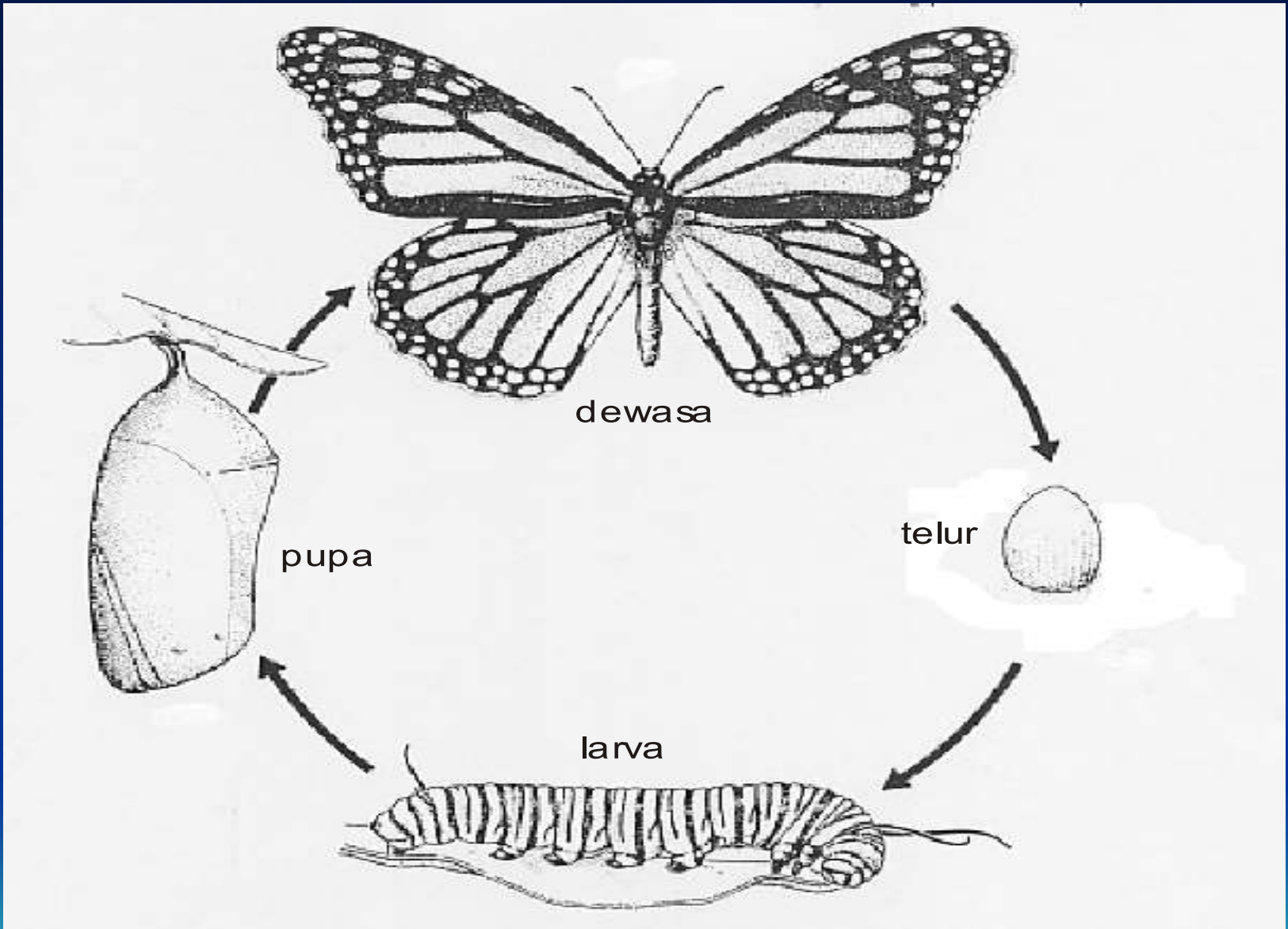

♂
♀
♂
penis shaft
horn of penis
vagina
♀
spermatheca
oviducts
bursa copulatrix

D.Holometabola (metamorfosis sempurna/lengkap)

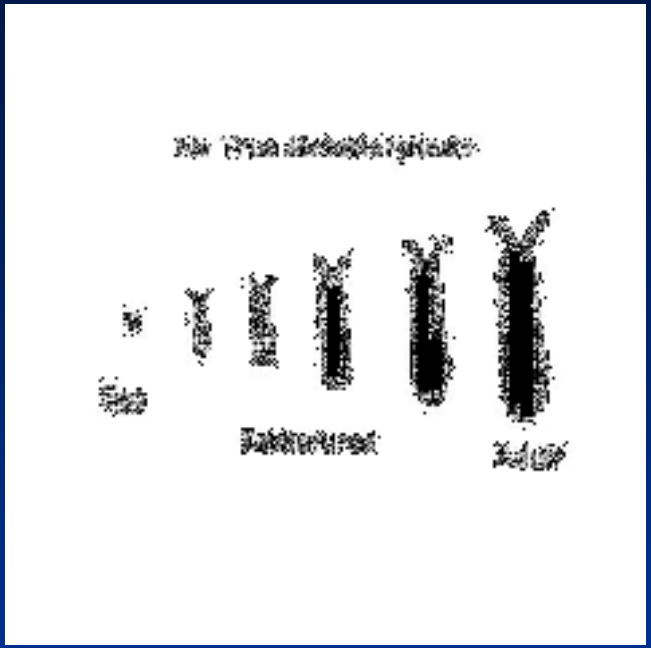
Telur (menetas) ⟶ larva ⟶ pupa ⟶ Imago

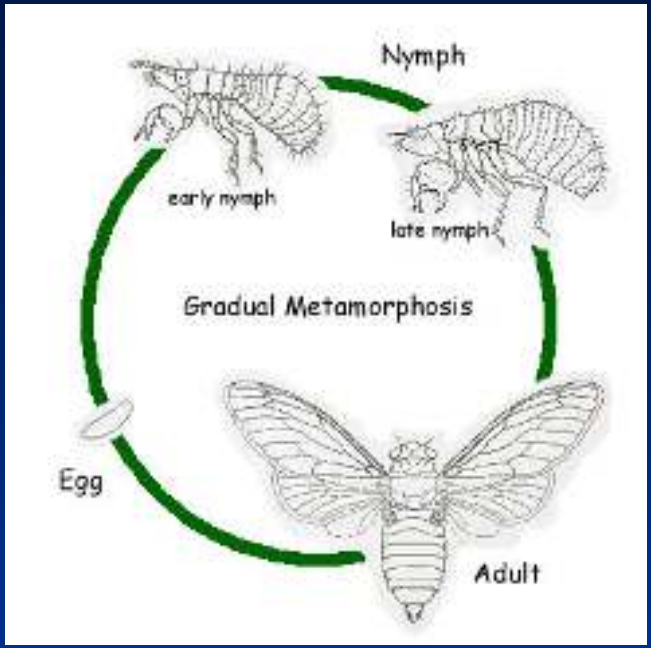
- Serangga pradewasa (larva dan pupa) memiliki bentuk yang sangat berbeda dengan imago.
- Larva biasanya menempati habitat dan makanan yang berbeda dengan imagonya.
- Pupa terdapat dalam kokon, puparium, atau tidak terlindung/terbuka.

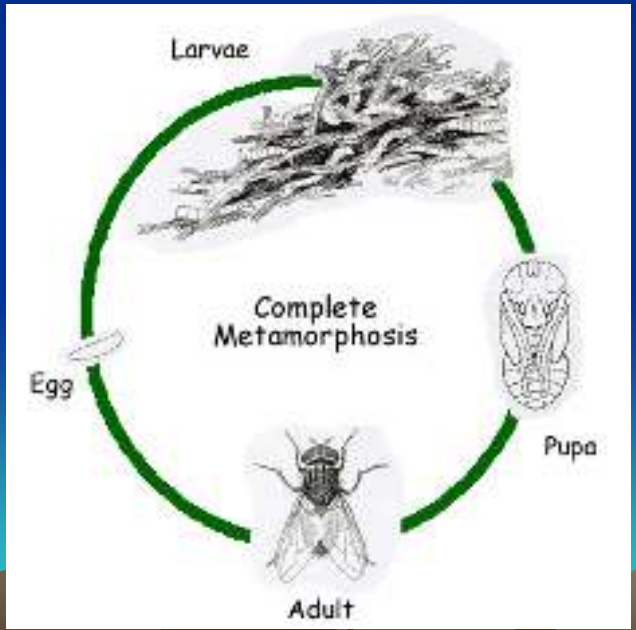
  Contoh : ordo Diptera (lalat, nyamuk), ordo Lepidoptera (kupu-kupu), ordo Coleoptera (kumbang), ordo Hymenoptera (semut, lebah)



Gambar 3. Metamofosis Holometabola (Ordo: Lepidoptera)




Nymph
early nymph
late nymph
Gradual Metamorphosis
Egg
Adult


Larvae
Complete
Metamorphosis
Egg
Pupa
Adult

Larval Type	Common Name	Description	Examples
Eruciform	Caterpillar	Body cylindrical with short thoracic legs and 2-10 pairs of fleshy abdominal prolegs	Moths and butterflies
Campodeiform	Crawler	Elongated, flattened body with prominent antennae and/or cerci. Thoracic legs adapted for running	Lady beetle, lacewing
Scarabaeiform	White grub	Body robust and "C"-shaped with no abdominal prolegs and short thoracic legs	June beetle, dung beetle
Elateriform	Wireworm	Body long, smooth, and cylindrical with hard exoskeleton and very short thoracic legs	Click beetle, Flour beetle
Vermiform	Maggot	Body fleshy, worm-like. No head capsule or walking legs	House fly, flesh fly

Pupal Type	Common Name	Description	Examples
Obtect	Chrysalis	Developing appendages (antennae, wings, legs, etc.) held tightly against the body by a shell-like casing. Often found enclosed within a silken cocoon.	Butterflies and moths
Exarate	None	All developing appendages free and visible externally	Beetles, Lacewings
Coarctate	Puparium	Body encased within the hard exoskeleton of the next-to-last larval instar	Flies

Summary of Molting

Step 1: Apolysis -- separation of old exoskeleton from epidermis

Step 2: Secretion of inactive molting fluid by epidermis

Step 3: Production of cuticulin layer for new exoskeleton

Step 4: Activation of molting fluid

Step 5: Digestion and absorption of old endocuticle

Step 6: Epidermis secretes new procuticle

Step 7: Ecdysis -- shedding the old exo- and epicuticle

Step 8: Expansion of new integument

Step 9: Tanning -- sclerotization of new exocuticle

INTEGUMEN

- Struktur Integumen :
  - Basemen membrane
  - Epidermis / hypodermis
  - Kutikula :
    - Epikutikula
    - Endokutikula
    - Eksokutikula

Sklerotisasi / tanning / penyamakan : proses pengerasan kutikula

STRUKTUR DASAR INTEGUMEN SERANGGA

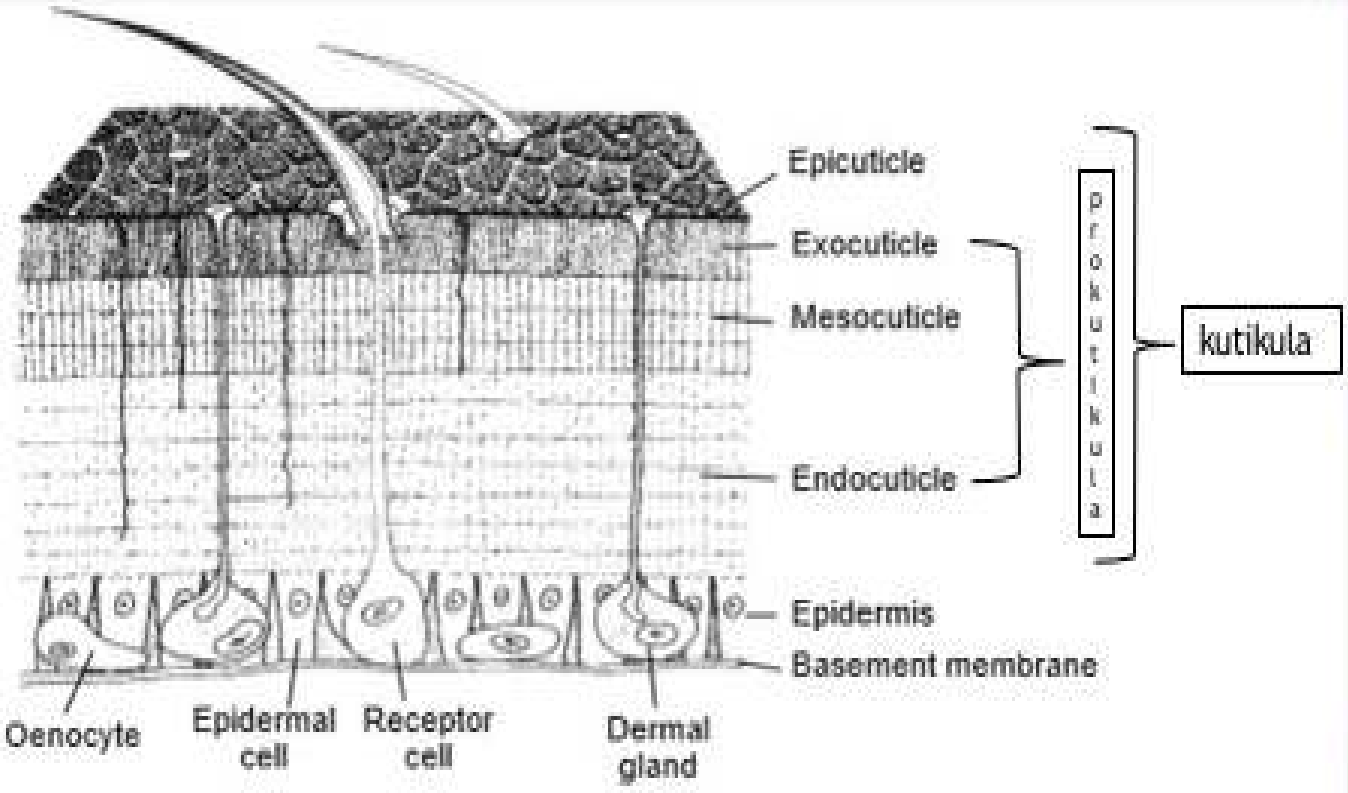


FIGURE 2.4. The generalized insect integument, consisting of the basement membrane, epidermal cells, and overlying non-living cuticle. Reprinted with permission from Hackman, R.H. (1971). *Chemical Zoology* 6: 1–62. Copyright Elsevier.

Fungsi Integumen

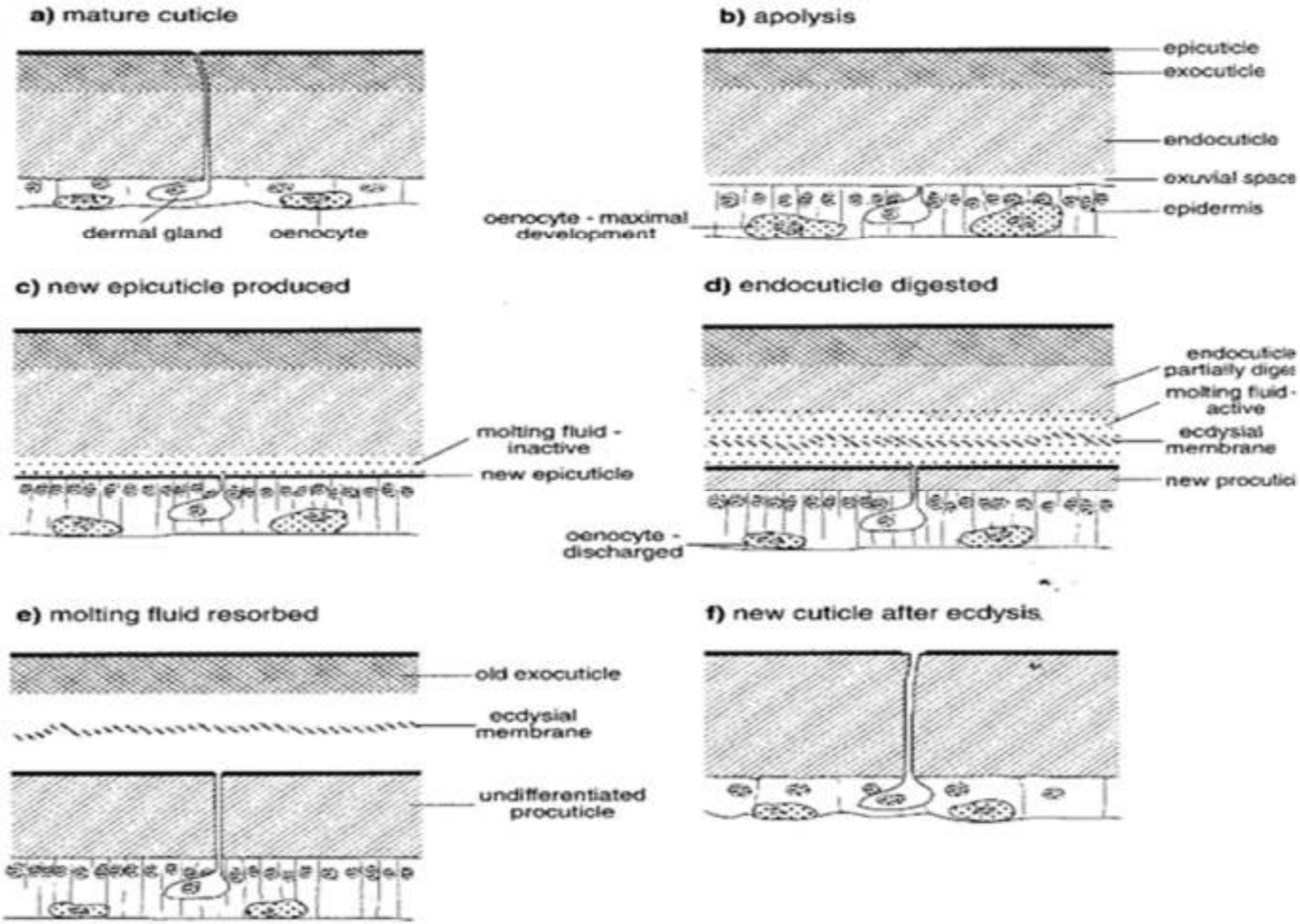
- 1. sebagai kulit
- 2. sebagai kerangka
- 3. tempat menyimpan makanan

EKSDISIS

- Dua tahap GK
- 1. apolisis
- 2. eksdisis

Tahapan eksdisis (10 tahap)

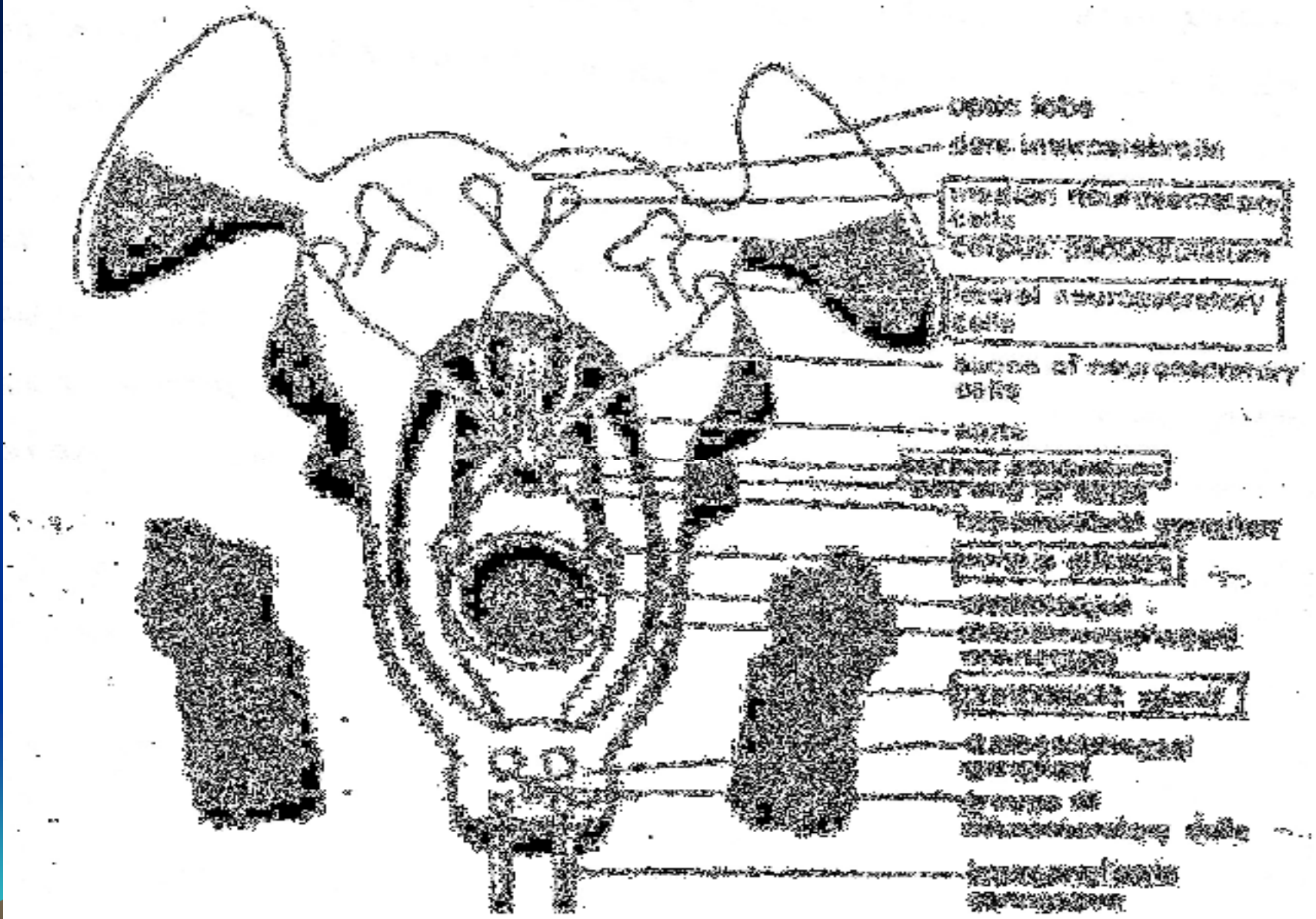
1. Perubahan pada sel epidermis
2. Sekresi cairan pengganti kulit
3. Sekresi kutikulin
4. sekresi epikutikulin
5. Aktifitas cairan pengganti kulit
6. Absorsi cairan kutikula lama yg tercerna
7. Sekresi prokutikula baru
8. Eksdisis dan ekspansi kutikula baru
9. Skleritisasi
10. Sekresi lapisan lilin



Gambar 13. Urutan proses ganti kulit pada serangga

PERANAN HORMON DALAM EKSDISIS

- Kelenjar endokrin :
- 1. neurosecretory cell → senyawa
- 2. corpus cardiacum → hormone otak
- 3. corpus allatum → hormone eksdison
- 4. kelenjar prothorax → hormone juvenile



Hasil eksdisis

- 1. larva instar 2 – 5 → JH tinggi
- 2. pupa → JH rendah
- 3. imago → JH sangat rendah

ENTOMOLOGI UMUM

PERILAKU SERANGGA

Hasmiandy Hamid
Jurusan Hama & Penyakit Tumbuhan
PS. Poteksi Tanaman
Fakultas Pertanian Universitas Andalas

- Berbagai tingkah laku serangga nampaknya sangat kompleks
- Hal-hal yang dapat direfleksikan secara individu (respon sederhana terhadap rangsangan sederhana) dapat diidentifikasi, misalnya respon terbang ketika kaki kehilangan kontak dengan tanah, dan berhentinya terbang ketika kontak didapatkan.

- Sebagian besar tingkah laku serangga dianggap sebagai suatu yang telah dibawa sejak lahir - yaitu, serangga diprogram secara genetik untuk menghasilkan serangkaian langkah tertentu apabila telah terekspose terhadap stimulus tertentu.

- Perilaku merupakan suatu tanggap jika suatu individu mendapat rangsangan atau suatu kombinasi dari **tanggap pembawaan (*instinct*)** yang dikendalikan oleh sistem syaraf pusat dan **pengalaman yang lalu (pembelajaran)**
- Tanggap ini akan memberi perubahan pada reaksi dan dipengaruhi oleh kondisi fisiologi di dalam tubuh yang dipengaruhi sistem endokrin

- banyak tingkah laku serangga dapat berubah karena perubahan lingkungan atau perubahan fisiologis
- sebagai contoh, betina yang perawan dan yang telah kawin tanggap dengan cara yang sangat berbeda terhadap stimuli yang sama, dan serangga yang belum dewasa sering kali respon dengan cara yang berbeda dibanding dengan dewasanya terhadap stimuli yang sama.

Pembawaan (*instinct*)

- Tipe-tipe pembawaan (*instinct*)
  1. Refleks
  2. Kinesis
  3. Taksis

- Beberapa tindakan reflek yang sangat cepat, seperti menyergap makanan yang dilakukan nimfa odonata dan 'reaksi menghindar' yang terjadi pada berbagai jenis serangga, sangat tergantung pada reflek yang melibatkan akson-akson besar yang dapat menginduksi impuls secara cepat dari organ penerima ke otot.

- Contoh dari refleks:
  - Capung akan langsung terbang ketika mau ditangkap
  - Indera perasa makanan kupu-kupu berada pada tarsus tungkai, jika makanan sesuai maka secara refleks probosisnya akan langsung

Integrasi berbagai jenis refleks yang berkaitan dengan perpindahan pada serangga dapat dibagi menjadi:

- **Kinesis** (plural **kineses)**
- **Taksis** (plural **takses)**

- **Kinesis** (plural **kineses)**, yaitu gerakan yang tidak terarah karena rangsangan dari luar, merupakan gerakan acak (random) yang berfungsi sebagai alat menghindari diri dari bahaya
  Contohnya: Kecoa yang suka tempat yang gelap akan bergerak secara tidak menentu ketika lampu dinyalakan

Yang termasuk Kinesis adalah

- **Akinesis** adalah gerak yang tidak distimulasi
- **Orthokinesis** yaitu kecepatannya tergantung pada intensitas stimulus
- **Klinokinesis** yaitu 'berjalan secara acak' dengan terjadi perubahan (membalik) saat diterima stimulus yang tidak menguntungkan dan frekwensi pembalikan tersebut tergantung pada intensitas stimulus

- Respon serangga betina terhadap attraktan seks merupakan salah satu contoh klikokinesis terhadap stimulus kimia.
- Ortokinesis dan klinokinesis merupakan respon yang efektif terhadap stimulasi yang berdifusi, seperti suhu atau kelembaban, tetapi respon yang berbeda dan lebih efisien dapat diamati ketika serangga dikonfrontasi dengan stimuli yang kurang terdifusi, kurang gradien atau kurang titik sumbernya.

- **Taksis** (plural **takses),** yaitu pergerakan yang secara langsung mengarah atau menjauh dari stimulus/rangsangan, sifat ini diantaranya:
  - Fototaksis: pengaruh sumber cahaya
  - Geotaksis: pengaruh tanah
  - Thigmotaksis: pengaruh rangsangan kontak atau sentuhan
  - Kemotaksis: pengaruh rangsangan kimia
  - Termotaksis: pengaruh rangsangan suhu tertentu
  - Higrotaksis: pengaruh kandungan air atau kelembaban

Peningkatan stimulus yang tidak menguntungkan akan mendorong terjadinya peningkatan toleransi (**aklimasi**), sehingga terjadi gerak secara acak dan aklimasi akan mendorong serangga mencari lingkungan yang lebih menguntungkan.

- Kinesis dan taksis didefinisikan sebagai tanggap terhadap tipe stimulus.
- **anemo-** untuk aliran udara, **astro-** untuk matahari, bulan atau astral (termasuk cahaya yang terpolarisasi), **kemo-** untuk rasa dan bau, **geo-** untuk grafitasi, **higro-** untuk kelembaban, **fono-** untuk suara, **foto-** untuk cahaya, **rheo-** untuk aliran air, dan **termo-** untuk suhu.

- Orientasi atau pergerakan mungkin bersifat positif atau negatif terhadap sumber stimulus. Sebagai contoh, resistensi terhadap grafitasi dinamakan dengan geotaksis negatif, tertarik ke cahaya merupakan fototaksis positif, dan menghindar dari kelembaban merupakan higrotaksis negatif.

Belajar (*Learning*)

- Suatu proses pembelajaran yang merupakan perubahan adaptif pada perilaku sebagai hasil dari pengalaman di masa sebelumnya

- terdapat bukti-bukti bahwa pembelajaran dapat merubah tingkah laku yang dibawa sejak lahir.
- Dengan mengadakan percobaan pengajaran (menggunakan lebah dan semut yang dilatih dan tidak), maka lebah dan semut tersebut dapat belajar untuk menjalani jalan yang ruwet. kupu-kupu juga dapat diinduksi untuk merubah warna bunga kesukaannya.

- kajian tingkah laku alami (**etologi**) lebih relevan untuk memahami bahwa tingkah laku serangga bersifat tidak kaku, termasuk kemampuan untuk merubah tingkah laku melalui belajar

- Pada awal kajian etologi, Niko Timbergen menunjukkan bahwa *digger wasp* (Sphecidae: *Philanthus trianguhum)* dapat mempelajari bagian sarang yang terpilih dengan membuat penerbangan pendek ke elemen yang dapat diingat. Perubahan lansekap di sekitar sarang menyebabkan penyengat yang pulang salah arah dan kebingungan, akan tetapi karena penyengat tersebut dapat mengidentifikasi hubungan struktur lansekap yang ada maka kebingungan tersebut hanya bersifat sementara

Komunikasi

- Komunikasi antar serangga diperlukan diantaranya dalam mendapatkan pasangan
- Komunikasi terjadi bila satu individu memberi sinyal atau isyarat kepada individu lain, bisa berupa sinyal visual, sentuhan, suara dan kimiawi

- Komunikasi jarak jauh biasanya melibatkan visual, bahan kimia yang tersebar di udara, alat pendengaran (*auditory*) dan lain-lain
- Komunikasi jarak dekat melibatkan kombinasi dari beberapa organ perasa

- Jenis komunikasi ada yang bersifat khusus digunakan antar individu dalam suatu spesies (intraspesifik) dan ada yang digunakan antar spesies yang berbeda (interspesifik)

- Komunikasi yang melibatkan visual, seperti pada kunang-kunang jantan yang terbang dan menyala di malam hari, tarian pada lebah madu untuk memberitahukan jika menemukan sumber makanan

- Komunikasi suara dapat terjadi karena adanya vibrasi dan gerakan pada alat stridulasi.
- Vibrasi merupakan suara yang dikeluarkan ketika serangga aktif.
- Gerakan stridulasi merupakan gerakan menggaruk, seperti pada sayap belalang yang digarukkan pada femur belakang yang menghasilkan suara yang khas dan sayap jangkrik menggesekkan sayap depan untuk menghasilkan suara

- Komunikasi kimia terjadi akibat adanya bahan kimia yang mempengaruhi perilaku.
- Dalam tubuh serangga dihasilkan bahan kimia yang disebarkan ke bagian tubuh untuk mengatur fisiologi yang disebut sebagai hormon
- Ada juga bahan kimia yang dihasilkan tubuh tapi dikeluarkan dari tubuh untuk mempengaruhi individu lain

- Berdasarkan spesies sasarannya, bahan kimia tersebut dibedakan menjadi:
  - Bahan kimia yang dikeluarkan untuk ditujukan kepada spesies yang sama dan disebut sebagai feromon
  - Bahan kimia yang dikeluarkan dan ditujukan untuk spesies yang berbeda

- Berdasarkan efek yang ditimbulkan oleh feromon, maka bahan kimia dapat dibedakan menjadi:
  - Primer: efek jangka panjang, seperti pada serangga sosial yang disebut feromon agregasi
  - *Releaser* (pelepas): efek sesaat, seperti feromon seks dan feromon alarm

- Berdasarkan keuntungan yang didapatkan oleh pengirim atau penerimanya, maka bahan kimia dapat dibedakan menjadi:
  - Allomon, keuntungan diperoleh si pengirim, seperti bisa, *defective compound*
  - Kairomon, keuntungan bagi penerima bahan kimia
  - Dalam banyak kasus, bahan kimia yang dikeluarkan bersifat sebagai allomon dan kairomon

Seringkali hubungan stimulus dengan respon tingkah laku sangat kompleks, karena harus membutuhkan ambang intensitas sebelum tindakan berlangsung. Intensitas stimulasi tertentu dinamakan **releaser** untuk tingkah laku tertentu.

- Berbagai tingkah laku yang dihasilkan oleh satu stimulus mungkin membentuk beberapa langkah yang berurutan, masing-masingnya mungkin mempunyai ambang yang lebih tinggi, yang membutuhkan stimulus yang meningkat.
- Seperti ngengat jantan tanggap terhadap rangsangan feromon seks pada level-rendah dengan menaikkan antena; pada tingkat yang lebih tinggi serangga tersebut berorientasi terhadap sumber; dan pada ambang yang lebih tinggi lagi maka dimulai terbang dan ambang yang lebih tinggi mungkin dibutuhkan sebelum dilangsungkannya kencan.

- Konsentrasi yang meningkat mendorong berlanjutnya terbang
- Pada tingkah laku yang lain, mungkin melibatkan beberapa stimuli yang berbeda, misalnya antara kencan sampai kawin. Urutan tersebut dapat dilihat sebagai serangkaian reaksi yang panjang dari stimulus, aksi, stimulus berikutnya, aksi berikutnya, dan seterusnya, setiap tingkatan tingkah laku tersebut bergantung pada kehadiran stimulus baru yang sesuai. Stimulus yang tidak sesuai selama rangkaian reaksi tersebut (seperti keberadaan makanan selama kencan) dapat mendorong respon yang tidak lazim.

TERIMA KASIH

SERANGGA (INSEKTA)

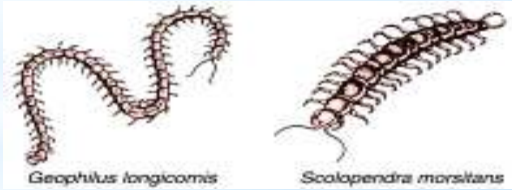
HASMIANDY HAMID
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS ANDALAS

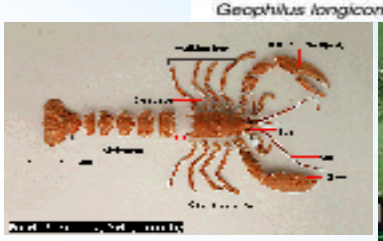
ARTHROPODA

Hampir 90% dari seluruh jenis hewan yang diketahui orang adalah Arthropoda. Arthropoda dianggap berkerabat dekat dengan Annelida, contohnya adalah ***Peripatus*** di Afrika Selatan

Arthropoda berasal dari kata ***arthron*** yang berarti ***ruas*** dan ***podos*** yang berarti ***kaki***. Hewan yang termasuk filum ini mempunyai kaki yang beruas-ruas. Misalnya udang, kepiting, laba-laba dan kaki seribu.

- INSECTA
- CRUSTACEA
- ARACHNIDA
- MYRIAPODA
- CIRI UMUM ARTHROPODA





CIRI UMUM ARTHROPODA

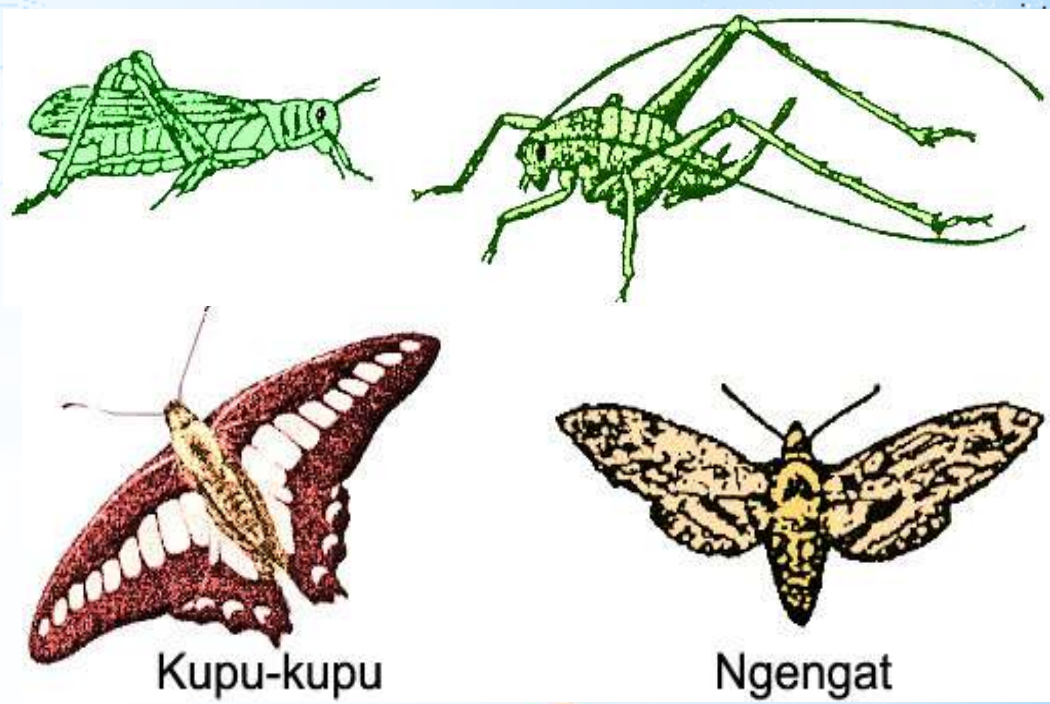
1. Tubuh beruas-ruas
2. Eksoskeleton rangka luar terlindung oleh kitin.
3. Alat pencernaan sempurna, pada mulut terdapat rahang lateral yang beradaptasi untuk mengunyah dan mengisap. Anus terdapat di bagian ujung tubuh
4. Sistem peredaran darah terbuka dengan jantung terletak di daerah dorsal (punggung) rongga tubuh.
5. Sistem pernafasan: arthropoda yang hidup di air bernafas dengan insang, sedangkan yang hidup di darat bernafas dengan paru-paru buku atau permukaan kulit dan trakea.

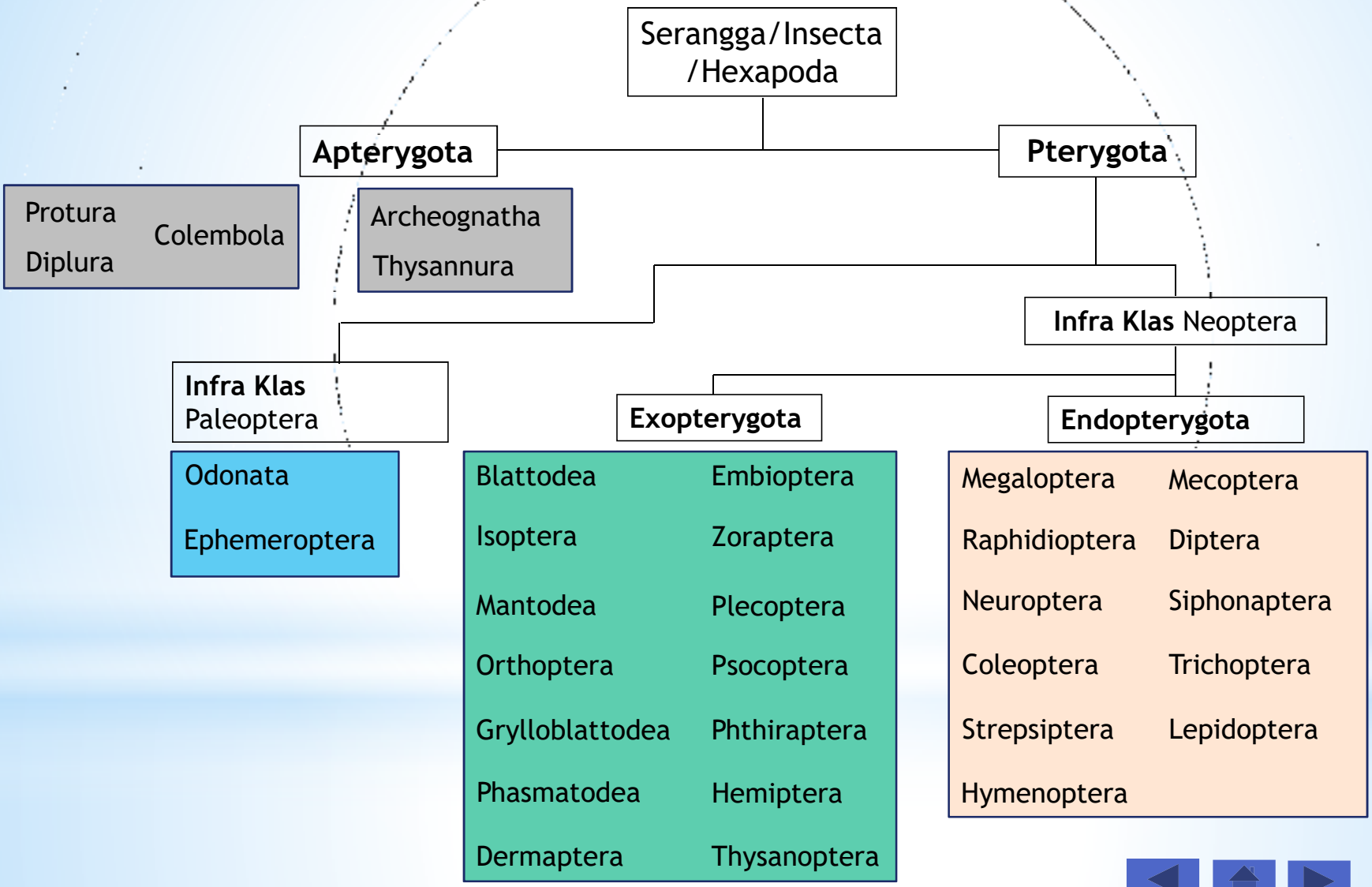
CIRI UMUM ARTHROPODA

6. Sistem saraf berupa tangga tali. Ganglion otak berhubungan dengan alat indera.
7. *Arthropoda* memiliki alat indera seperti antena yang berfungsi sebagai alat peraba, mata tunggal (*ocellus*) dan mata majemuk (facet), organ pendengaran (pada *insecta*) dan statocyst (alat keseimbangan) pada Curstacea.
8. Alat eksresi berupa *coxal* atau kelenjar hijau, saluran Malpighi.
9. Alat reproduksi, biasanya terpisah. Fertilisasi kebanyakan internal (di dalam tubuh).

INSECTA (SERANGGA)

Insecta disebut juga serangga atau *heksapoda*. ***Heksapoda*** berasal dari kata ***heksa*** yang artinya enam (6) dan kata ***podos*** yang berarti kaki. Insecta mempunyai ciri khas yaitu berkaki 6 (tiga pasang). Diperkirakan oleh para ahli zoologi, insecta mempunyai jumlah lebih dari 70.000 jenis. Insecta berhabitat hampir di seluruh bagian biosfer, kecuali di laut.




Serangga/Insecta /Hexapoda
Apterygota
Pterygota
Protura
Diplura
Colembola
Archeognatha
Thysannura
Infra Klas Neoptera
Infra Klas Paleoptera
Exopterygota
Endopterygota
Odonata
Ephemeroptera
Blattodea
Isoptera
Mantodea
Orthoptera
Grylloblattodea
Phasmatodea
Dermaptera
Embioptera
Zoraptera
Plecoptera
Psocoptera
Phthiraptera
Hemiptera
Thysanoptera
Megaloptera
Raphidioptera
Neuroptera
Coleoptera
Strepsiptera
Hymenoptera
Mecoptera
Diptera
Siphonaptera
Trichoptera
Lepidoptera

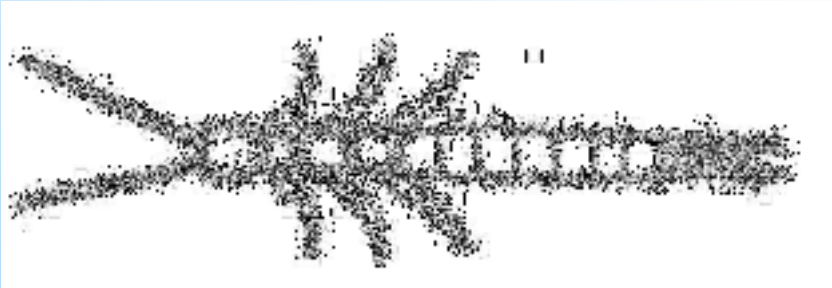
PROTURA

- Tidak bermetamorfosis (ametabola)
- Berukuran kecil biasanya < 1 mm
- Berwarna pucat (putih)
- Antena dan mata tidak ada
- Kepala berbentuk kerucut
- Alat mulut tertutup pada bagian sisi kepala
- Sepasang tungkai pertama dengan sejumlah organ sensor
- Telur diletakkan di tanah atau serasah
- Nimfa muncul setelah 8-12 hari
- Beberapa spesies makan pada cendawan mycoriza, namun demikian jenis lainnya belum diketahui makanannya

DIPLURA

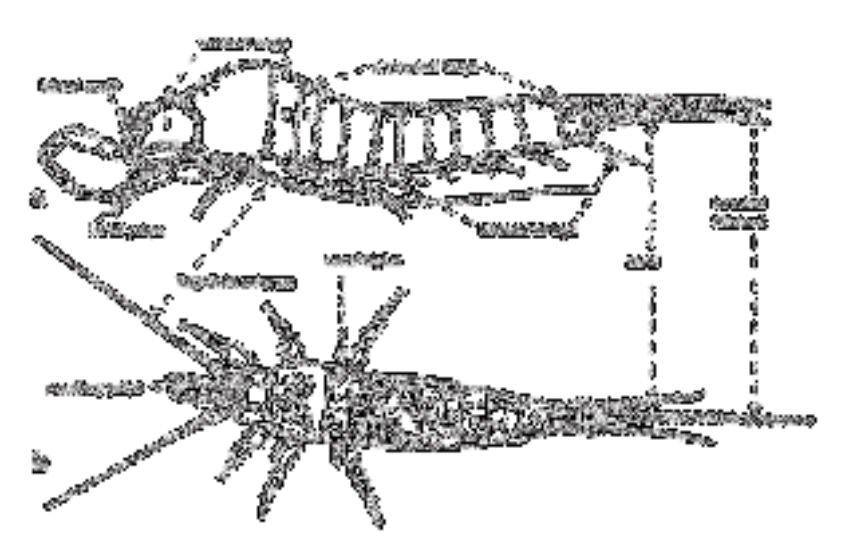
Ciri-ciri *Ordo Diplura*:

- Tidak bermetamorfosis (ametabola)
- Tubuhnya memanjang
- Segmen abdomen ke-10 dengan sepasang cerci yang panjang atau forcep yang seperti pingset
- Mata tidak ada
- Alat mulut entognatus
- Dua pasang spirakel pada thoraks



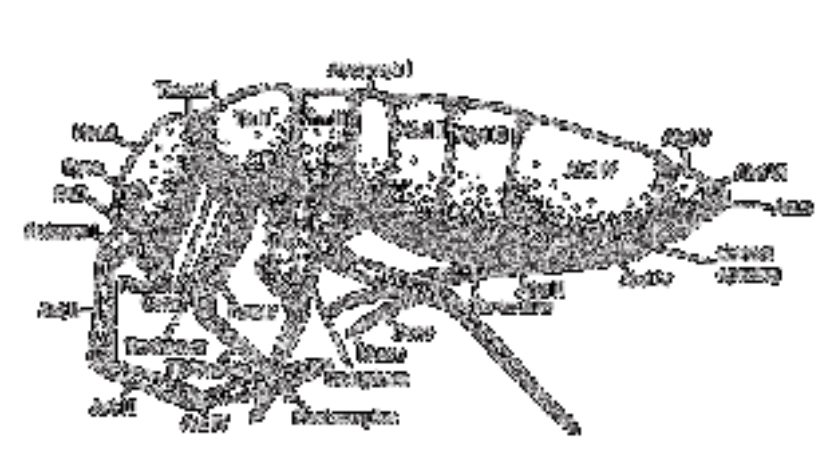
- Umumnya tinggal di tanah, kulit kayu dari pohon yang mati, di bawah batu, dan dibawah serasah
- Berukuran kecil biasanya < 5 mm, tetapi beberapa anggota dari superfamili Japygoidea berukuran panjang 60 mm
- Tersebar luas di seluruh dunia, sekitar 1000 spesies telah deskripsikan dalam 8 famili yang mungkin mewakili 50% atau kurang dari jumlah sesungguhnya di alam
- Sperma diletakkan oleh jantan di dalam tanah dan betina mendatangi sperma tersebut
- Telur diletakkan di secara acak dan bertandan
- Nimfa muncul setelah 7-16 hari
- Kelompok ini termasuk ke dalam omnivora. Kebanyakan spesies bertindak sebagai predator dan scavenger. Makanan yang tercatat antara lain Diplura, tungau, Collembola, Symphyla, Isopoda, lalat, larva kumbang, artropoda kecil, spora dan miselia jamur. Beberapa spesies yang diamati makanan pada akar dari tanaman hidup, seperti kacang, tebu dan melon.

THYSANURA



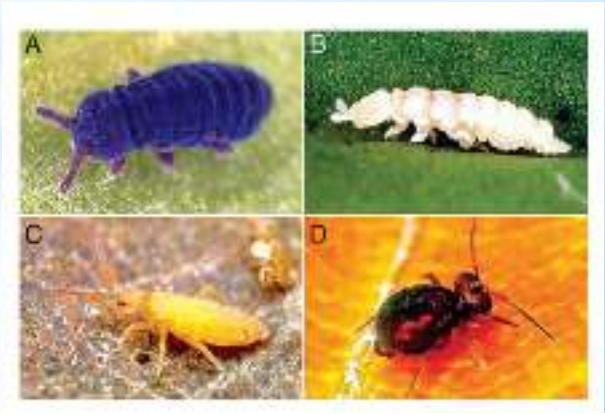
- Serangga tanpa sayap (apterygota)
- Berukuran 5-30 mm
- Tubuh berbentuk pipih
- Mata kecil atau tidak ada, terdapat 3 mata tunggal (ocelli) terutama pada Lepidotrichidae
- Antena pendek atau lebih panjang dari tubuhnya
- Ujung abdomen memiliki 3 embelan yang ramping
- Tersebar luas di seluruh dunia, dan terdiri dari sekitar 400 spesies yang termasuk dalam 90 genus dan lima famili
- Terdapat di serasah daun, di bawah kayu dan batu, serta di barang-barang bekas, seperti buku, pakaian dan kertas

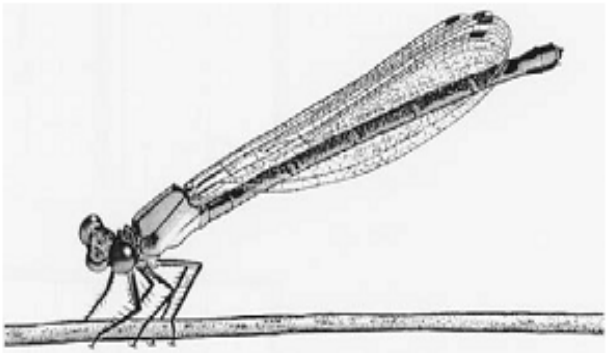
COLLEMBOLA



- Merupakan serangga yang penyebarannya luas dan berlimpah
- Berukuran 0,4 mm sampai lebih dari 10 mm
- Memiliki 4 ruas antena
- Memiliki furcula pada segmen abdomen ruas keempat yang digunakan untuk meloncat

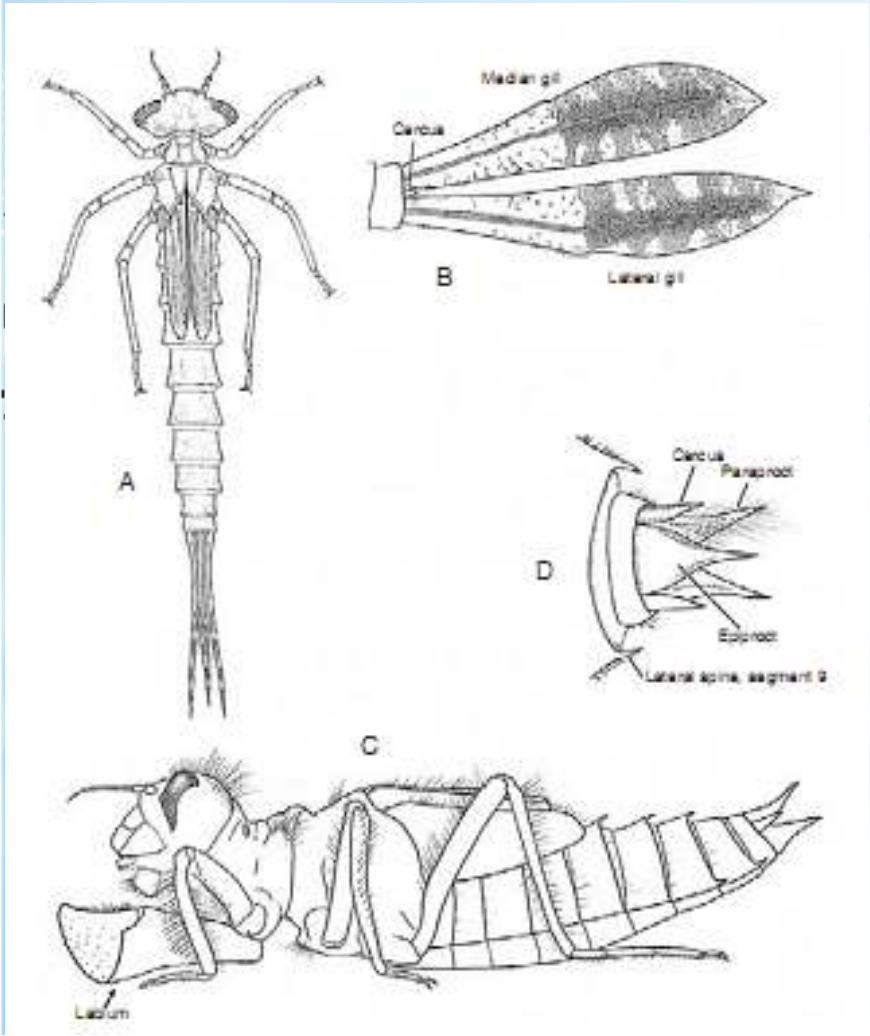
- Sebagian besar makan pada jamur, bakteri dan vegetasi yang mati, namun beberapa jenis lainnya ada yang berperan sebagai karnivora, herbivora dan pemakan cairan
- Umumnya hidup di tanah dan serasah daun, namun beberapa spesies hidup pada tanaman, gua, bahkan pada daerah es.
- Pada daerah tropis, hidup berlimpah pada pohon dan tanaman epifit
- Karakteristik morfologi sangat berhubungan dengan tipe habitatnya
- Terdapat sekitar 9000 spesies yang telah dideskripsikan dan termasuk dalam 27 famili.

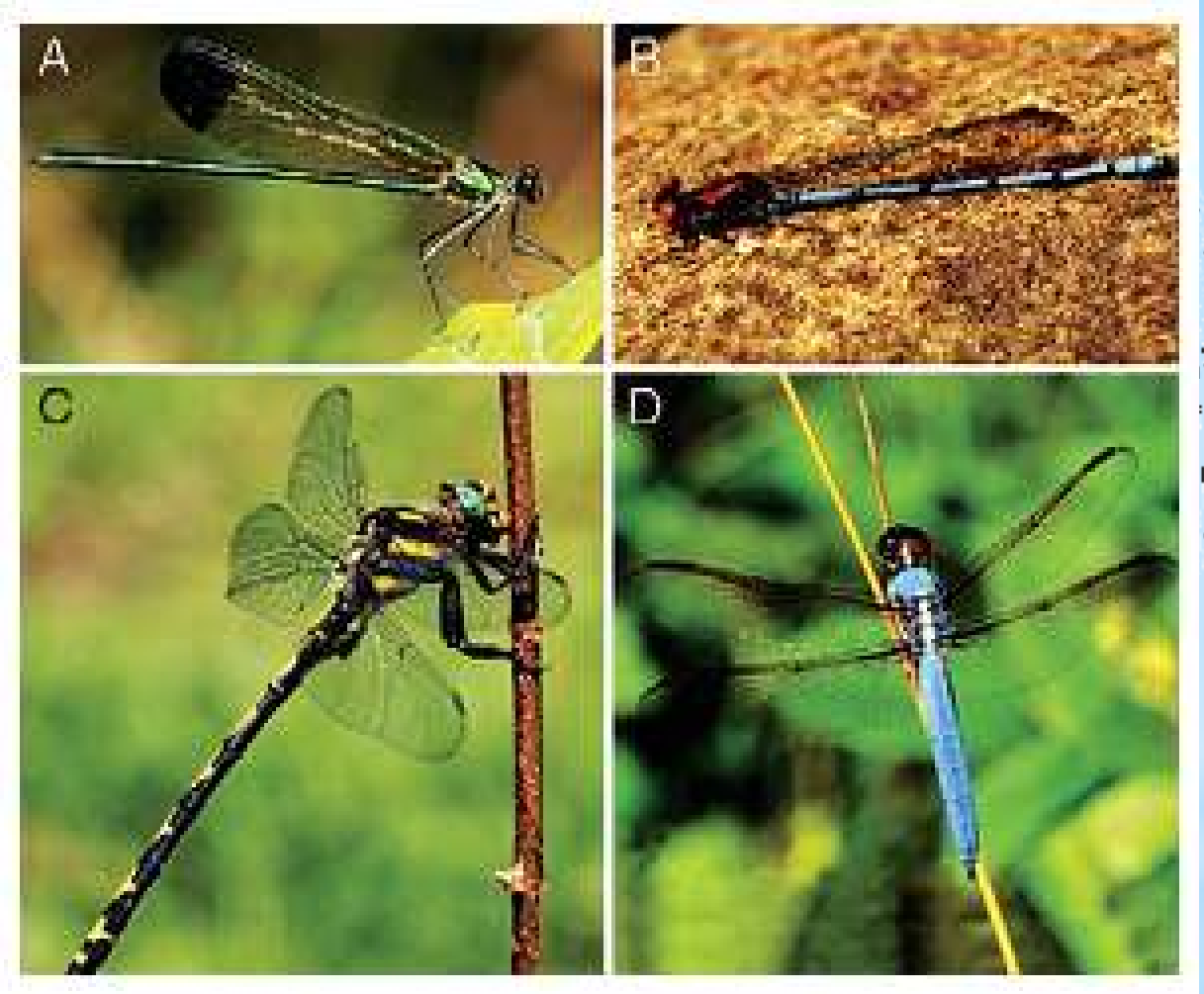




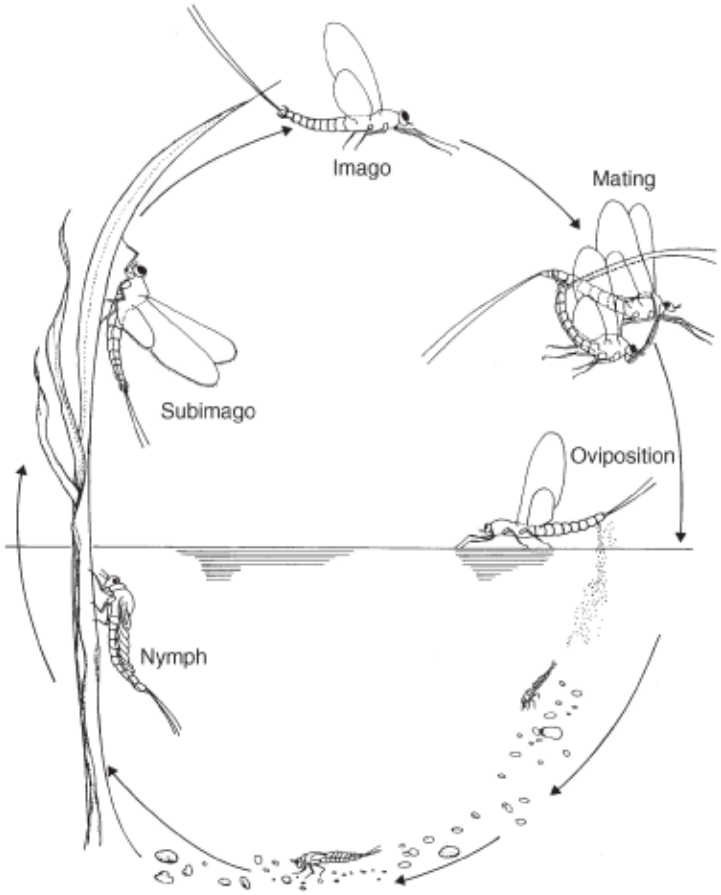
ODONATA

- Serangga yang berukuran sedang sampai besar
- Mata majemuk besar dengan 3 ocelli
- Antena sangat kecil, pendek dan kaku
- Sayap seperti membran dan memiliki banyak pembuluh sayap
- Abdomen panjang dan ramping, cerci tidak beruas dan berfungsi sebagai organ pemegang (clasping organ) pada jantan
- Tipe mulut menggigit mengunyah
- Metamorfosis tidak sempurna
- Lama hidup imago 3-4 pekan, namun beberapa jenis dapat bertahan 6-8 pekan
- Organ kopulasi jantan berada pada sisi ventral ruas abdomen kedua
- Telur diletakkan di atau dekat air dan menetas sekitar 1-3 pekan
- Terbagi dua subordo: Zygoptera (capung jarum) dan Anisoptera (capung)


Median gill
Cercus
B
Lateral gill
A
Cercus
Paraproct
D
Epiproct
Lateral spine, segment 9
C
Labium

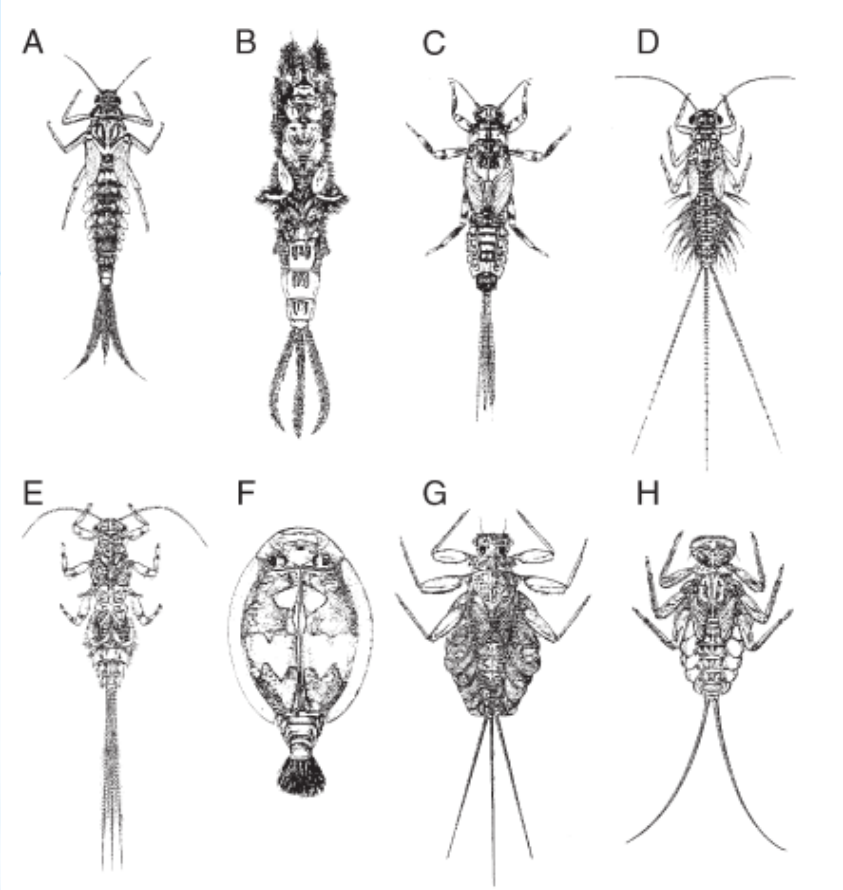

A
B
C
D

EPHEMEROPTERA



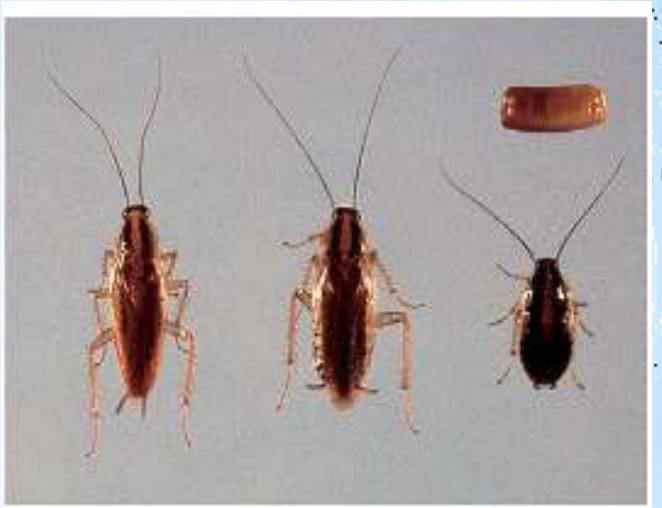
- Serangga yang memiliki tubuh sangat lunak
- Tubuh memanjang dan berukuran sedang
- Memiliki embelan pada abdomen seperti benang yang panjang dengan jumlah 2 atau 3 buah
- Antena kecil dan seperti rambut dan tidak jelas terlihat
- Imago memiliki sepasang sayap yang tipis dengan pembuluh vena yang banyak
- Sayap depan besar dan berbentuk segitiga, sedangkan sayap belakang kecil dan membulat
- Mata majemuk pada jantan lebih besar dan berdekatan, sedangkan betina sebaliknya
- Tungkai belakang jantan lebih panjang, sedangkan untuk betina, semua tungkai sama
- Abdomen terdiri dari 10 ruas
- Metamorfosis tidak sempurna

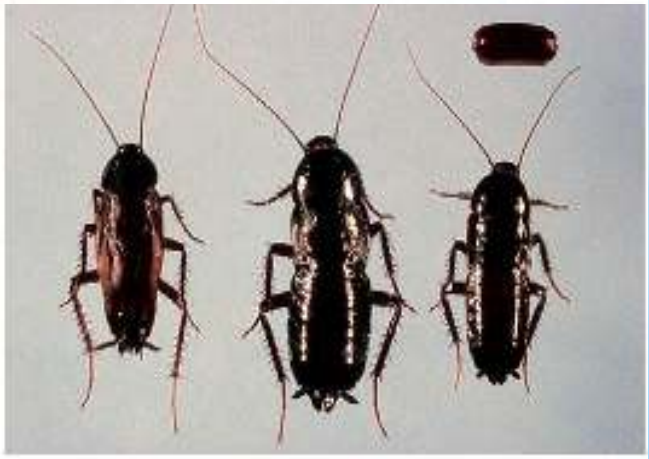
- Nimfa hidup di air (naiad) dengan alat pernafasan (insang) yang berbentuk seperti bulu atau daun di sepanjang abdomen (abdominal gills)
- Merupakan satu-satunya serangga yang berganti kulit lagi setelah sayap berfungsi
- Imago bertahan hidup 1-2 hari, tidak makan dan hanya bereproduksi
- Telur diletakkan dipermukaan air atau menempel pada benda-benda dipermukaan air
- Sebagian besar spesies menghasilkan 500 sampai 3000 butir telur, tetapi ada juga yang menghasilkan kurang dari 100 butir atau bahkan 12000 butir
- Imago dan nimfa merupakan makanan ikan, burung, katak, laba-laba dan serangga pemangsa lainnya
- Dapat menjadi indikator pencemaran
- Merupakan ordo kecil dengan 3000 spesies yang telah dideskripsikan dan termasuk dalam 375 genus dan 37 famili
- Sebagian besar merupakan serangga herbivora yg makan pada komunitas alga pada batu dan tanaman air, namun ada juga yang bersifat omnivora dan predator

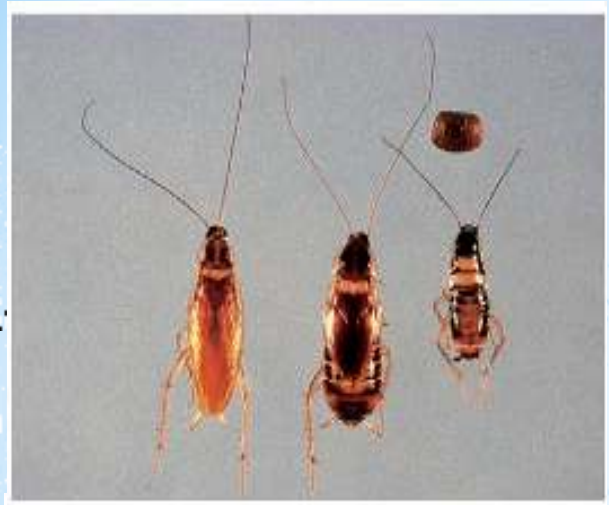


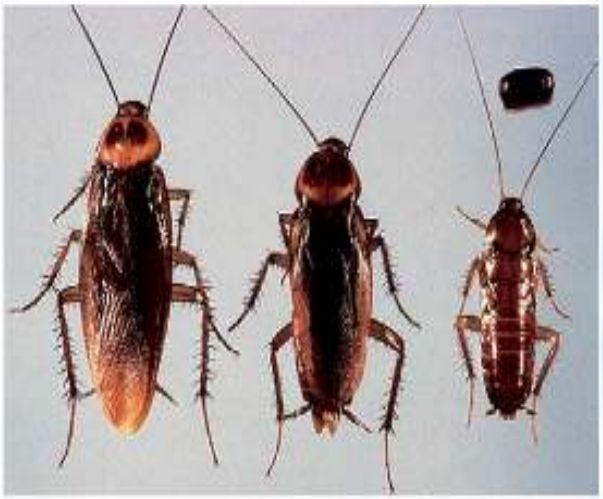
BLATTODEA

- Serangga pengembara dengan lima ruas tarsi
- Sebagian besar bersifat nocturnal tapi beberapa yang diurnal
- Berukuran beberapa mm sampai lebih dari 100 mm
- Tubuhnya berbentuk ellips dan pipih dengan kepala tersembunyi di bawah pronotum
- Tympanium dan organ penghasil suara biasanya tidak ada
- Sayap ada, walaupun pada beberapa jenis sayapnya menyusut
- Sayap betina lebih pendek daripada jantan
- Cerci beruas satu atau banyak dan biasanya cukup panjang
- Antena panjang dan berbentuk seperti filamen
- Serangga betina menghasilkan feromon seks untuk menarik jantan dan kopulasi terjadi dengan posisi ekor ke ekor (tail to tail)
- Betina menghasilkan kelompok telur dalam ootheca, setiap ootheca terdiri dari 20-30 embrio yang berkembang dalam baris paralel
- Metamorfosis sederhana (Pauro
- metabola)







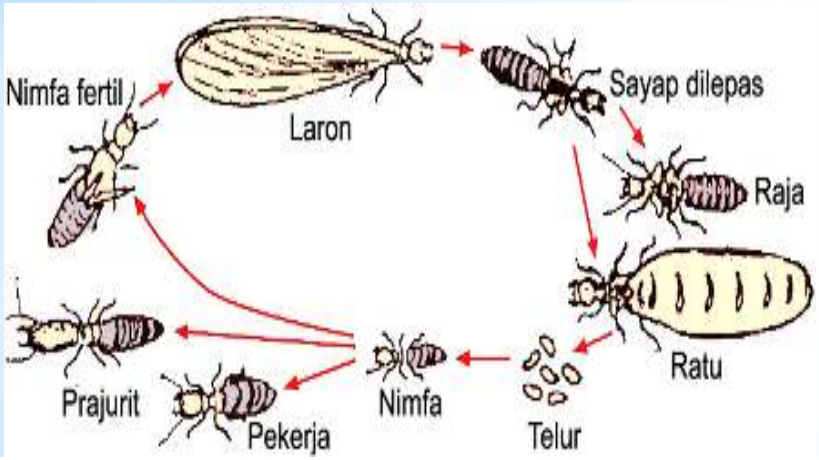


- Banyak terdapat di daerah tropik
- Terdapat sekitar 3500 sampai 4000 spesies yang telah dideskripsikan
- Sekitar 1% dari kecoa yang diketahui yang dipertimbangkan sebagai hama, sekitar 25 sampai 30 spesies yang dapat menimbulkan masalah
- Dapat dijumpai pada berbagai habitat, seperti di antara atau di bawah daun yang mati atau membusuk, di bawah batu atau kotoran, di bawah kulit kayu, dan lain-lain. Kecoak jenis tertentu banyak dijumpai menginvasi rumah dan sering menjadi hama penting dan berpotensi menularkan penyakit secara mekanis
- Bersifat omnivora
- Hidup soliter, namun kadang-kadang berkelompok (subsosial), seperti pada famili Cryptoceridae (kecoak akar tanaman)
- Sifat subsosial mungkin berhubungan dekat dengan Isoptera dan Mantodea sehingga terkadang diklasifikasikan bersama-sama sebagai ordo Dictyoptera
- Terkadang juga dikelompokkan bersama Orthoptera karena memiliki kesamaan dalam mekanisme terbang dan memiliki telur dalam ootheca

ISOPTERA / ARCHIPTERA

Ciri-ciri *Ordo Isoptera / Archyptera (sayap tipis)*:

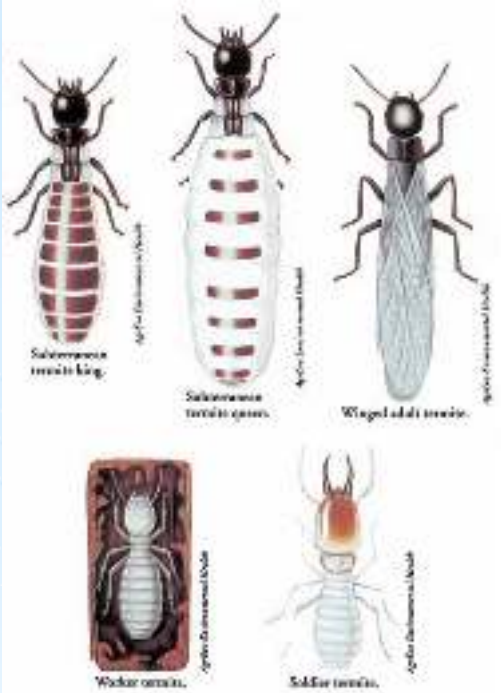
- Metamorfosis sederhana (Paurometabola)
- Mempunyai satu pasang sayap yang hampir sama bentuknya, hanya ada pada kasta reproduktif
- Kedua sayap tipis seperti jaringan / selaput.
- Antena berbentuk untaian seperti serabut dan sering mempunyai mata majemuk dan mata tunggal
- Tipe mulut menggigit.
  Contoh: *Reticulitermis flavipes* (rayap atau anai-anai)

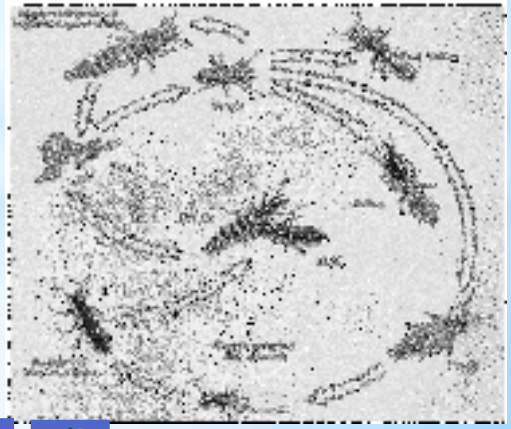


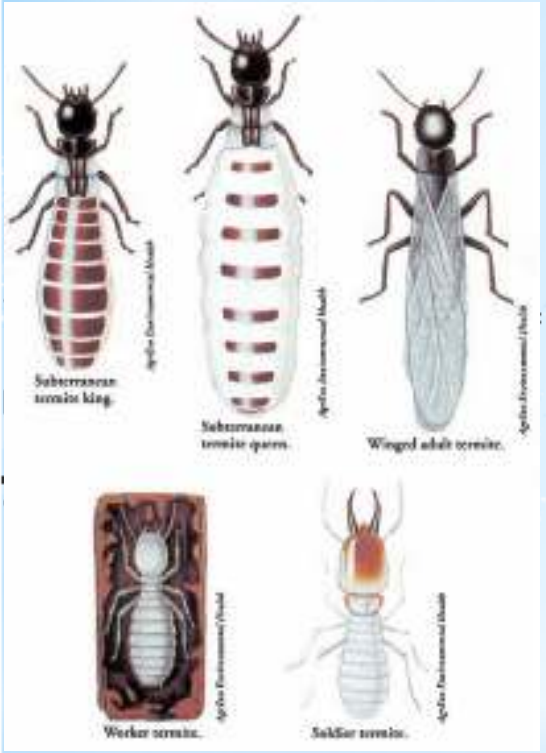
Pada rayap terjadi *polimorfisme*, artinya di dalam satu spesies terdapat bermacam-macam bentuk dengan tugas yang berbeda. Rayap hidup berkoloni, dalam koloni ini terjadi pembagian tugas kerja, yaitu:

- ✓ **Ratu, yakni laron (rayap betina fertil). Biasanya tubuh gemuk dan tugasnya adalah bertelur.**
- ✓ **Raja, yaitu laron (rayap jantan fertil), tugasnya melestarikan keturunan.**
- ✓ **Serdadu, rayap yang bertugas memper-tahankan sarang dan koloni dari gangguan hewan lain.**
- ✓ **Pekerja, rayap yang bertugas memberi makan ratu dan raja, serta menjaga sarang dari kerusakan. Rayap pekerja dan rayap serdadu bersifat steril (mandul).**

- Pada tahap awal pembentukan koloni, rayap reproduktif memberi makan rayap muda dan merawat sarang, sedangkan urusan rumah tangga segera diambil alih oleh nimfa muda dan kasta pekerja
- Kasta pekerja bertugas membuat dan memperbaiki sarang, mencari makan, memberi makan dan merawat anggota-anggota lain dari koloni.
- Kasta prajurit bertugas melindungi koloni, memiliki mandibel yang sangat kuat, panjang, mempunyai kait atau dimodifikasi sebagai alat pemotong
- Dalam koloni rayap terdapat kasta reproduktif pengganti, jantan dan betina, ada dua macam, yaitu kasta reproduktif sekunder yang mempunyai bakal sayap pendek (brachypterous) dan kasta reproduktif tertier yang tidak mempunyai bakal sayap (apterous)







- Makanan terdiri dari eksuvia dan tinja dari individu lain, individu yang mati, bahan-bahan tumbuhan seperti kayu dan produk kayu
- Beberapa rayap hidup di habitat bawah tanah yang lembab dan ada juga yang hidup di habitat kering di atas tanah
- Beberapa jenis rayap bersifat mycetofagus (memelihara jamur untuk makanannya)
- Berperan sebagai hama karena merusak struktur atau bahan-bahan kayu yang dipakai orang namun disisi yang lain bermanfaat karena membantu proses perombakan kayu yang mati dan produk tumbuhan lain menjadi bahan yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan hidup

MANTODEA

- Satu-satunya serangga yang dapat melihat ke belakang pundak mereka, karena kepalanya bebas bergerak
- Umumnya besar dan memanjang
- Tungkai depan termodifikasi menjadi tungkai raptorial
- Prothoraks sangat memanjang
- Koksa depan sangat panjang dan mobil, femur depan dan tibia dilengkapi dengan duri-duri yang kuat
- Merupakan serangga predator dan terkadang bersifat kanibal
- Memiliki kemampuan kamuflase yang baik

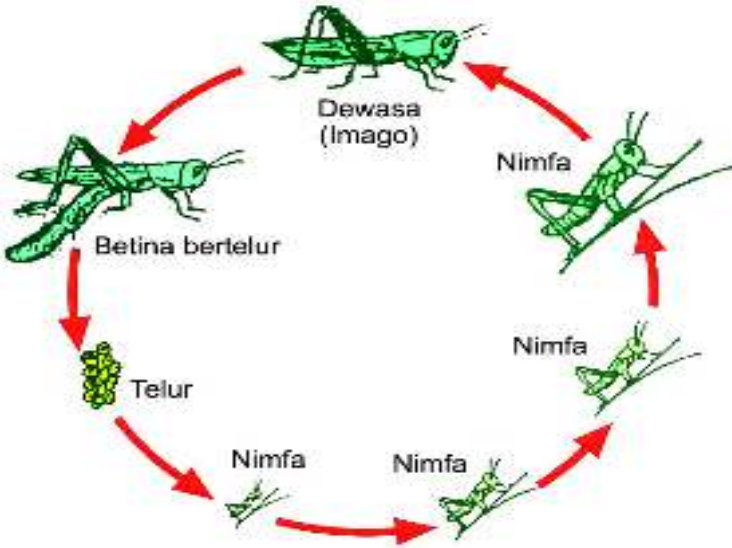
- Telur diletakkan pada ranting pohon atau batang-batang rumput dalam kelompok telur (ootheca), masing-masing bungkus telur mengandung sekitar 200 atau lebih telur
- Terdapat sekitar 1800 jenis yang telah dideskripsikan diseluruh dunia yang termasuk dalam 8 famili, 26 subfamili dan sebagian besar di daerah tropik
- Sebagian besar termasuk ke dalam Mantidae (21 subfamili, 263 genus)
- Dapat berfungsi sebagai agen pengendali hayati namun tidak begitu efektif karena tidak dapat membedakan serangga hama dan serangga berguna

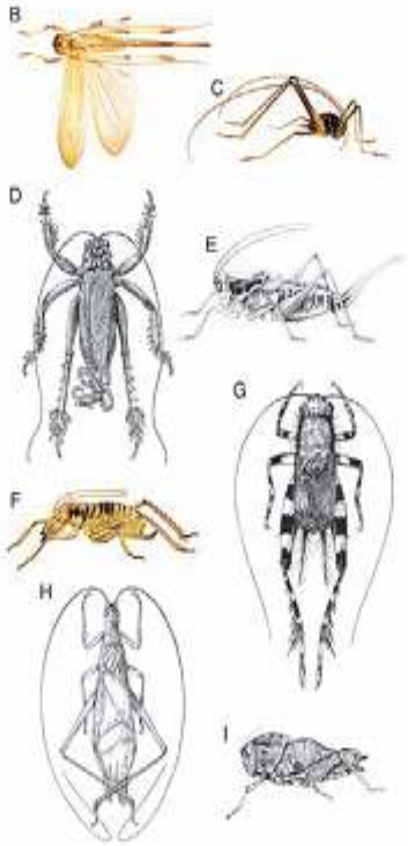
MANTODEA

ORTHOPTERA

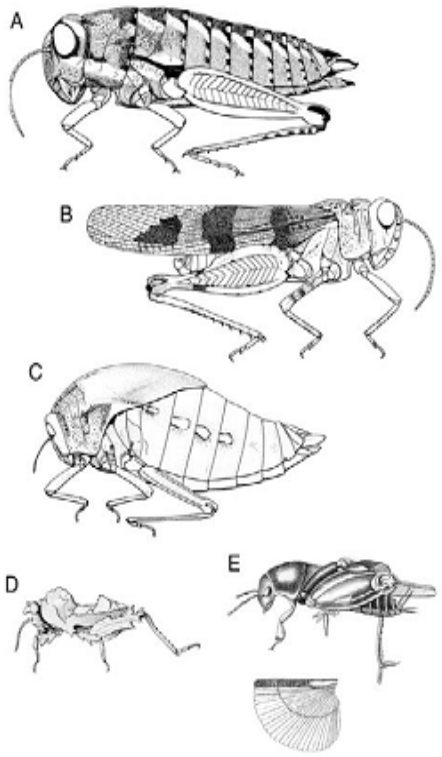
Ciri-ciri *Ordo Orthoptera (sayap lurus)* :

- Ada yang bersayap dan ada yang tidak
- Yang bersayap memiliki dua pasang sayap, sayap depan memanjang, memiliki banyak pembuluh dan agak menebal (tegmen), sayap belakang tipis seperti membran, lebar dengan banyak pembuluh dan pada waktu istirahat dilipat seperti kipas di bawah sayap depan
- Tubuh memanjang, cerci jelas, antena relatif panjang dan memiliki banyak ruas
- Tungkai belakang saltatorial
- Tipe alat mulut mandibulata
- Metamorfosis sederhana (Paurometabola)
- Beberapa jenis menghasilkan bunyi dengan menggesekkan bagian tubuh





- Famili penting yang banyak dijumpai adalah Acrididae, Tettigonidae dan Gryllidae
- Acrididae merupakan famili terbesar (lebih dari 10000 spesies, 1500 genus, 17 famili), memiliki mata majemuk yang besar dan tympanium di ruas abdomen pertama, bersifat teresterial dan aktif siang hari
- Tettigonidae memiliki ciri khas memiliki ovipositor yang panjang dan berbentuk seperti pedang pada betina serta antena yang panjang pada dua jenis kelamin
- Gryllidae bersifat nocturnal dan memiliki alat pendengar pada tibia tungkai pertama



GRYLLOBLATTODEA

- Sering disebut serangga perayap batu karang (rock crawlers)
- Terdiri dari serangga yang tidak bersayap, memanjang dan langsing (ukurannya sekitar 2-3,5 cm)
- Tubuhnya berwarna pucat dan berambut halus
- Mata facet kecil dan tidak terdapat mata tunggal
- Antena panjang dan filiform terdiri dari 23-45 ruas, cerci panjang dengan 5-8 ruas

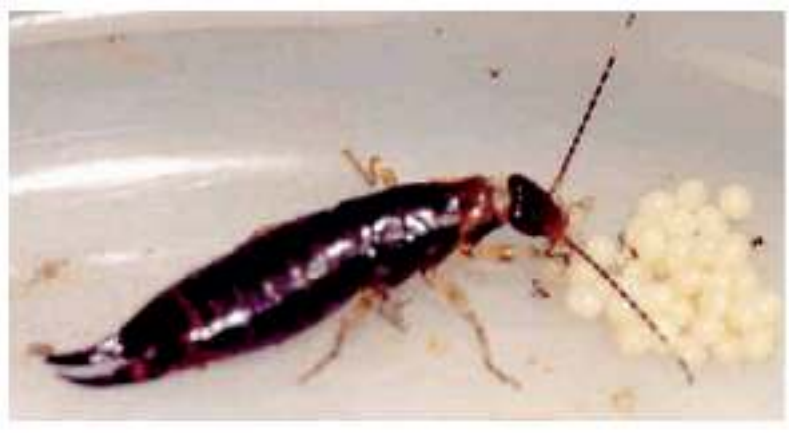
- Betina mempunyai ovipositor berbentuk pedang yang hampir sama panjang dengan cerci
- Telur diletakkan di kayu atau di bawah batu karang dan di material tanaman yang membusuk
- Merupakan serangga yang menyenangi habitat yang basah dan suhu yang rendah, dapat ditemukan di bongkahan dan gua es, lereng-lereng dan batu karang
- Terdapat 20 jenis yang telah dideskripsikan, sehingga merupakan ordo terkecil dari serangga
- Aktif malam hari dan makanan utamanya adalah serangga-serangga yang mati dan bahan organik lain yang tedapat dalam salju dan lapangan es

PHASMATODEA

- Sering disebut ranting atau daun berjalan
- Tubuh memanjang seperti tongkat dan sayap menyusut atau sama sekali tidak ada
- Beberapa di antaranya berbentuk gepeng dan mengembang ke arah lateral sehingga menyerupai daun
- Femur belakang tidak membesar dan tarsi terdiri dari lima ruas
- Cerci pendek dan satu ruas dengan ovipositor yang pendek dan tersembunyi
- Merupakan serangga pemakan tumbuhan dan bergerak lambat
- Aktif malam hari
- Beberapa spesies dapat merubah warnanya
- Mampu mengeluarkan zat yang berbau busuk di thoraks untuk perlindungan
- Bersifat limb autotomy, yaitu tungkainya lemah, mudah putus pada trochanter, tetapi mampu beregenerasi sehingga tumbuh tungkai baru
- Telur tidak ditempatkan pada tempat yang khusus, tetapi diletakkan tersebar di tanah
- Beberapa spesies bersifat partenogenesis

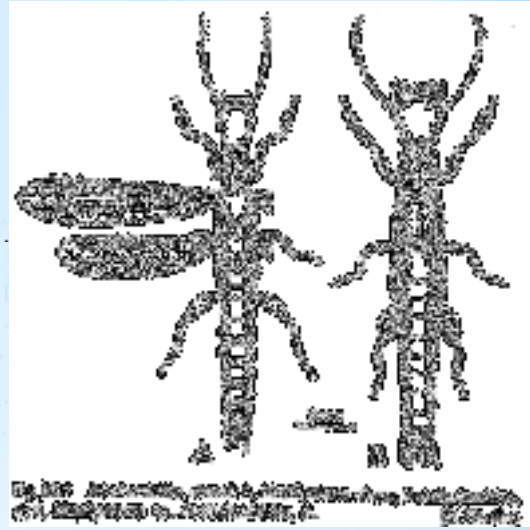
DERMAPTERA

- Disebut juga cecopet, sekitar 2000 spesies yang telah dideskripsikan
- Berbentuk memanjang, ramping dan agak pipih
- Memiliki cerci seperti capit
- Imago ada yang bersayap dan ada yang tidak
- Sayap depan pendek, seperti kulit dan keras serta tidak memiliki pembuluh sayap
- Sayap belakang seperti selaput tipis dan membulat
- Tarsi 3 ruas, tipe mulut mengunyah dan Metamorfosis sederhana (Paurometabola)
- Cecopet muda memiliki ruas antena yang lebih sedikit daripada imago
- Serangga ini bersifat subsosial primitif karena telur dan nimfa instar awal dipelihara oleh induknya
- Aktif malam hari
- Terutama memakan bagian tanaman yang mati dan membusuk, beberapa jenis makan pada tumbuhan hidup dan beberapa lainnya merupakan pemangsa

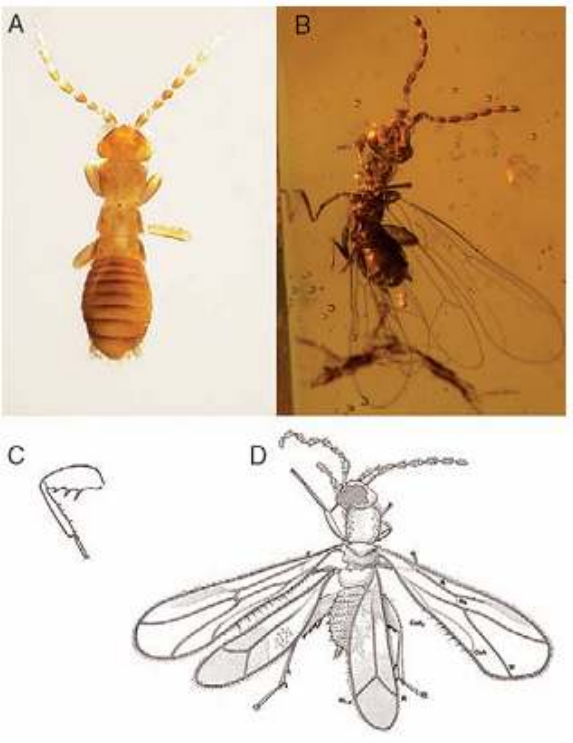


EMBIOPTERA (WEBSPINNER)

- Merupakan serangga yang kecil
- Kepala bertipe prognatus
- Antena filiform 12-33 segmen
- Mata majemuk ada, mata majemuk jantan lebih besar daripada betina, mata ocelli tidak ada
- Betina tidak memiliki sayap yang lengkap, jantan ada yang bersayap dan ada yang tidak bersayap
- Tungkai pendek, dengan 3 segmen tarsi, dasar segmen dari tarsi depan menggembung oleh kelenjar sutra
- Metamorfosis sederhana (Paurometabola)
- Habitatnya pada permukaan batang tanaman atau batu, makanannya berupa kulit kayu, daun mati, dan lumut



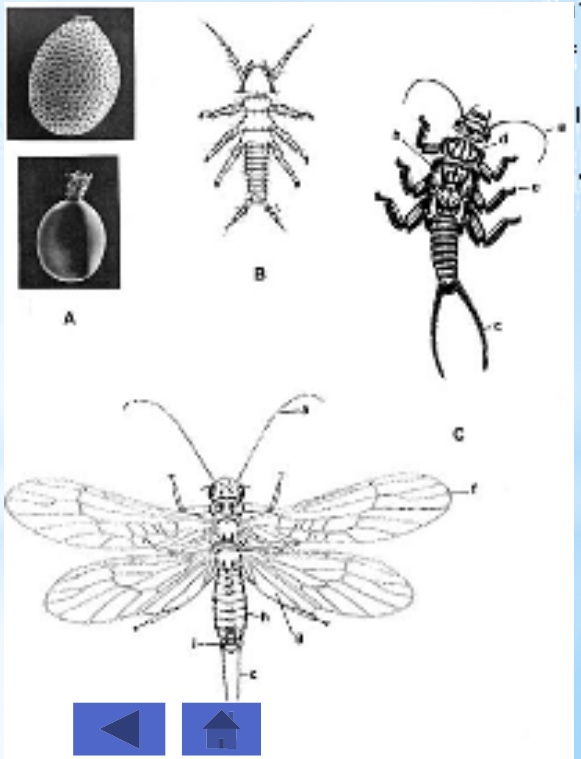
ZORAPTERA



- Merupakan serangga yang kecil dengan ukuran sekitar 3 mm
- Jumlah spesies hanya 32 jenis yang masih ada, sedangkan 6 spesies sudah menjadi fosil
- Umumnya hidup berkelompok
- Bentuk bersayap dan tidak bersayap biasanya terdapat dalam kedua jenis kelamin
- Sayap 2 pasang seperti selaput tipis dengan sayap depan lebih besar daripada sayap belakang dengan hanya beberapa pembuluh sayap
- Sayap seringkali ditanggalkan
- Antena berbentuk manik-manik dan beruas sembilan pada imago
- Memiliki mata majemuk dan mata tunggal
- Tarsi dua ruas dan tiap tarsus memiliki dua kuku
- Cerci pendek dan tidak beruas dan ujungnya dengan rambut duri yang panjang
- Abdomen pendek, bulat telur terdiri dari 10 ruas
- Tipe mulut menggigit mengunyah
- Metamorfosis sederhana (Paurometabola)
- Habitat di bawah lembaran-lembaran kayu yang tertimbun
- Makanan utama adalah spora jamur dan juga arthropoda kecil yang mati

PLECOPTERA (STONEFLIES)

- Disebut juga lalat batu, sekitar 2000 spesies yang telah dideskripsikan yang terdiri dari 16 famili
- Berukuran 5-50 mm, agak gepeng, dan berwarna agak kelabu
- Banyak terdapat dekat aliran air atau tepi danau yang berbatu
- Metamorfosis sederhana (Paurometabola)
- Naiad bersifat detrivor, herbivor, insectivor atau omnivor
- Tubuh pradewasa agak memanjang dengan antena dan cerci yang panjang
- Insang seperti benang bercabang-cabang pada thoraks dekat pangkal tungkai
- Alat mulut pradewasa dan imago bertipe pengunyah, walaupun banyak imago yang tidak makan
- Beberapa jenis lalat batu jantan tidak bersayap atau sayapnya menyusut
- Lama hidup imago pendek
- Dapat menjadi indikator pencemaran air



PSOCOPTERA

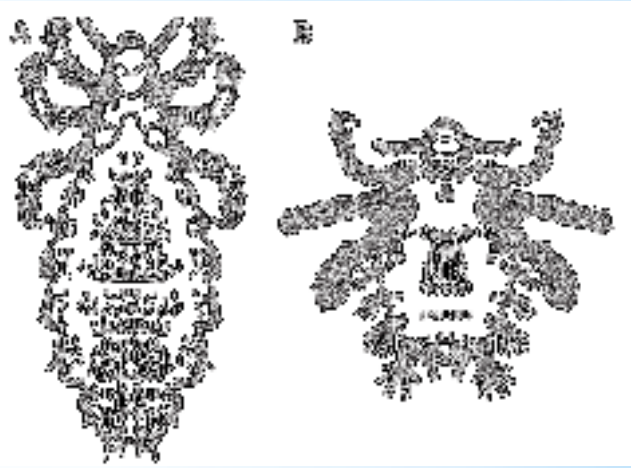
- Disebut juga kutu buku, berukuran kecil, bertubuh lunak
- Kebanyakan berukuran kurang dari 6 mm
- Ada yang bersayap dan ada yang tidak
- Bentuk yang bersayap mempunyai 4 sayap yang tipis, sayap depan lebih besar dari sayap belakang
- Jika istirahat, sayap biasanya diletakkan seperti atap di atas abdomen
- Antena biasanya sangat panjang, tarsi dua atau tiga ruas, tidak terdapat cerci
- Tipe mulut mandibulata yang termodifikasi
- Metamorfosis sederhana (Paurometabola)

- Telur diletakkan tunggal atau berkelompok dan kadang-kadang tertutup sutera atau kotoran
- Bersifat partenogenesis
- Bersifat omnivora, makan pati, spora jamur, kapang, dan lain-lain
- Beberapa jenis lainnya makan ganggang dan lumut serta ada juga yang makan ragi, serbuk sari, serangga mati dan bahan-bahan lainnya
- Jenis yang hidup di dalam rumah biasanya tidak bersayap dan sering dijumpai di antara buku dan kertas
- Jenis yang hidup di luar rumah kebanyakan memiliki sayap yang berkembang baik dan hidup pada kulit kayu, daun-daunan, di bawah batu-batuan dan serasah daun

PHTHIRAPTERA

- Disebut juga kutu, lebih dari 4900 spesies yang telah dideskripsikan
- Bersifat ektoparasit pada unggas dan mamalia, serta bersifat spesifik
- Berukuran kecil dan tidak bersayap
- Ukuran tubuh berkisar 0,3 sampai 12 mm
- Antena pendek dengan 3 sampai 5 segmen
- Ocelli tidak ada, mata majemuk tereduksi atau tidak ada
- Sering dibagi menjadi dua ordo, yaitu Mallophaga (kutu penggigit) dan Anoplura (kutu penghisap)
- Metamorfosis bertahap
- Betina bertelur 50-150 butir telur dan diletakkan menempel pada rambut atau bulu inangnya
- Telur menetas dalam waktu 3 pekan dan berkembang menjadi 3 instar pada kebanyakan jenisnya

- Banyak spesies inang yang diparasit oleh lebih dari satu jenis kutu, contohnya: *Crypturellus obsoletus punensis* (Tinamiformes: Tinamidae) diinfestasi oleh 11 spesies dari 10 genus dalam 2 famili
- Memiliki empat subordo, yaitu Amblycera, Ischnocera, Rhyncnophthirina dan Anoplura
- Berperanan sebagai hama dan vektor penyakit



HEMIPTERA

- Merupakan ordo terbesar, terbagi menjadi 2 subordo, yaitu Heteroptera dan Homoptera
- Metamorfosis sederhana (Paurometabola)
- Alat mulut menusuk menghisap
- Pada waktu makan terjadi pencernaan ekstra oral dengan mensekresikan ludah yang mengandung enzim proteolitik pada waktu menghisap dan pada predator sering kali dengan enzim paralitik

Contoh :

- Walang sangit (*Leptocorixa acuta*)
- Kumbang coklat (*Podops vermiculata*)
- Kutu busuk (*Eimex lectularius*)
- Kepinding air (*Lethoverus* sp.)
- Tonggeret (*Dundubia manifera*)
- Wereng hijau (*Nephotetix apicalis*)
- Wereng coklat (*Nilapervata lugens*)
- Kutu kepala (*Pediculushumanus capitis*)
- Kutu daun (*Aphid* sp.)

HEMIPTERA

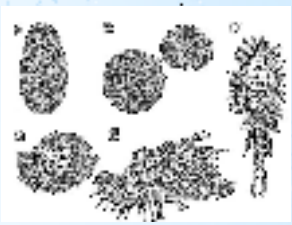
Subordo Heteroptera

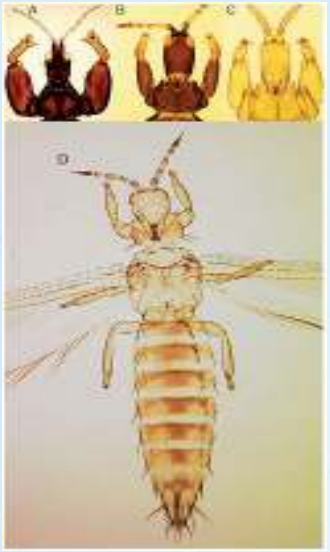
- Nama umumnya adalah kepik
- Sayap depan sebagian menebal dan sebagian tipis seperti selaput (hemilitron)
- Sayap belakang seluruhnya tipis dan lebih pendek dari sayap depan
- Alat mulut menusuk menghisap dan dalam bentuk paruh yang disebut rostrum
- Labium terdapat segmentasi yang dapat digunakan untuk identifikasi, pada umumnya, jika labium panjang dan terdiri dari 4 ruas maka bersifat fitofag, tetapi jika pendek dan terdiri dari 3 ruas, maka bersifat predator
- Antena cukup panjang dan terdiri dari 4 atau 5 ruas
- Mata majemuk ada, sedangkan ocelli terkadang tidak ada
- Imago memiliki kelenjar bau yang terdapat pada sisi thoraks, sedangkan pada nimfa terdapat pada permukaan dorsal abdomen
- Kebanyakan hidup di daratan, tetapi banyak juga yang aquatik

HEMIPTERA

- Semuanya bersifat fitofag dan kebanyakan merupakan hama tumbuhan, namun ada juga yang berguna karena menghasilkan lak
- Alat mulut menusuk menghisap dengan 4 stylet penusuk
- Jenis yang bersayap memiliki 2 pasang sayap
- Sayap depan memiliki tekstur yang seragam dan pada waktu istirahat biasanya terletak seperti atap pada bagian atas tubuh
- Antena sangat pendek dan seperti rambut, tetapi ada juga yang panjang seperti benang
- Mata majemuk berkembang baik
- Menyebabkan kehilangan cairan pada tanaman, merusak klorofil, sekresi ludah beracun dapat menghambat saluran floem/xylem atau menghambat permukaan bawah daun, namun peletakan telur dapat juga menyebabkan kerusakan, disamping sebagai vektor penyakit
- Kandungan gula yang dihasilkan (embun madu) menyebabkan terjadinya interaksi mutualistik dengan organisme lain, seperti semut

Subordo Homoptera





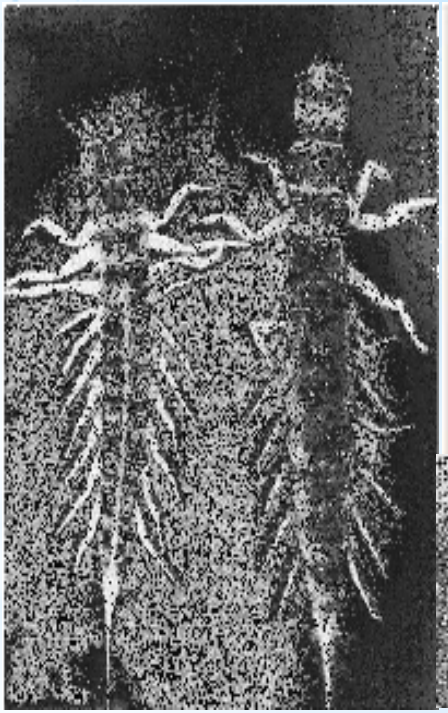
THYSANOPTERA

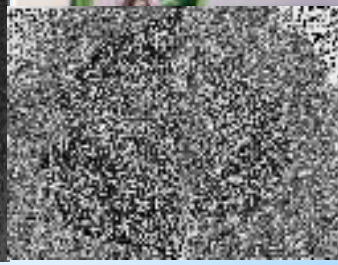
- Bersifat partenogenesis
- Sebagian besar bersifat fitofag, ada beberapa yang bersifat predator serta pemakan jamur, namun ada pula sebagai vektor penyakit pada tanaman (*Frankliniella schultzei*)
- Meletakkan telur pada jaringan tanaman

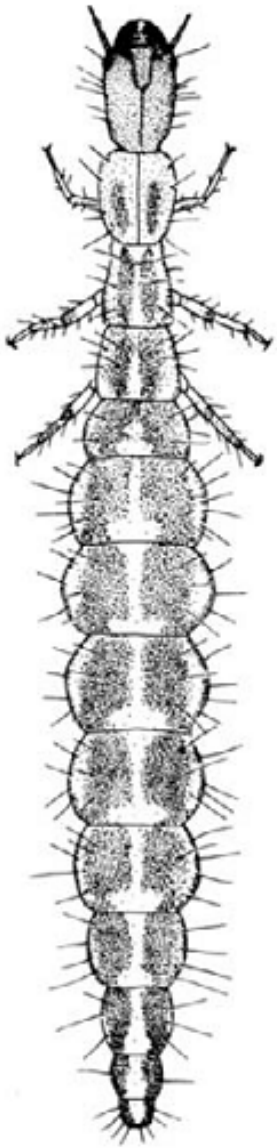
- Serangga bersayap rumbai, terdapat sekitar 5000 spesies yang telah dideskripsikan
- Berukuran kecil dan langsing (0,5-5 mm)
- Ada yang bersayap dan ada yang tidak
- Yang bersayap memiliki 2 pasang sayap yang sangat sempit, panjang dengan beberapa atau tidak ada pembuluh sayap
- Sayap memiliki rumbai dipinggirnya dengan rambut-rambut yang panjang
- Tipe mulut meraut menghisap dengan struktur yang tidak simetris
- Labrum membentuk muka paruh, terdapat 3 stylet yang termodifikasi dari dua maksilla dan satu mandibel yang posisinya disebelah kiri, sedangkan yang kanan menghilang
- Antena pendek dan terdiri dari 4 sampai 9 ruas
- Metamorfosis sederhana (Paurometabola)
- Dua instar pertama tidak mempunyai bakal sayap dan biasanya disebut larva, instar 3 mulai memiliki bakal sayap dan makin besar pada instar 4. Beberapa spesies tertentu memiliki 5 instar. Pada instar 4, masuk ke tanah dan membentuk kokon

MEGALOPTERA

- Merupakan kelompok ordo serangga kecil dengan sekitar 250 sampai 300 spesies yang telah dideskripsikan
- Metamorfosis sempurna
- Larva bersifat akuatik predator, sedangkan telur, pupa dan imago ditemukan di darat
- Imago ditemukan pada vegetasi di sekitar danau atau sungai, tidak makan atau makan sedikit sekali, serta memiliki mandibel yang kuat
- Sayap belakang lebih lebar pada bagian dasar daripada sayap depan
- Mata facet menonjol jelas, ocelli ada atau tidak ada
- Larva memiliki insang dikedua sisi abdomen, mandibel normal, tidak memanjang dan berbentuk seperti sabit
- Pupanya dektikus yaitu memiliki mandibel fungsional sebagai alat pertahanan dan tidak berkokon
- Contoh: *Sialis california*



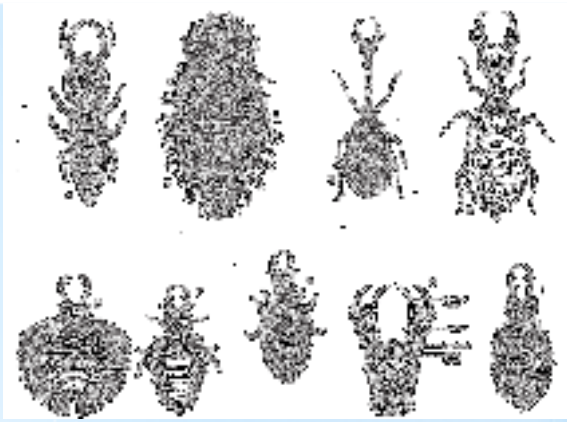




RAPHIDIOPTERA

- Merupakan kelompok ordo serangga kecil dengan sekitar 206 spesies
- Disebut juga *snakeflies*
- Metamorfosis sempurna
- Imago memiliki pronotum yang memanjang dan sangat mobil dengan bentuk kepala prognatus, bersifat predator dan hidup di tanaman
- Telur diletakkan berkelompok dicelah-celah kulit kayu
- Larva bentuknya memanjang dan pipih, bersifat predator, dan ditemukan di bawah kulit kayu dan batu
- Pupa dektikus
- Contoh: *Turcoraphidia acerba*

NEUROPTERA

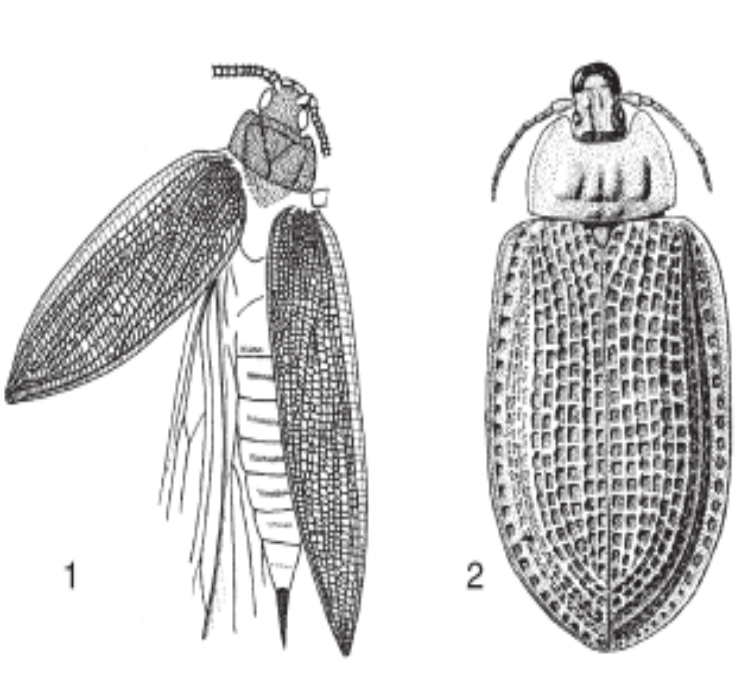


- Serangga bertubuh lunak dengan empat sayap bertekstur selaput tipis dengan banyak pembuluh sayap melintang dan cabang-cabang ekstra pembuluh sayap longitudinal
- Sayap depan dan belakang sama
- Alat mulut mandibulata
- Antena panjang dengan banyak ruas
- Tarsi lima ruas dan tidak memiliki cerci
- Metamorfosis sempurna
- Sebagian besar larva bersifat predator
- Habitat larva berbeda-beda tergantung jenisnya, ada yang di tanaman (arboreal) ataupun di tanah (geophiles), serta ada yang hidup di air
- Pupa dektikus dengan kokon
- Imago sebagian besar bersifat predator
- Beberapa spesies meletakkan telur bertangkai benang yang cukup panjang
- Contoh: *Chrisoperla* spp. (digunakan dalam PH)

COLEOPTERA

- Ordo terbesar dari serangga dengan lebih dari 400 ribu spesies
- Imago memiliki sepasang sayap depan yang menebal (elytra) dan biasanya bertemu pada garis lurus medio-dorsal dan menutupi sayap belakang
- Sayap belakang tipis seperti selaput dan biasanya lebih panjang dari sayap depan
- Metamorfosis sempurna
- Alat mulut menggigit mengunyah
- Beberapa (Curculionidae) memiliki kranium yang panjang membentuk moncong dan pada ujungnya terdapat alat mulut
- Beberapa dengan mandibel yang beralur, dan beberapa lainnya dengan maksilla yang memanjang (Meloidae tertentu) yang berfungsi untuk menghisap
- Siklus hidup bervariasi, kebanyakan menghasilkan satu atau lebih generasi setiap tahun
- Ukuran imago bervariasi mulai dari 0,4 mm sampai 200 mm

- Beberapa kumbang dapat menghasilkan bunyi dari aktifitas makan dan terbang, mengetukkan beberapa bagian tubuh pada substrat atau oleh alat penghasil suara yang khusus
- Sebagian besar berfungsi sebagai herbivora, fungivora, atau predator pada stadia larva dan dewasa
- Banyak diantaranya merupakan hama yang penting pada pertanaman, bahan simpanan dan hutan, namun terdapat juga spesies yang menguntungkan dalam pengendalian secara biologis
- Terbagi ke dalam empat subordo: Achostemata (3 famili), Myxophaga (4 famili), Adephaga (8 famili) dan Polyphaga (138 famili)
- Contoh: *Coccinella* spp. (digunakan dalam PH), *Sitophilus oryza* (hama bubuk beras), *Rhyncophorus ferrugium* (hama penggerek buah kelapa)



STREPSIPTERA

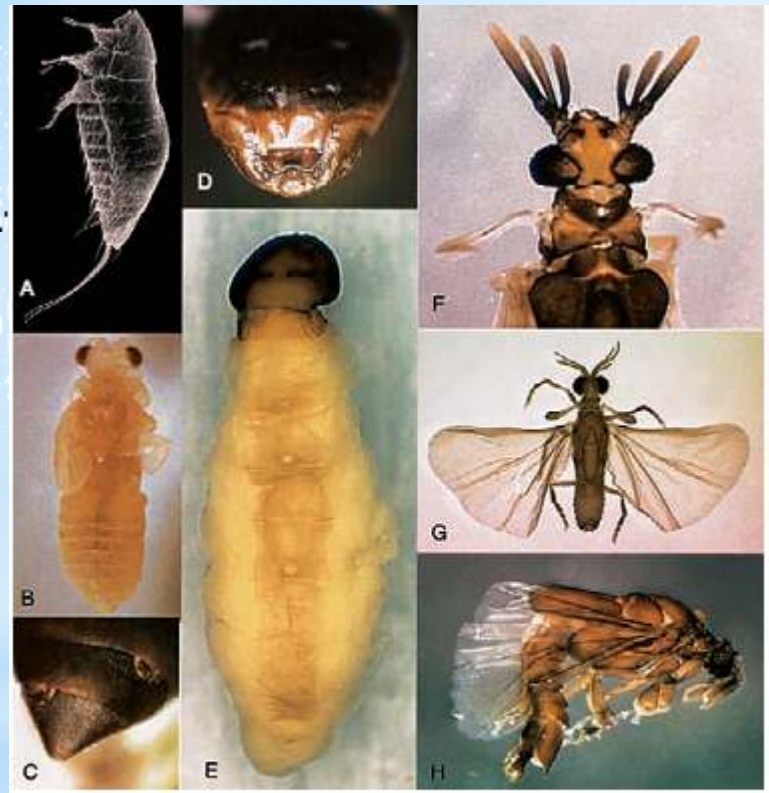


FIGURE 1 (A) First instar of *Mengenilla chobauti*. (B) Male pupa of *Xenos peckii*. (C) Cephalothorax of female *X. peckii* extruded from the abdominal tergites of the wasp host *Polistes fuscatus*. (D) Close-up of cephalothorax of female *X. peckii*. (E) Female *Xenos vesparum*. (F) Head and thorax of *M. chobauti*. (G) Male *Triozocera bedfordiensis*. (H) Male *Coriophagus rieki*.

- Merupakan serangga kecil dan kebanyakan merupakan parasit pada serangga lain (Hymenoptera, Hemiptera, Orthoptera dan Thysanura)
- Metamorfosisi sempurna
- Jantan dan betina berbeda, jantan hidup bebas dan bersayap, sedangkan betina tidak bersayap dan sering tidak bertungkai, serta pada jenis yang parasitik, mereka tidak meninggalkan inangnya
- Serangga jantan memiliki antena yang terdapat juluran-juluran memanjang pada beberapa ruas, serta sayap belakangnya besar seperti kipas dan bertekstur selaput dengan kerangka sayap menjari
- Imago jantan hidupnya singkat dan biasanya tidak makan
- Serangga betina yang hidup bebas memiliki kepala yang jelas dengan 4-5 ruas antena, alat mulut mengunyah dan memiliki mata majemuk, sedangkan betina yang parasitik biasanya tidak memiliki mata, antena dan tungkai dengan ruas tubuh yang tidak jelas
- betina mengeluarkan feromon seks untuk menarik jantan dan jantan berkopulasi dengan ujung kepala betina

STREPSIPTERA

- Betina menghasilkan banyak larva (triungulin) yang memiliki mata dan tungkai yang berkembang baik, larva tersebut aktif mencari dan menempati tubuh inangnya (phoresy)
- Di dalam tubuh inang larva berganti kulit dan menjadi tahapan seperti cacing yang tidak bertungkai dan makan di dalam rongga tubuh inang
- Larva beberapa kali berganti kulit dan berkepompong di dalam kulit larva instar akhir

FIGURE 1 (A) First instar of *Mengenilla chobauti*. (B) Male pupa of *Xenos peckii*. (C) Cephalothorax of female *X. peckii* extruded from the abdominal tergites of the wasp host *Polistes fuscatus*. (D) Close-up of cephalothorax of female *X. peckii*. (E) Female *Xenos vesparum*. (F) Head and thorax of *M. chobauti*. (G) Male *Triozocera bedfordiensis*. (H) Male *Coriophagus rieki*.

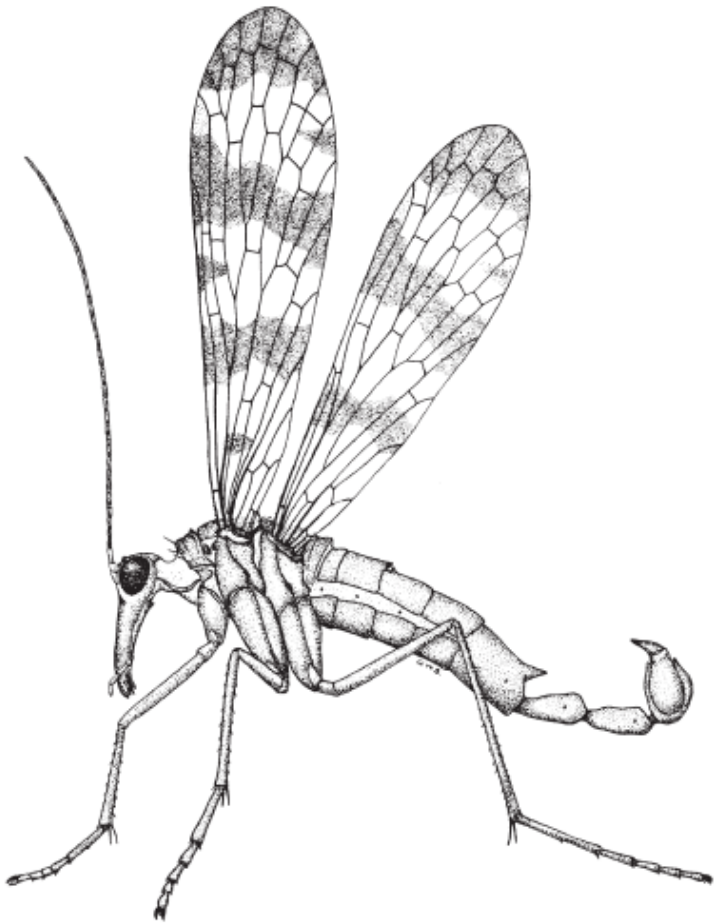
HYMENOPTERA

- Merupakan kelompok serangga yang paling banyak berguna bagi manusia
- Imago memiliki empat sayap yang tipis dan sayap depan lebih besar daripada sayap belakang
- Pada tepi sayap sayap depan terdapat kait untuk memegang sayap belakang pada waktu terbang
- Tipe mulut mandibulata
- Labium dan maksilla membentuk satu struktur yang berfungsi seperti lidah
- Antena panjang dan terdiri dari 10 ruas atau lebih
- Ovipositor berkembang sempurna dan terkadang termodifikasi menjadi sengat
- Metamorfosis sempurna
- Reproduksi umumnya bersifat arrhenotoky, yaitu serangga betina berkembang dari telur yang dibuahi, sedangkan jantan berkembang dari telur yang tidak dibuahi
- Berperanan sebagai parasitoid, predator dan fitofag

Pembagian tugas dalam masyarakat *Hymenoptera* adalah sebagai berikut :

- Ratu, hewan betina fertil tugasnya bertelur.
- Raja, hewan jantan terjadi karena ***partenogenesis*** (telur yang tak dibuahi oleh sperma jantan) dan bertugas mengawini ratu. Setelah kawin lebah jantan diusir dari sarang dan kemudian mati. Sementara itu ratu telah menyimpan spermatozoid di dalam spermateka.
- Pekerja, adalah betina mandul yang berasal dari telur yang dibuahi sperma. Tugasnya menyediakan makanan, memberi makan larva ratu, membuat sarang dan membersihkan sarang.

MECOPTERA

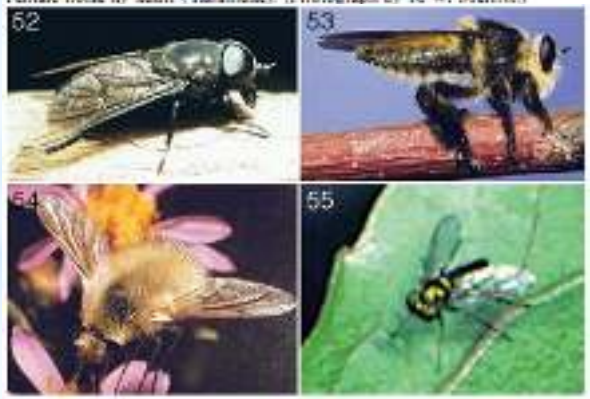


- Merupakan serangga bertubuh langsing, berukuran sedang dengan kepala memanjang di bawah mata sebagai suatu probosis atau rostrum
- Disebut juga lalat kalajengking karena ruas kelamin serangga jantan yang membesar dan membulat serta seringkali melengkung ke depan di atas punggung seperti sengat seekor kalajengking
- Merupakan ordo yang kecil dengan hanya sekitar 550 spesies
- Metamorfosis sempurna
- Imago memiliki empat sayap selaput tipis yang sempit dan sayap depan ukurannya sama dengan sayap belakang
- Habitat larva hidup di tanah, namun ada juga yang hidup di air
- Pupa decticous
- Imago hidup di vegetasi atau hutan
- Larva dan imago kebanyakan bersifat predator dengan tarsus raptorial, beberapa jenis lainnya bersifat saprofag

DIPTERA

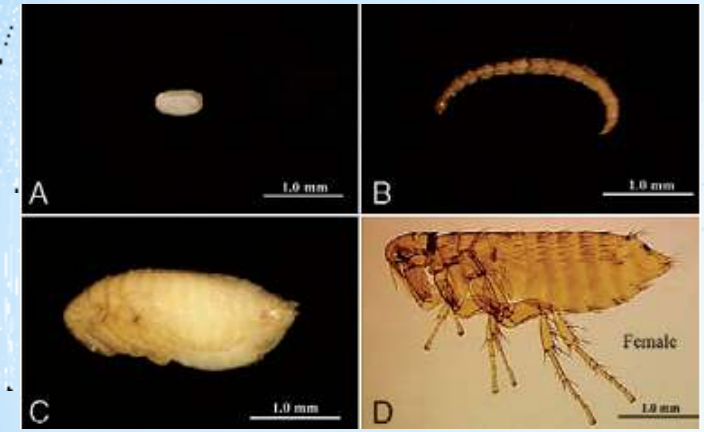
- Disebut juga lalat, dengan ciri khas memiliki sepasang sayap saja, yaitu sayap depan
- Sayap belakang termodifikasi menjadi struktur yang disebut halter yang berfungsi sebagai organ keseimbangan
- Merupakan serangga yang relatif kecil dan bertubuh lunak
- Serangga ini tidak hanya beragam dalam kekayaan spesies tetapi juga dalam struktur, ekologi maupun arti ekonomisnya
- Terdapat sekitar 124 ribu spesies yang telah di deskripsikan
- Tipe mulut menghisap, tetapi banyak variasi dari struktur mulut di antara familinya
- Metamorfosis sempurna
- Larva tanpa tungkai disebut belatung atau jentik-jentik dan hidup di berbagai habitat aquatik dan semiaquatik pada tumbuh-tumbuhan, di dalam tanah, di bawah kulit kayu dan batu-batuan
- Berperanan sebagai saprofag, predator, parasitoid dan vektor penyakit

FIGURES 28–31 (28) Female black fly adult (Simuliidae) taking a blood meal. (29) Female mosquito adult (Culicidae: *Anopheles*) taking a blood meal. (Photographs by R. W. Merritt.) (30) Female sand fly adult (Psychodidae) taking a blood meal. (Photograph by B. Chaniotis.) (31) Female horse fly adult (Tabanidae). (Photograph by R. W. Merritt.)



FIGURES 52–55 (52) Adult deer fly (Tabanidae). (Photograph by R. W. Merritt.) (53) Adult robber fly (Asilidae). (Photograph by R. W. Sites.) (54) Adult bee fly (Bombyliidae). (Photograph by R. D. Akre.) (55) Adult long-legged fly (Dolichopodidae). (Photograph by Department of Entomology, Michigan State University.)

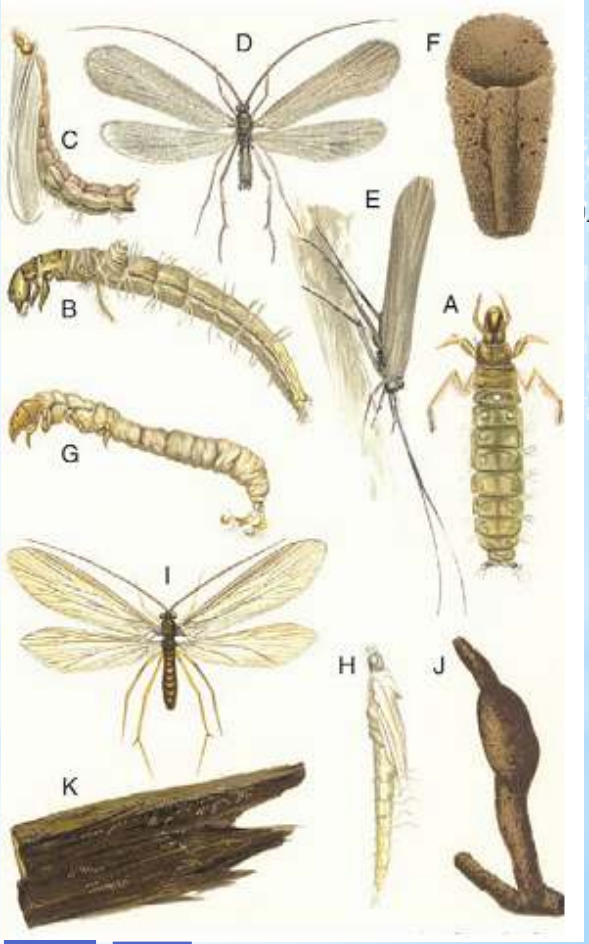
SIPHONAPTERA



- Disebut juga kutu hewan (pinjal)
- Sekitar 2575 spesies yang telah dideskripsikan
- Beberapa serangga berukuran kecil dan tidak bersayap
- Tubuh imago sangat gepeng lateral dan dilengkapi dengan banyak duri-duri yang mengarah ke belakang dan rambut-rambut keras
- Kebanyakan merupakan serangga pelompat yang memiliki tungkai yang panjang dengan koksa yang sangat besar
- Antena pendek dan terletak dalam lekuk samping kepala
- Tipe mulut penghisap dengan 3 stylet penusuk
- Mata ada atau tidak ada
- Metamorfosis sempurna
- Imago berumur panjang, umunya sekitar setahun dan dapat bertahan selama periode tertentu tanpa makan
- Imago ektoparasit pada unggas (6%) dan mamalia (94%)
- Kisaran inang berbeda menurut jenis ada yang luas dan ada yang spesifik
- Telur bervariasi dalam ukuran, bentuk dan warna
- Larva vermiform, bersifat saprofag, makan material organik, tinja dan juga tumbuhan
- Pupa terbungkus kokon putih

TRICHOPTERA

- Serangga berukuran kecil dengan empat sayap tipis dan berambut jarang
- Terdapat sekitar 11 ribu spesies yang telah dideskripsikan
- Antena panjang dan ramping
- Tipe mulut mandibulata
- Metamorfosis sempurna
- Telur diletakkan dalam massa atau tali dalam jumlah ratusan baik di air maupun objek-objek dalam air
- Telur menetas dalam beberapa hari
- Larva aquatik dan pada banyak jenis memerlukan waktu hampir setahun untuk berkembang
- Beberapa spesies larva membuat jaring-jaring untuk perlindungan dan menangkap makanan
- Kantung yang dibuat sangat khas untuk famili, genus dan kadang-kadang spesies
- Kebiasaan makannya bervariasi: omnivora, saprofag atau fitofag
- Imago merupakan penerbang yang lemah dan biasanya tertarik cahaya lampu, makannya dari air atau nektar
- Lama hidup imago sekitar sebulan



LEPIDOPTERA

Ciri-ciri *Ordo Lepidoptera (sayap sisik)* :

- Nama umumnya kupu-kupu atau ngengat
- Ciri khasnya dari sisik-sisik yang ditemukan pada sayap, tungkai dan bagian tubuh lainnya
- Terdapat sekitar 350ribu spesies yang telah dideskripsikan
- Larva mempunyai arti penting dari segi ekonomi, sebagian besar fitofag, beberapa bersifat predator dan ada yang ektoparasitoid pada hemiptera (Epipyropidae)
- Metamorfosis sempurna
- Larva bertipe eruciform dan alat mulut menggigit mengunyah
- Pupa obtecta, kupu-kupu berpupa telanjang sedangkan ngengat memiliki pupa yang terbungkus kokon

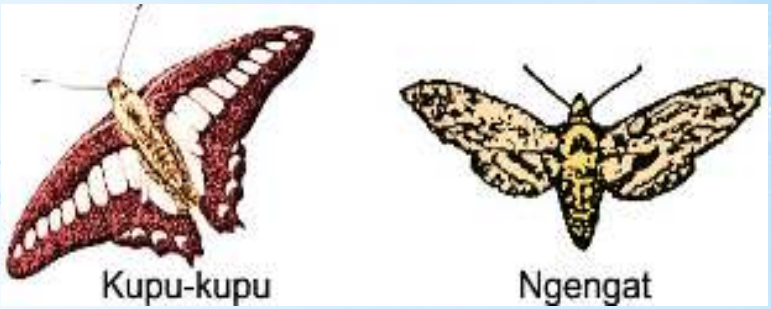
LEPIDOPTERA

Ordo Lepidoptera dibagi menjadi 2 sub ordo:

a.Sub *ordo Rhopalocera* (kupu-kupu siang)

Contohnya:

- Hama kelapa (*Hidari irava*)
- Hama daun pisang (*Erlonata thrax*)
- Kupu-kupu pastur (*Papiliomemnon*)



b.Sub *ordo Heterocera* (kupu malam/ ngengat)

Contohnya:

- Ulat tanah (*Agrotis ipsilon*)
- Kupu ulat sutra (*Bombyx mori*)
- Ulat jengkol (*Plusia signata*)

SERANGGA PRADEWASA

HASMIANDY HAMID
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS ANDALAS

* Masa perkembangan serangga di dalam telur disebut fase perkembangan embrionik, sedangkan fase setelah penetasan telur disebut fase perkembangan pasca embrionik

* Perkembangan embrionik dapat dikelompokkan menjadi tiga tipe, yaitu:
  * Ovipar: serangga betina meletakkan telur yang telah matang, baik dibuahi maupun tidak, perkembangan embrio di luar tubuh induk, embrio memperoleh makanan dari kuning telur, contoh: hampir pada semua serangga
  * Vivipar: serangga betina tidak meletakkan telur tetapi melahirkan larva/nimfa, perkembangan embrio di dalam tubuh induk dan embrio memperoleh sebagian zat makanan dari tubuh induk, contoh: Aphididae, Strepsiptera
  * Ovovivipar: telur mengandung cukup makanan (kuning telur) untuk makanan embrio yang sedang berkembang dan telur yang diletakkan oleh induknya segera menetas, contoh: Thysanoptera, beberapa jenis lalat

* Bentuk tipe metamorfosis pada serangga:
  * Ametabola (ametamofosis/tanpa metamorfosis): bentuk tubuh serangga pradewasa sama dengan serangga dewasa, kecuali ukuran dan alat kelamin yang belum berkembang, contoh: Protura, Diplura, Collembola dan Thysanura
  * Paurometabola (metamorfosis bertahap/sederhana): bentuk umum serangga pradewasa sama dengan serangga dewasa, tetapi terjadi perubahan bentuk secara bertahap pada sayap dan embelan kelamin serta ukuran, contoh: Orthoptera, Dermaptera, Isoptera, Psocoptera, Anoplura, Hemiptera dan Thysanoptera

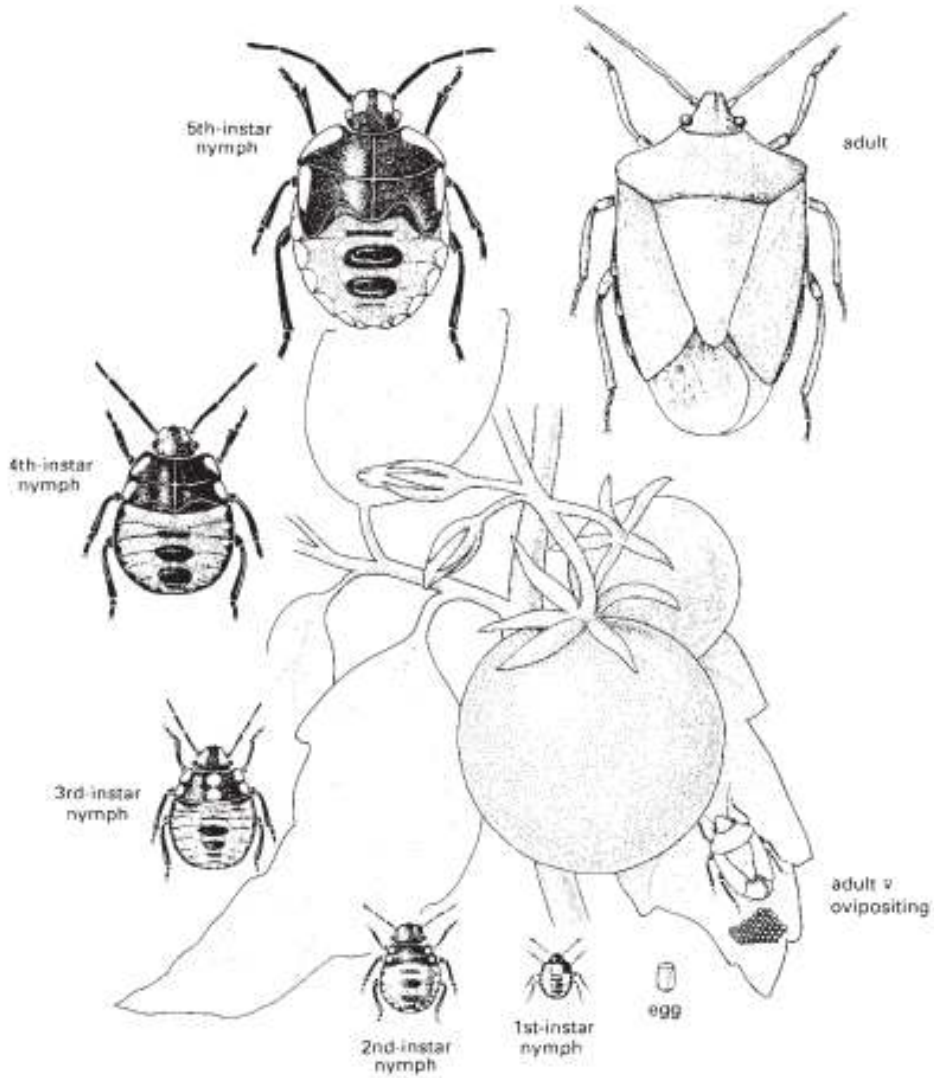


Fig. 6.2 The life cycle of a hemimetabolous insect, the southern green stink bug or green vegetable bug, *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae), showing the eggs, nymphs of the five instars, and the adult bug on a tomato plant. This cosmopolitan and polyphagous bug is an important world pest of food and fiber crops. (After Hely et al. 1982.)

* Hemimetabola (metamorfosis tidak sempurna): bentuk tubuh serangga pradewasa (naiads) berbeda dengan serangga dewasa, begitu pula dengan tempat hidupnya, contoh: Odonata, Ephemeroptera, Plecoptera
* Holometabola (metamorfosis sempurna): bentuk umum serangga pradewasa berbeda dengan serangga dewasa, serangga pradewasa disebut larva (bentuk fase aktif makan) dan pupa (bentuk peralihan menuju imago), contoh: Lepidoptera, Neuroptera, Coleoptera, Strepsiptera, Mecoptera, Trichoptera, Diptera, Siphonaptera dan Hymenoptera

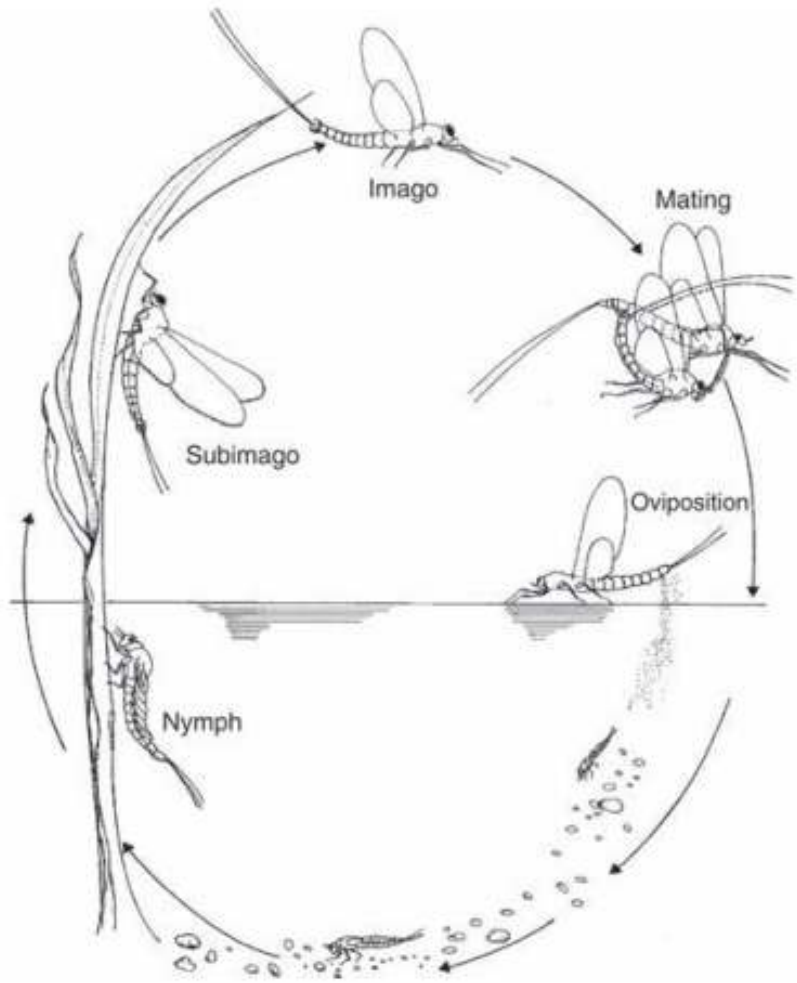


FIGURE 1 Mayfly life cycle showing the alternation between the aquatic and terrestrial environments. Mayflies are unique in having two winged stages, the subimago and imago. The adult life is very short and most of the time is spent in the aquatic environment.

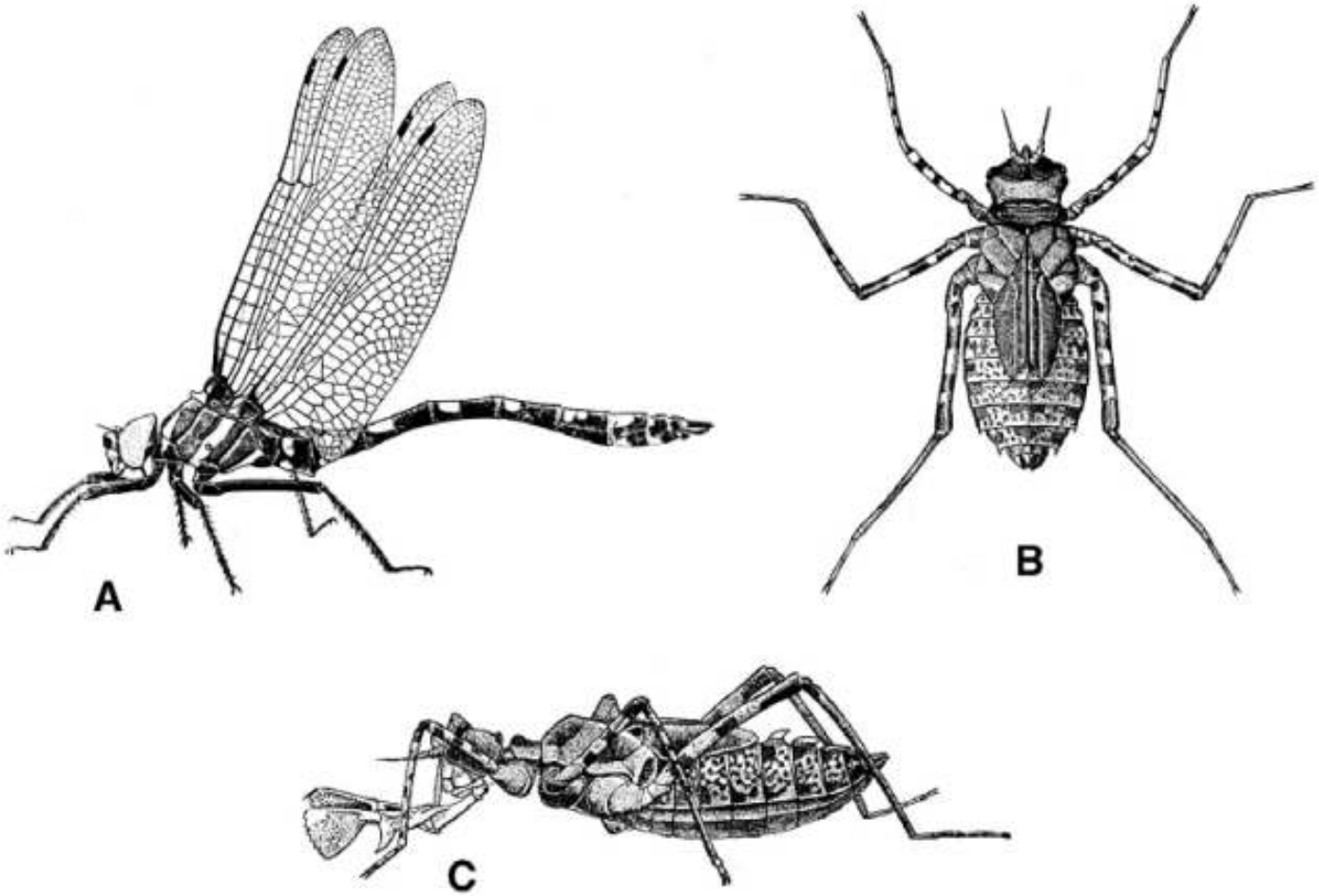


FIGURE 6.12. A dragonfly, *Macromia magnifica* (Corduliidae). (A) Adult male; (B) larva, dorsal view; and (C) larva, lateral view with labium extended. [Reproduced by permission of the Smithsonian Institution Press from *Smithsonian Institution United States National Museum Proceedings*, Volume 49, 'Notes on the life history and ecology of the dragonflies (Odonata) of Washington and Oregon,' July 28, 1915, by C. H. Kennedy: Figures 134, 146, and 147. Washington D.C., U.S. Government Printing Office, 1916.]

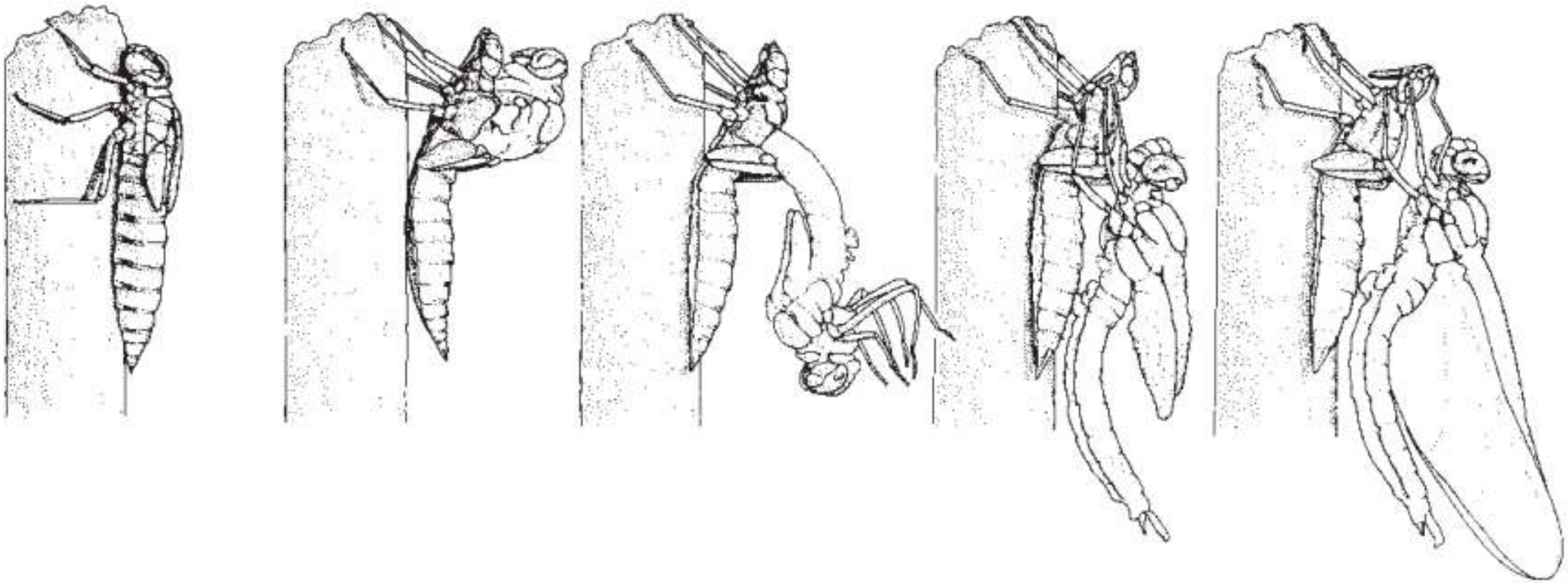


Fig. 6.8 The nymphal–imaginal molt of a male dragonfly of *Aeshna cyanea* (Odonata: Aeshnidae). The final-instar nymph climbs out of the water prior to the shedding of its cuticle. The old cuticle splits mid-dorsally, the teneral adult frees itself, swallows air, and must wait many hours for its wings to expand and dry. (After Blaney 1976.)

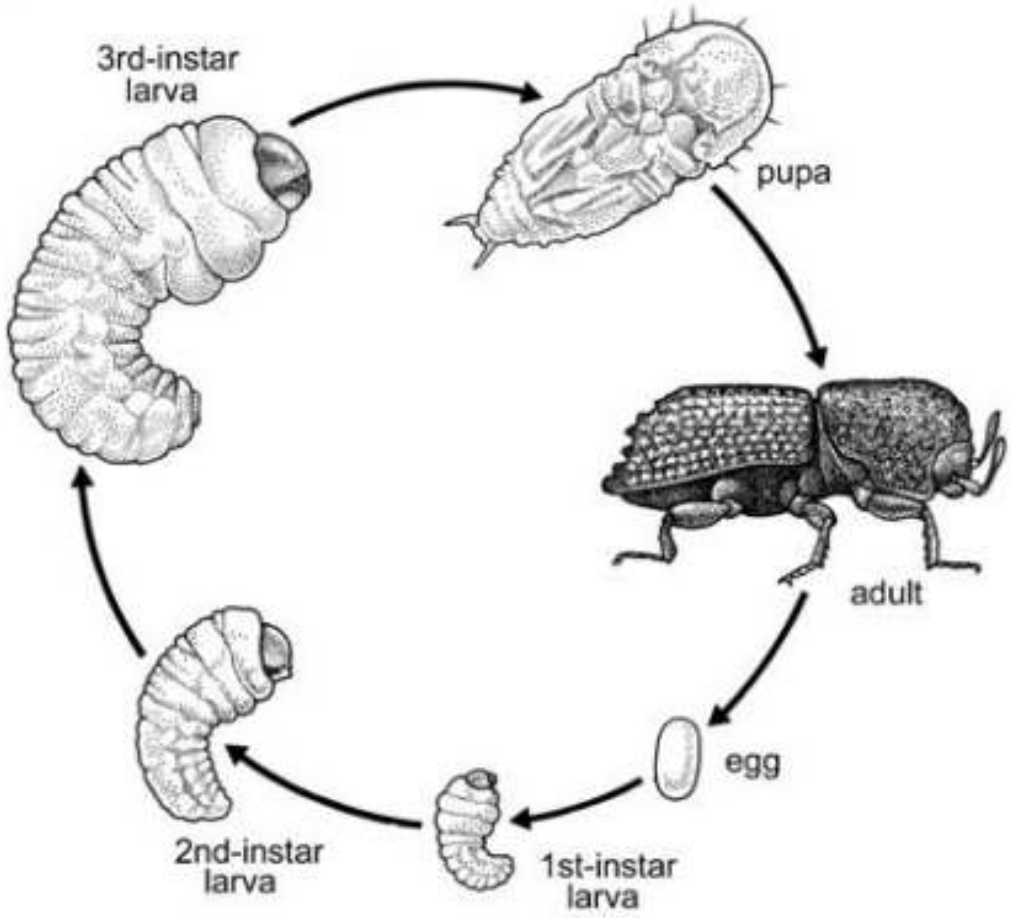


Fig. 6.3 Life cycle of a holometabolous insect, a bark beetle, *Ips grandicollis* (Coleoptera: Scolytinae), showing the egg, the three larval instars, the pupa, and the adult beetle. (After Johnson & Lyon 1991.)

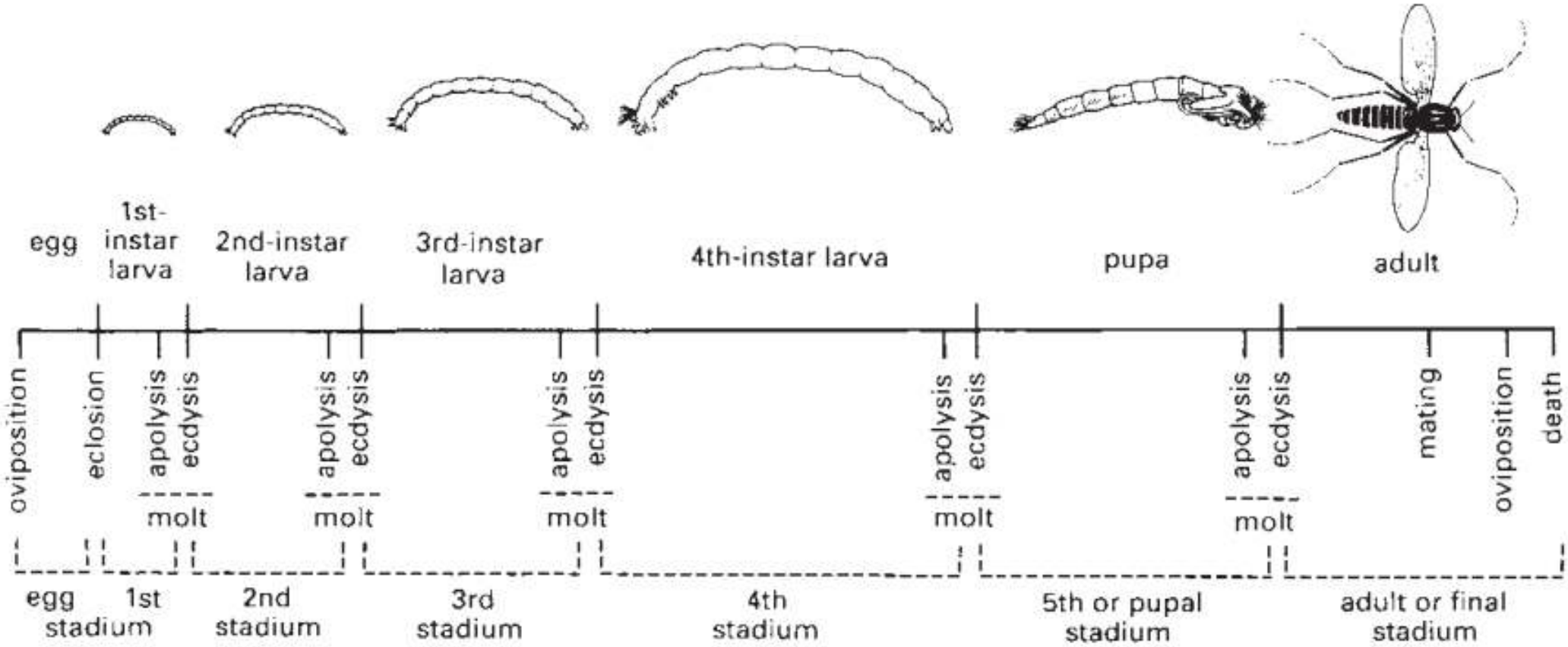
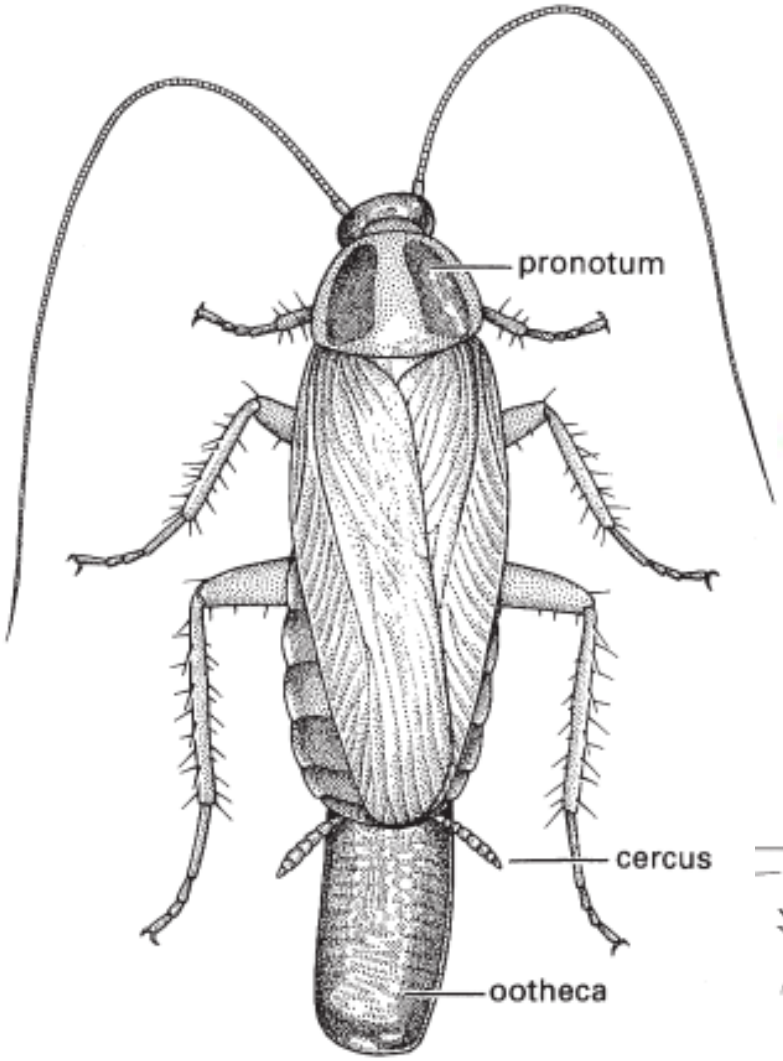


Fig. 6.1 Schematic drawing of the life cycle of a non-biting midge (Diptera: Chironomidae, *Chironomus*) showing the various events and stages of insect development.

* Pada saat telur dikeluarkan dari tubuh serangga, telur dapat diletakkan sendiri-sendiri atau berkelompok
* Telur juga dapat dikeluarkan dengan diselubungi oleh lapisan seperti rambut-rambut atau struktur ootheca, bahkan ada yang tanpa pelindung
* Eksoskeleton yang ditanggalkan pada saat pergantian kulit (ekdisis) disebut eksuvium (jamak:eksuvia)
* Bentuk serangga pradewasa diantara dua proses ekdisis yang berurutan disebut instar
* Waktu yang diperlukan tiap instar untuk menyelesaikan pertumbuhan dan perkembangan instar tersebut disebut stadium (jamak:stadia)



adult ♀ cockroach

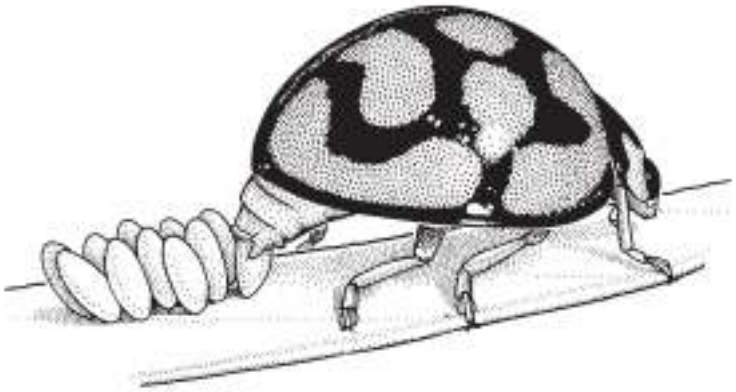
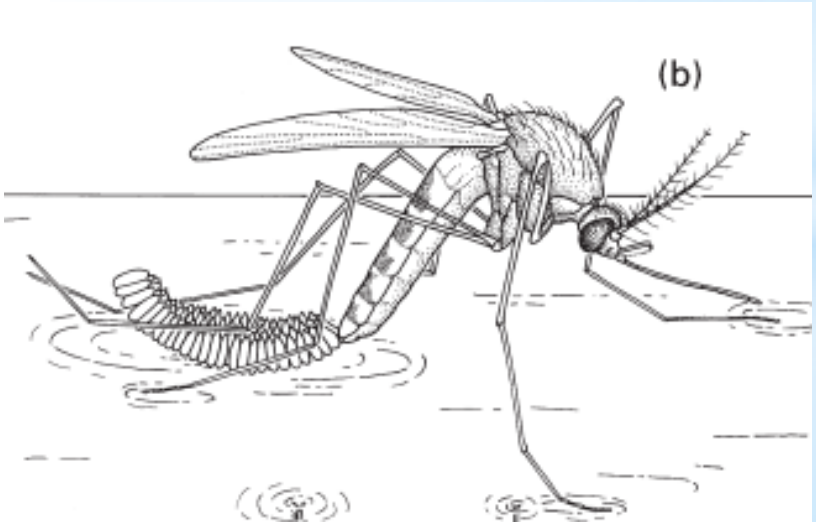


Fig. 5.9 Oviposition by a South African ladybird beetle, *Chilomenes lunulata* (Coleoptera: Coccinellidae). The eggs adhere to the leaf surface because of a sticky secretion applied to each egg. (After Blaney 1976.)



* Tipe larva
  - **Campodeiform**: tubuh pipih, memanjang, tungkai panjang dan biasanya memiliki cerci/filamen caudal, contoh: Neuroptera, Coleoptera (Dytiscidae, Carabidae, Staphylinidae) dan naiad Plecoptera, Ephemeroptera dan Odonata
  - **Elatiform**: tubuh memanjang, ada yang pipih, antena dan cerci berkembang baik, begitu pula tungkai, larva biasanya aktif, contoh: Neuroptera dan beberapa famili dari Coleoptera

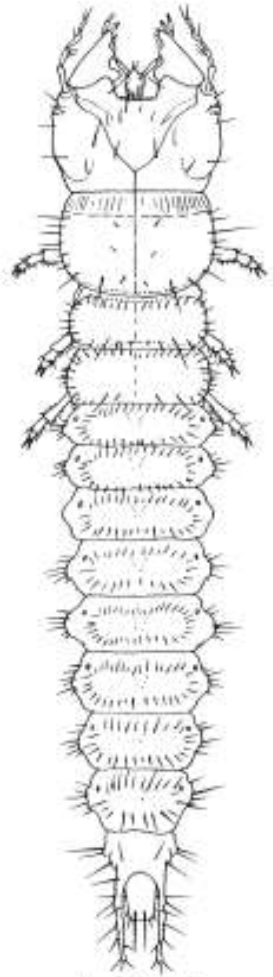


FIGURE 1 A campodeiform ground beetle larva, *Harpalus* (Carabidae). (Reproduced from A. Peterson, 1951, *Larvae of Insects*, Vol. 2, with permission of Jon A. Peterson.)

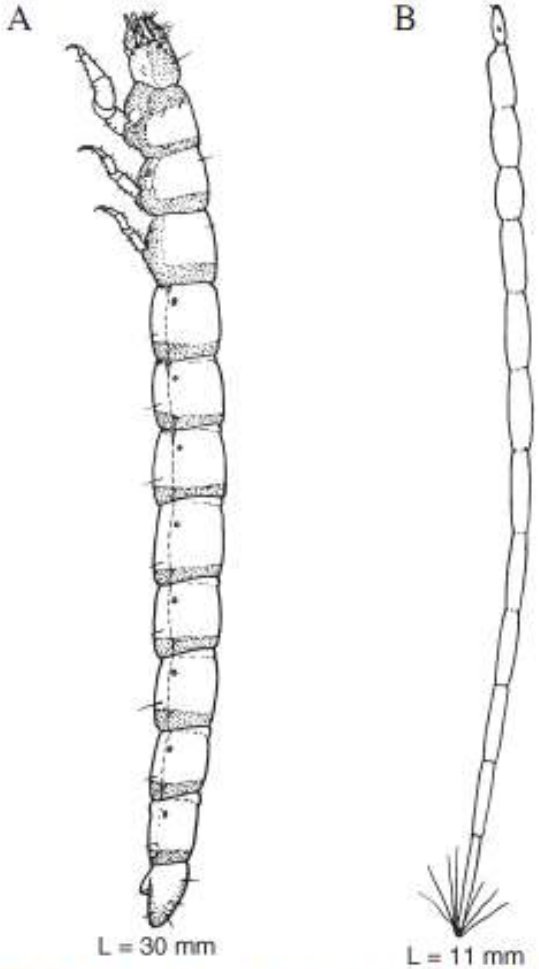
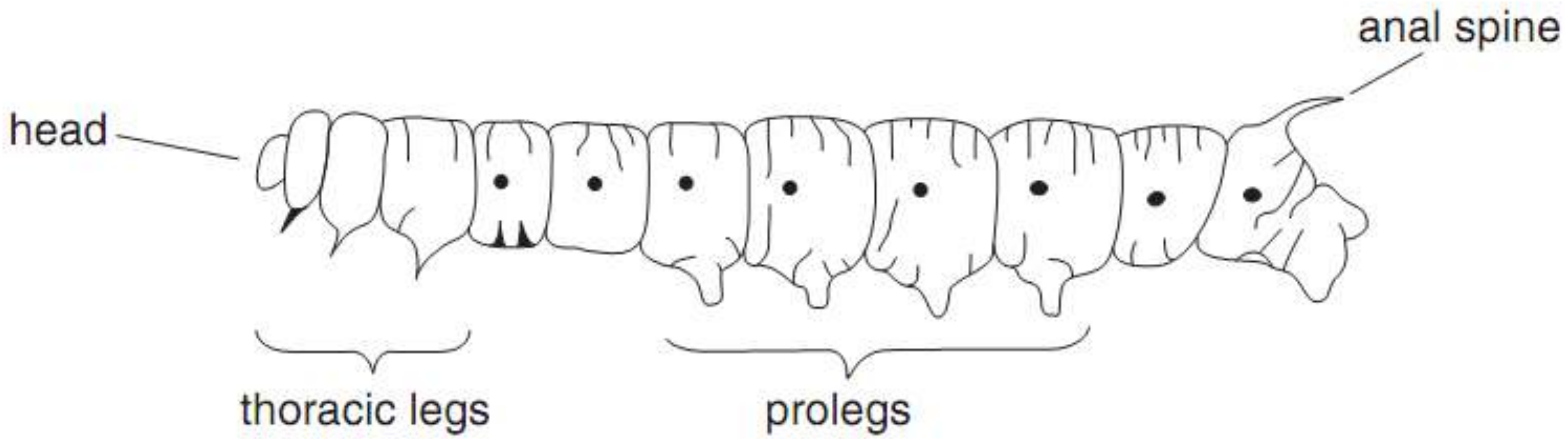


FIGURE 2 (A) A heavily sclerotized elateriform larva (lateral). (Reproduced from A. Peterson, 1951, *Larvae of Insects*, Vol. 2, with permission of Jon A. Peterson.) (B) An elongate, legless, vermiform "wormlike" larva. (Reproduced from A. Peterson, 1951, *Larvae of Insects*, Vol. 2, with permission of Jon A. Peterson.)

- **Eruciform**: tubuh berbentuk silindris, kepala berkembang sempurna, alat mulut menggigit mengunyah, pada thoraks terdapat tungkai asli dan pada abdomen terdapat tungkai palsu, contoh: Lepidoptera, Tenthredinidae (Hymenoptera), dan Mecoptera
- **Carabiform**: larva sama dengan Compodeiform, tetapi tungkainya pendek dan tidak memiliki filamen caudal, contoh: sebagian besar larva Clarysonuledae, Lampyridae, Carabidae dan Melyridae (Coleoptera)



Caterpillar, Figure 29 **Lateral view of a moth caterpillar (Lepidoptera: Sphingidae).**

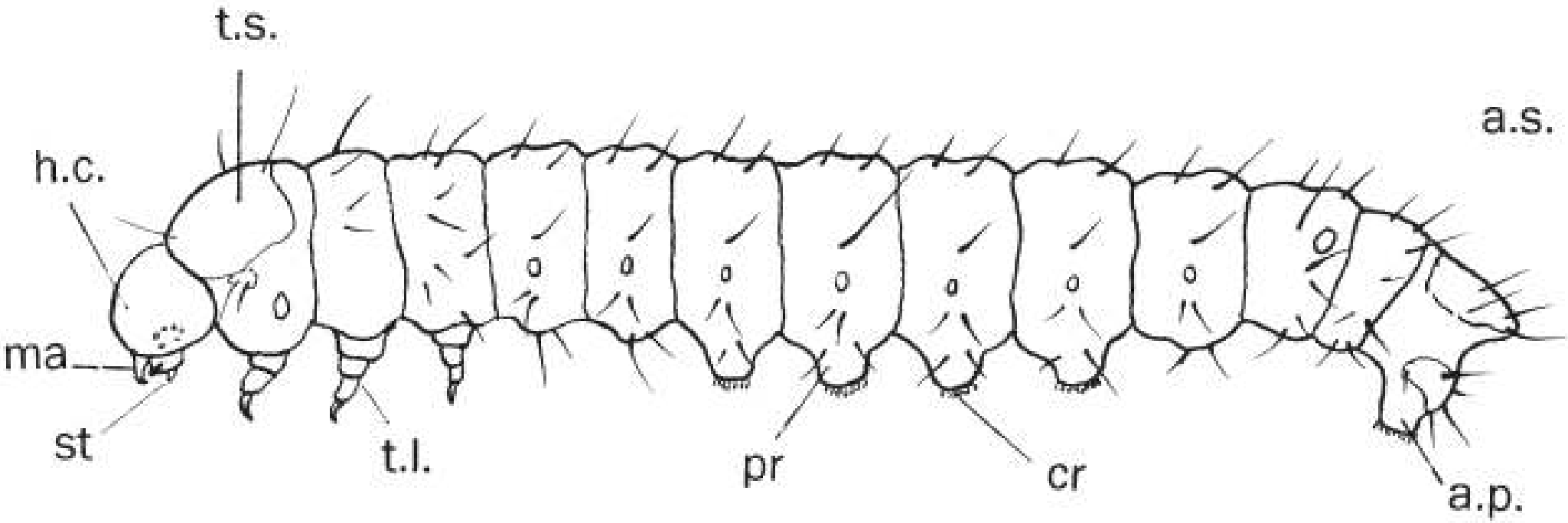
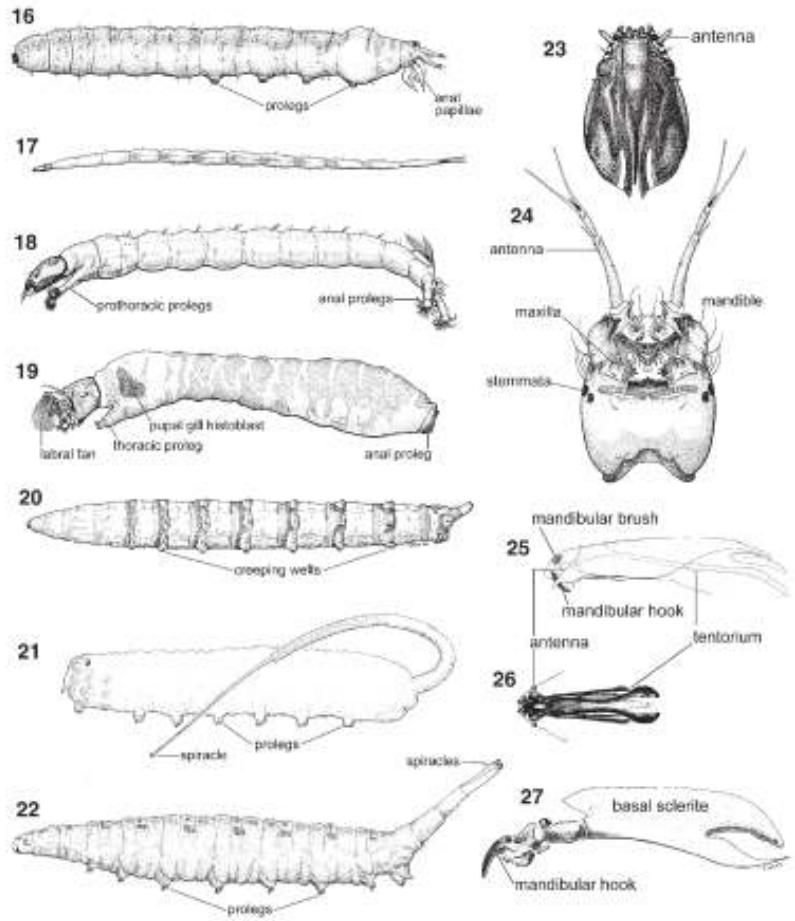


FIGURE 12 Typical form of a ditrysian caterpillar (Cossidae), lateral aspect. h.c., head capsule; ma, mandible; st, spinneret; t.s., thoracic shield; t.l., thoracic leg; sp, spiracle; pr, abdominal proleg; a.s., anal shield; a.pr., anal proleg; cr, crotchets.



FIGURES 16–27 Larva of (16) Tipulidae, (17) Ceratopogonidae, (18) Chironomidae, (19) Simuliidae, (20) Tabanidae, (21) Syrphidae, (22) Ephydridae. Larval head capsule of (23) Tipulidae, (24) Chironomidae. Cranial sclerites and mouth parts of (25) Tabanidae, (26) Dolichopodidae. (27) Cephalopharyngeal skeleton of Sciomyzidae. (All illustrations modified, with permission, from Merritt and Cummins, 1996.)

- **Scarabaeiform**: larva silindris, berbentuk lengkung atau huruf U, kepala berkembang sempurn, pada thoraks terdapat tungkai asli dan pada abdomen tidak terdapat tungkai palsu, larva tidak aktif bergerak, contoh: Scarabaeidae (larva kumbang *Oryctes*)
- **Vermiform**: tubuh memanjang, tidak bertungkai, kepala tidak berkembang sempurna, meskipun ada kepala yang berkembang sempurna, contoh: Diptera, beberapa famili dari Hymenoptera, Coleoptera dan Lepidoptera

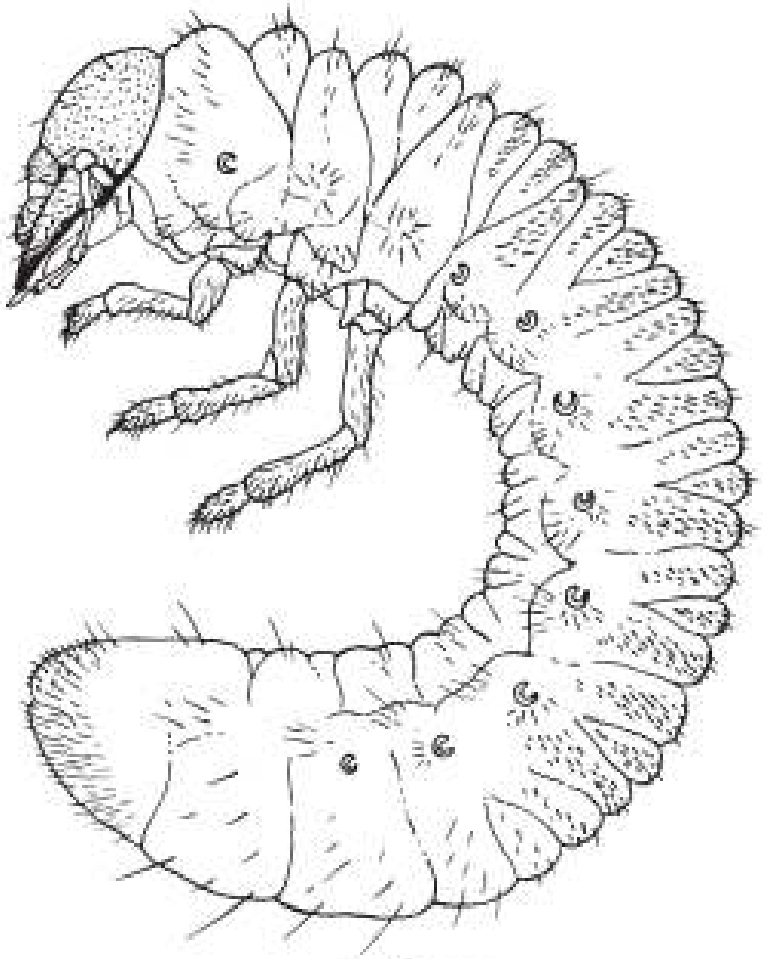


FIGURE 3 A C-shaped scarabaeiform larva, *Phyllophaga* (lateral). (Reproduced from A. Peterson, 1951, *Larvae of Insects*, Vol. 2, with permission of Jon A. Peterson.)

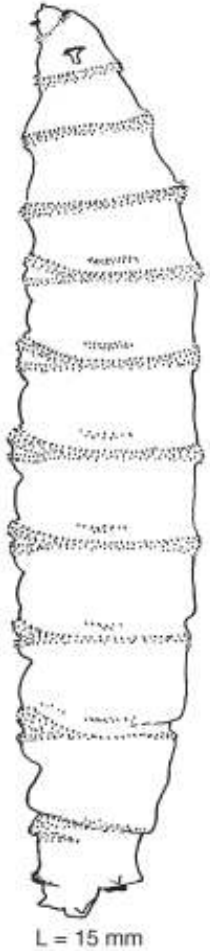
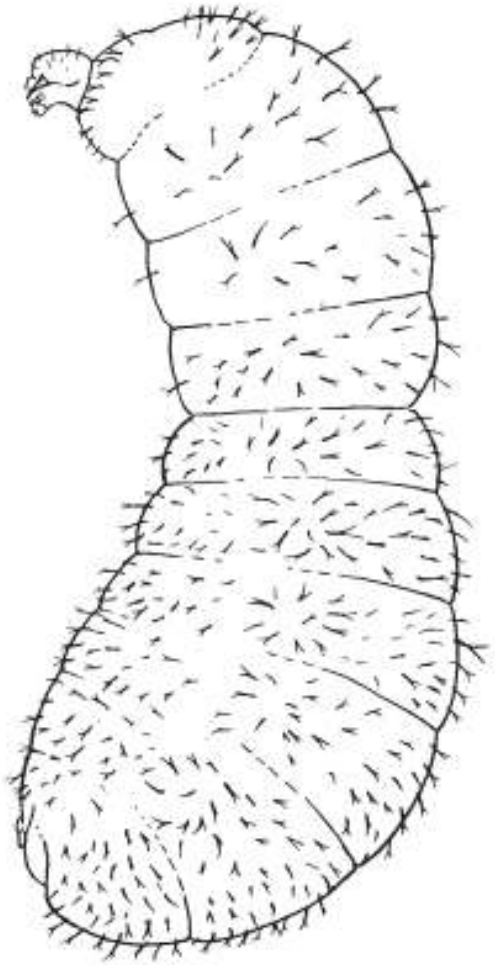


FIGURE 4 A legless, peg-shaped maggot of the higher flies. (Reproduced from A. Peterson, 1951, *Larvae of Insects*, Vol. 2, with permission of Jon A. Peterson.)



L = 3.5 mm

FIGURE 5 A baglike ant larva. It and other similar larvae are commonly called "grubs." (Reproduced from A. Peterson, 1951 *Larvae of Insects*, Vol. 2, with permission of Jon A. Peterson.)

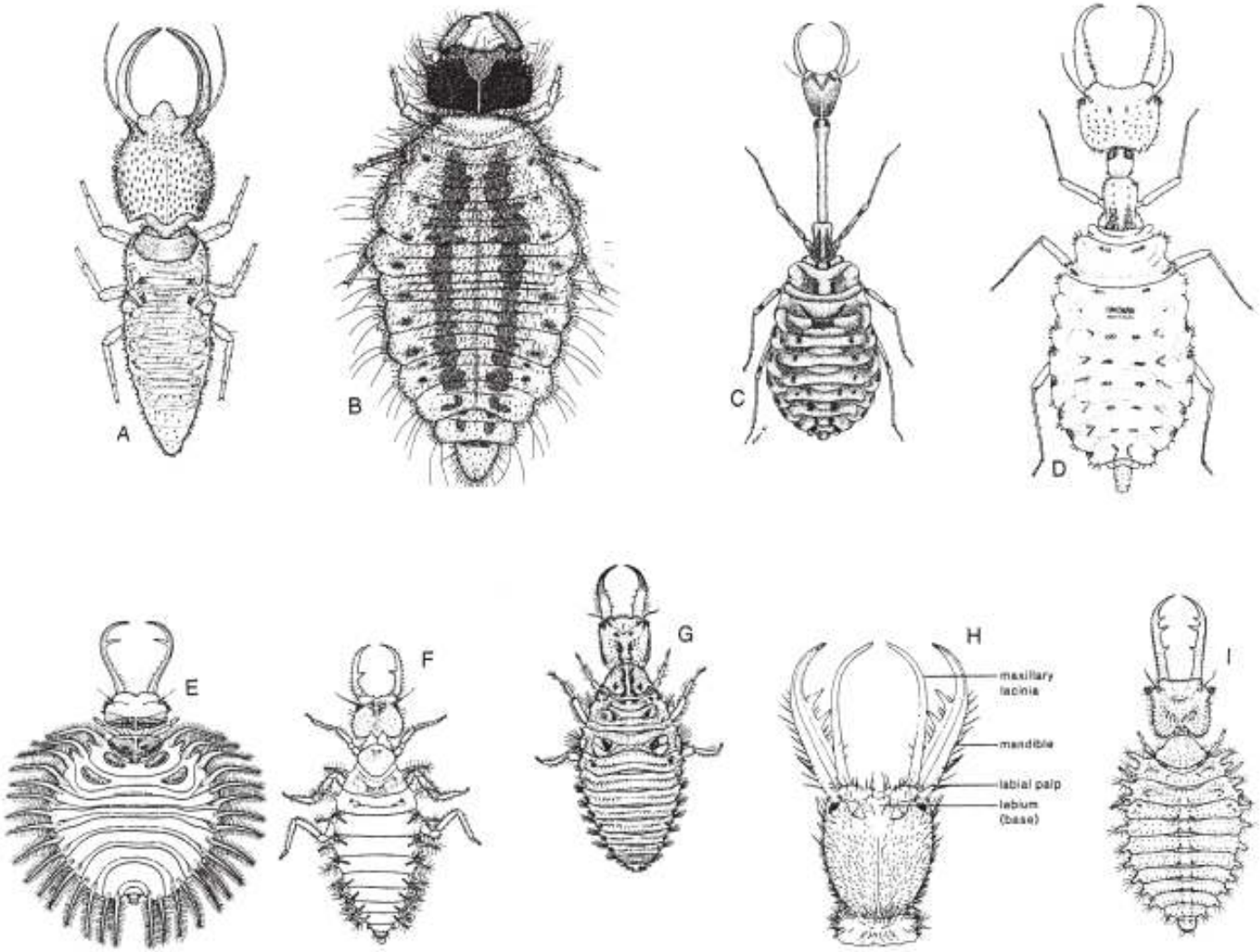


FIGURE 5 Myrmeleontiform larvae. (A) Psychopsidae; (B) Nemopteridae; (C) Crocidae; (D) Crocidae; (E) Nymphidae (Myiodactylinae); (F) Nymphidae (Nymphinae); (G) Myrmeleontidae; (H) Myrmeleontidae; (I) Ascalaphidae. (A, D–G, and I reproduced with permission, from New, 1991, © CSIRO Australia. B and C reproduced with permission, from Mansell, 1996. H modified from Tauber, 1991.)

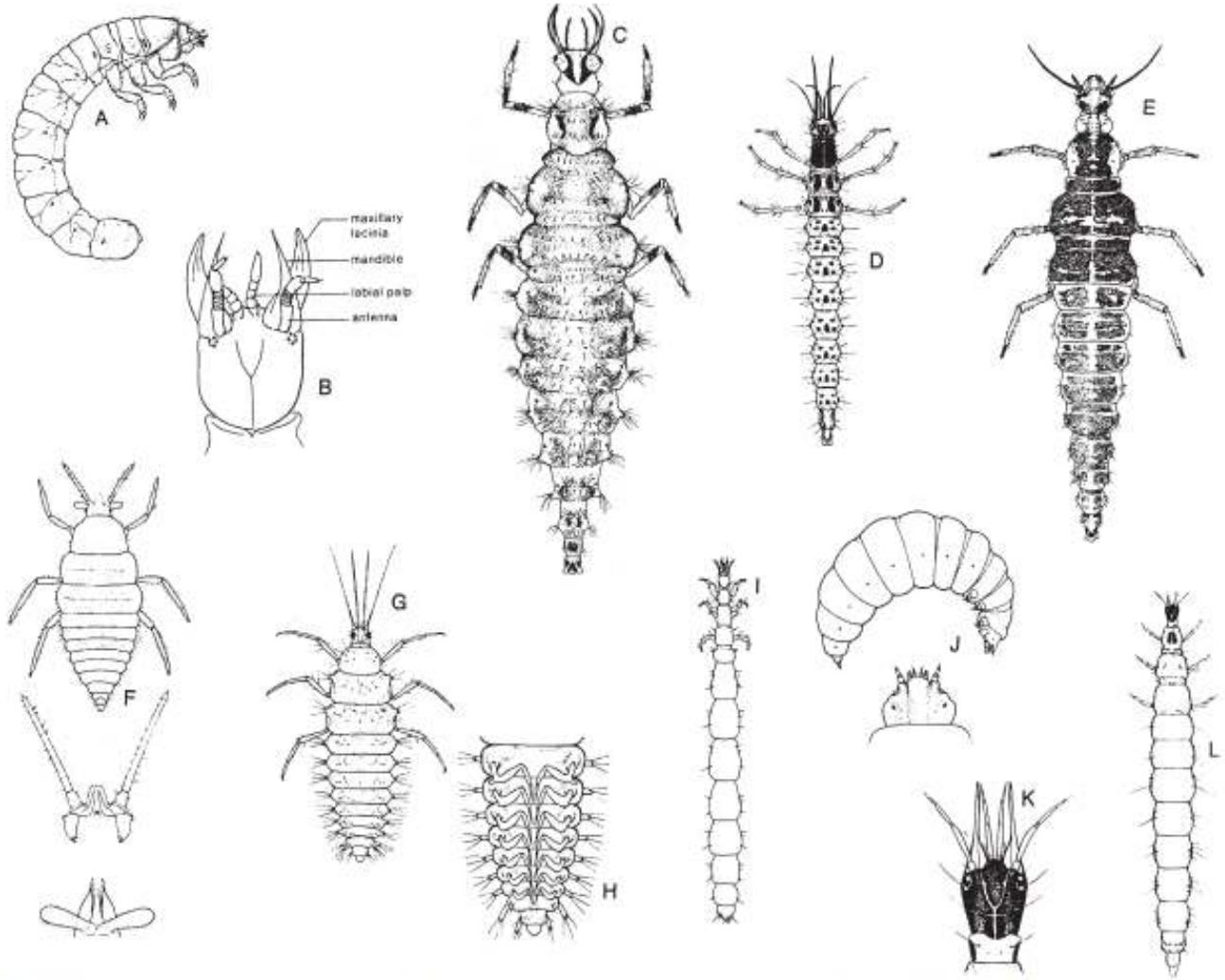


FIGURE 6 Hemerobiiform larvae. (A) Ithonidae; (B) Polystoechotidae; (C) Chrysopidae; (D) Osmylidae; (E) Hemerobiidae; (F) Coniopterygidae; (G) Sisyridae; (H) Sisyridae (venter of abdomen; note gills); (I) Dilaridae; (J) Mantispidae; (K) Berothidae; (L) Berothidae. (A, D, F–H, and J–L reproduced, with permission, from New, 1991, © CSIRO Australia. B and I modified from Tauber, 1991. C reproduced from Tauber, 1974. E reproduced, with permission, from Tauber and Krakauer, 1997.)

* Tipe pupa
  * **Obtecta**: embelan-embelan melekat pada tubuh dan umumnya terlindung dalam kokon, contoh: Lepidoptera, Coleoptera dan Diptera
  * **Eksarata**: embelan badan tidak melekat pada badan, sebagian pupa kelihatan hampir sama dengan dewasa dan biasanya tidak dibungkus dalam kokon

- **Eksarata** terbagi atas:
  - Eksarata decticous: mandibel berfungsi, digunakan untuk merobek kokon atau sel pupa contoh: Neuroptera, Megaloptera, Mecoptera beberapa dari Hymenoptera dan Lepidoptera
  - Eksarata adecticous: mandibel tidak berfungsi
- **Koartata**: sama dengan pupa eksarata adecticous, tetapi terbungkus dalam eksuvium, larva terakhir yang mengeras dan membentuk tempat kepompong disebut puparium, contoh: Syrphidae, Drosophilidae, Muscidae

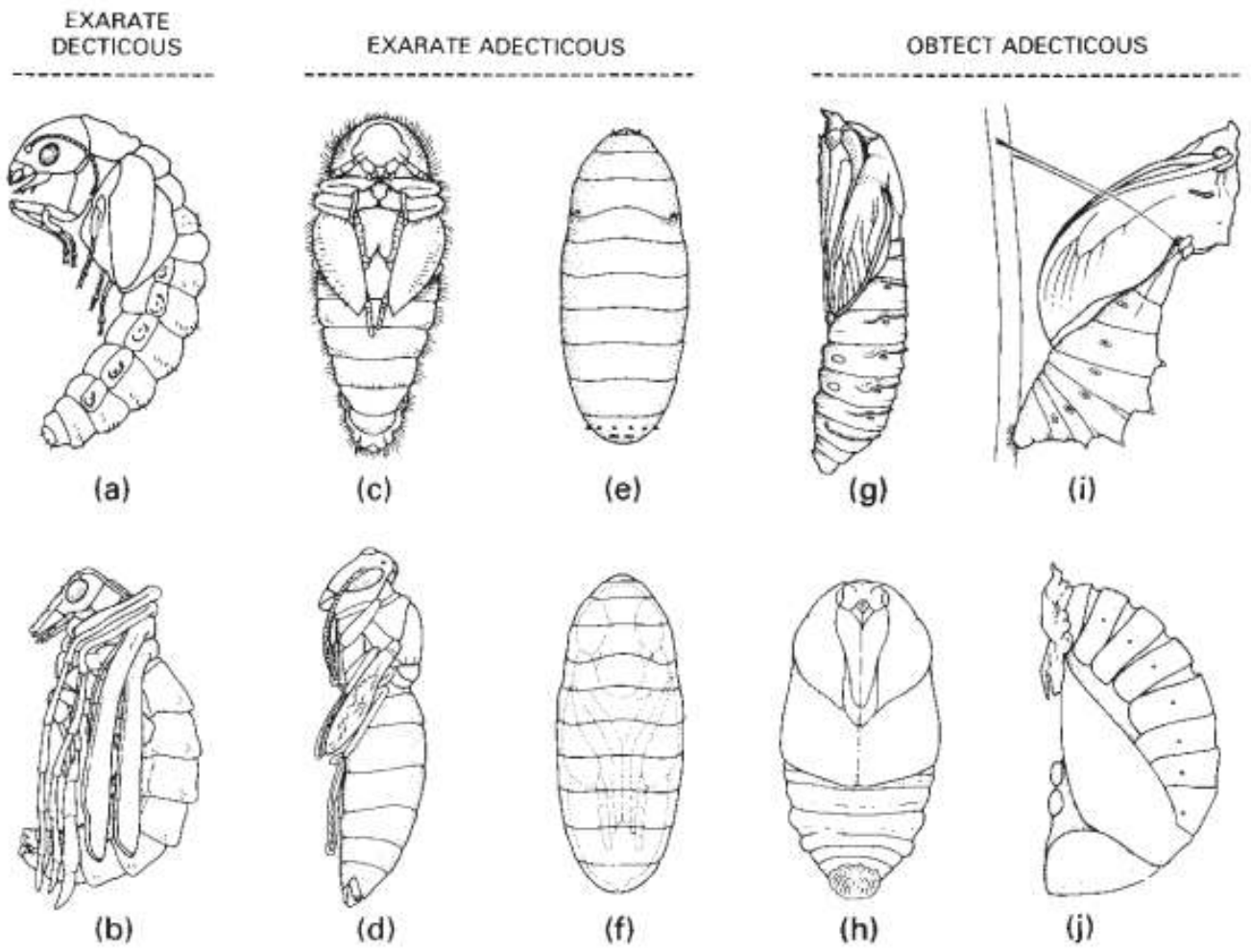


Fig. 6.7 Examples of pupal types. Exarate decticous pupae: (a) Megaloptera: Sialidae; (b) Mecoptera: Bittacidae. Exarate adecticous pupae: (c) Coleoptera: Dermestidae; (d) Hymenoptera: Vespidae; (e,f) Diptera: Calliphoridae, puparium and pupa within. Obtect adecticous pupae: (g) Lepidoptera: Cossidae; (h) Lepidoptera: Saturniidae; (i) Lepidoptera: Papilionidae, chrysalis; (j) Coleoptera: Coccinellidae. ((a) After Evans 1978; (b,c,e,g) after CSIRO 1970; (d) after Chu 1949; (h) after Common 1990; (i) after Common & Waterhouse 1972; (j) after Palmer 1914.)

FIGURE 2 Obtect pupa of the monarch butterfly, *Danaus plexippus*, with appendages adhering to the body wall (lateral). The ready-to-emerge adult can be seen through the cuticle. (Photograph by Larry J. West, Mason, MI.)

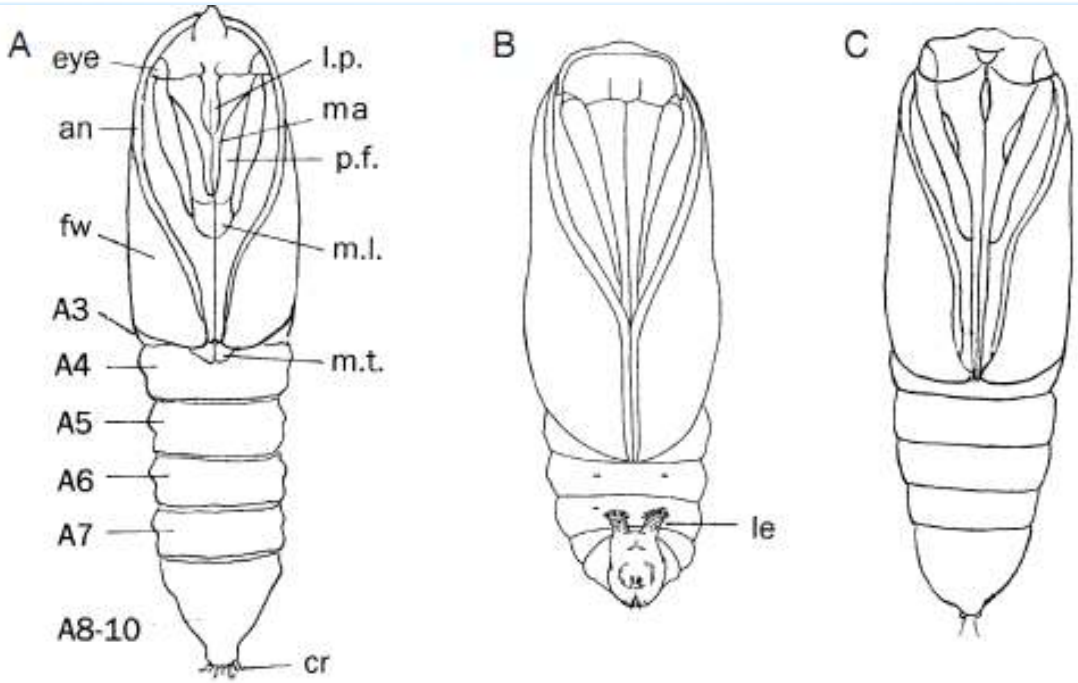
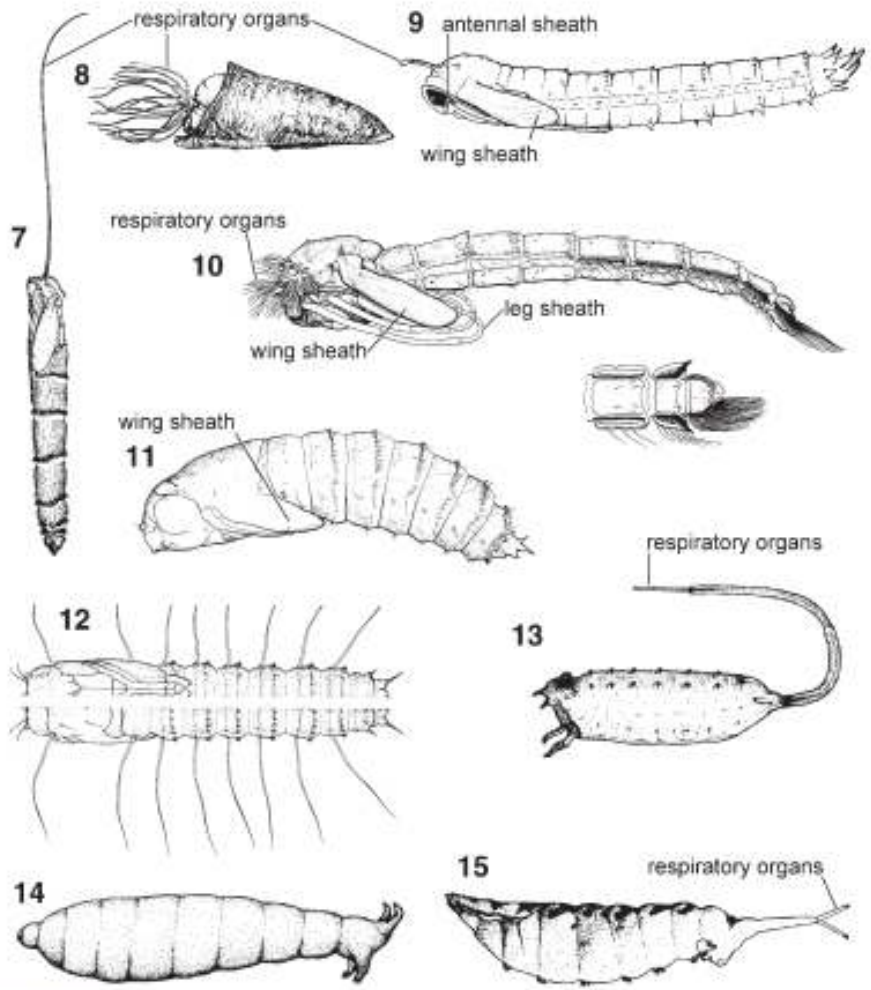


FIGURE 16 Pupae of ditrysian moths, ventral aspect. (A) Tortricidae, with abdominal segments 4–7 movable, enabling pupal movement forward at emergence. (B) Ethmiidae, with pupal movement restricted to flexible segments 5–6, and the pupa remains in place at emergence, a characteristic of Gelechioidea. (C) Noctuidae (Obtectomera) with all segments immobile. l.p., labial palpus; ma, maxilla including galeae (haustellum); p.f., prothoracic femur; m.l., mesothoracic leg; m.t., metathoracic tarsus; an, antenna; fw, forewing; A3–10, abdominal segments 3–10; cr, cremaster; le, leglike extensions of the 9th abdominal segment bearing hooked setae that anchor the pupa in lieu of a cremaster (A, C redrawn from Mosher, 1916).



FIGURES 7–15 Pupa of (7) Ptychopteridae, (8) Simuliidae, (9) Tipulidae, (10) Chironomidae, showing anal division below, (11) Tabanidae, (12) Empididae, (13) Syrphidae, (14) Muscidae, (15) Ephydridae. (All illustrations modified, with permission, from Merritt and Cummins, 1996.)

* Secara umum tidak terdapat perbedaan struktur antara serangga pradewasa dan imago pada ametabola dan paurometabola, sedangkan pada hemimetabola dan holometabola terdapat perbedaan struktur yang cukup besar

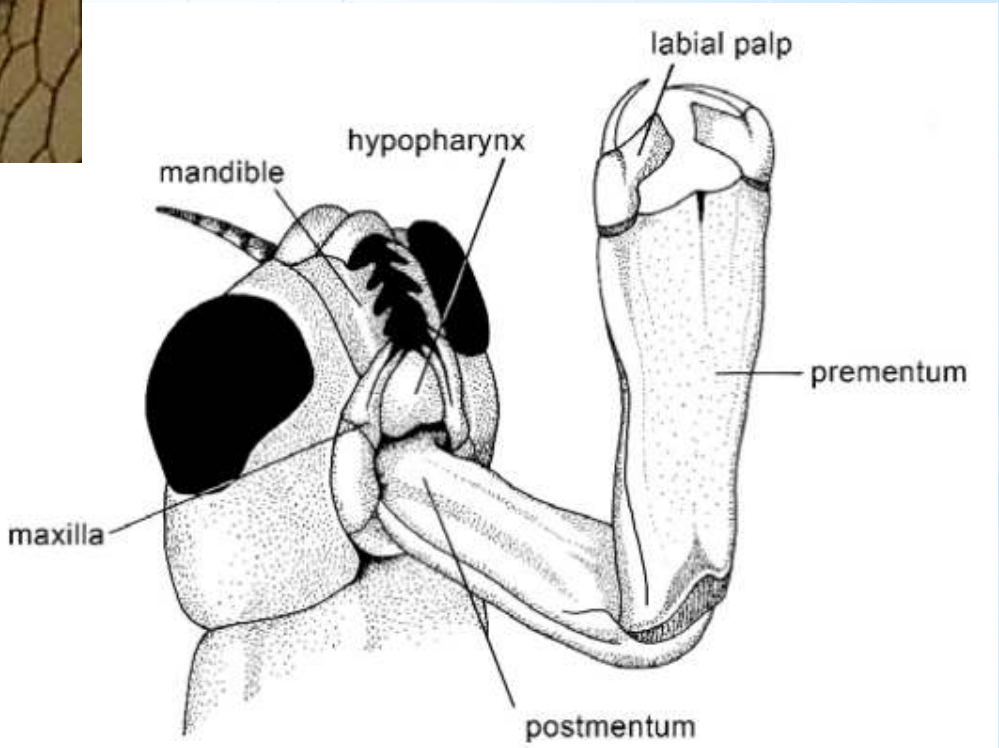


FIGURE 6.8. Lateroventral view of head of dragonfly larva showing mask. [After A. D. Imms, 1957, *A General Textbook of Entomology*, 9th ed. (revised by O. W. Richards and R. G. Davies), Methuen and Co.]

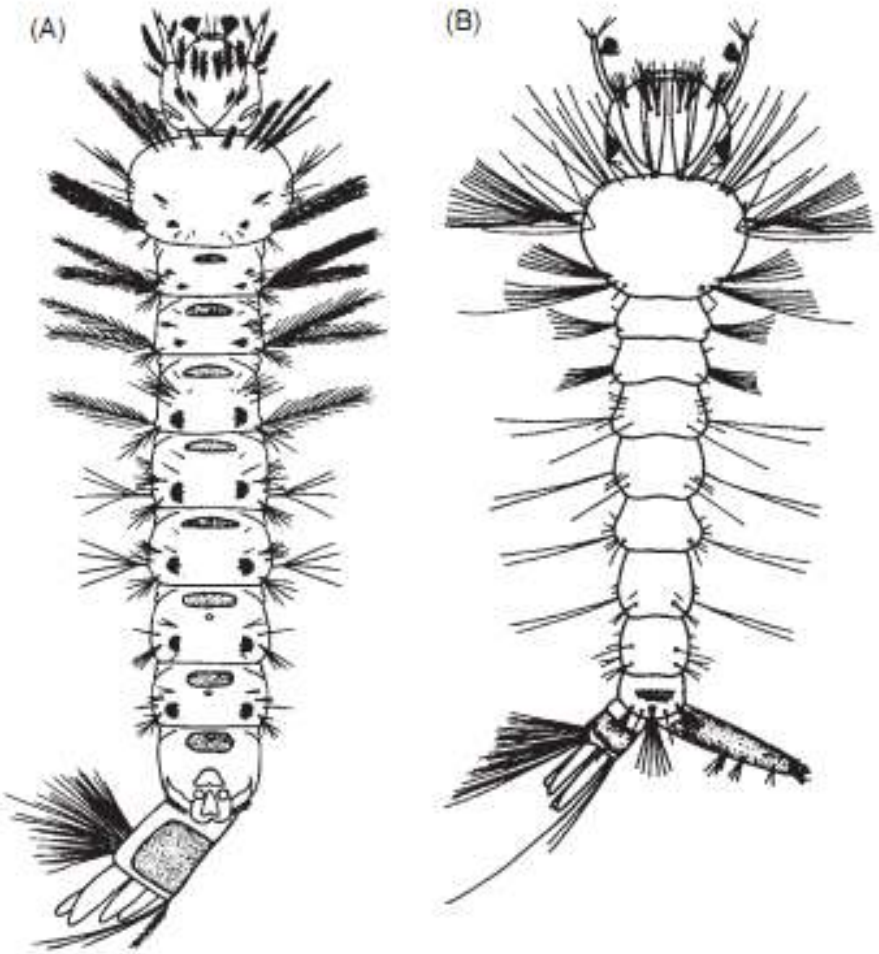


FIGURE 3 Larvae of mosquitoes. (A) An anopheline larva (*Anopheles quadrimaculatus*). (B) A culicine larva (*Culex quinquefasciatus*). (Illustrations by Harry D. Pratt, courtesy of U.S. Centers for Disease Control and Prevention.)

FIGURE 1 Adult female *Aedes aegypti*, the yellow-fever mosquito. (Photo by James Gathany, U.S. Centers for Disease Control and Prevention, Fort Collins, CO.)

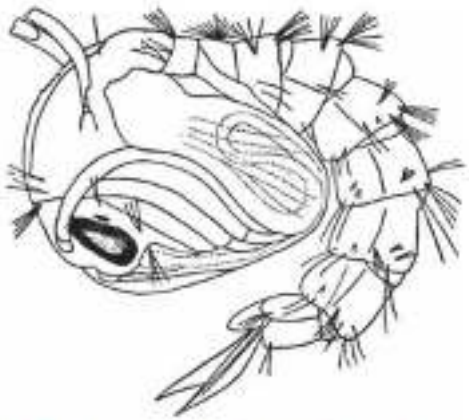
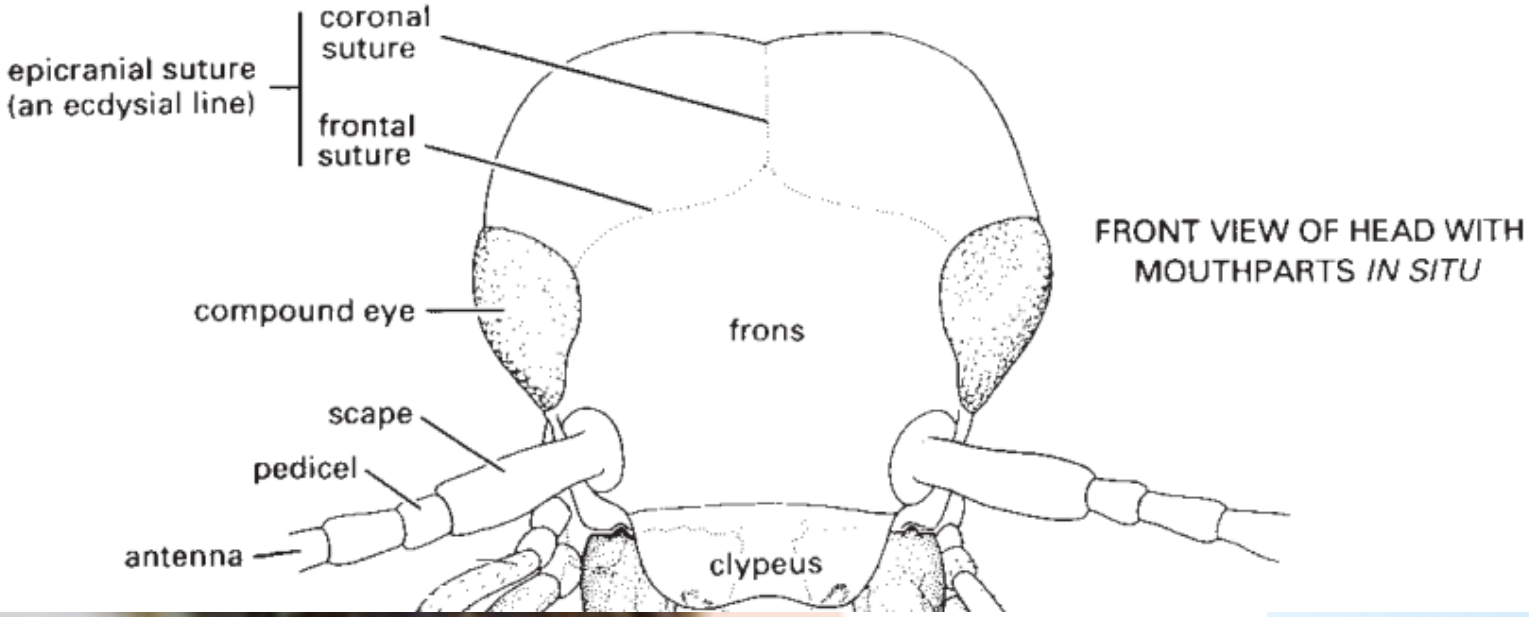
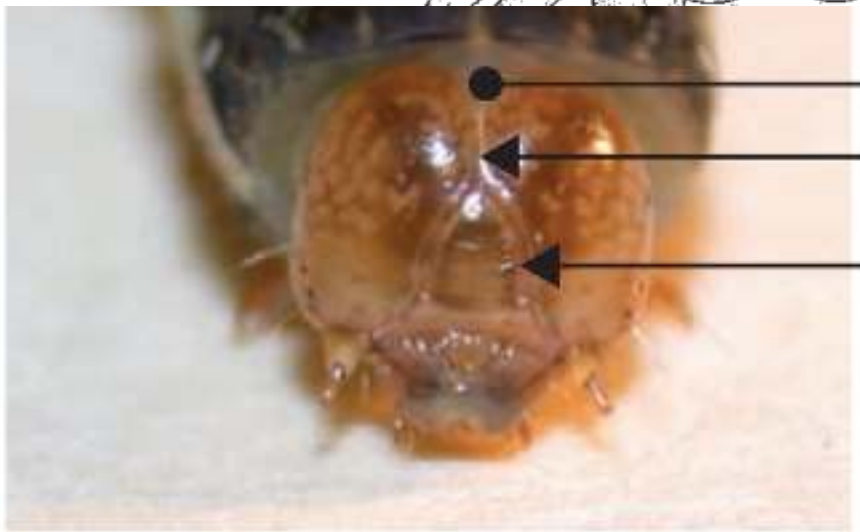


FIGURE 4 A mosquito pupa. [Original illustration from Howard, Dyar, and Knab (1912). "The Mosquitoes of North and Central America and the West Indies." Reprinted from USDA Handbook No. 336, 1939.]

* Perkembangan ecdysial suture pada serangga sangat beragam, ada yang berbentuk Y, U atau V
* Ecdysial suture terdapat pada kapsul kepala dan digunakan oleh serangga ketika mereka akan berganti kulit (molting)



FRONT VIEW OF HEAD WITH MOUTHPARTS *IN SITU*



* Pada nimfa serangga primitif, seperti Thysanura, pleurit dan sternit abdomen bergabung menjadi 1 keping yang jelas disebut coxosternum/coxopleurum dan letak spirakelnya pada bagian pleuron
* Pada serangga yang lebih maju, letak spirakel di bawah tergum, kecuali pada serangga tertentu yang letaknya pada bagian pleuron/sternum yang paling atas

* Pada larva Ephemeroptera, keping pleurit membentuk suatu lobus yang mengandung insang trachea/pernafasan (gills trachea), keping pleurit bisa berkembang menjadi pangkal ovipositor
* Pada naiads Odonata, paraprok berkembang menjadi keping trachea

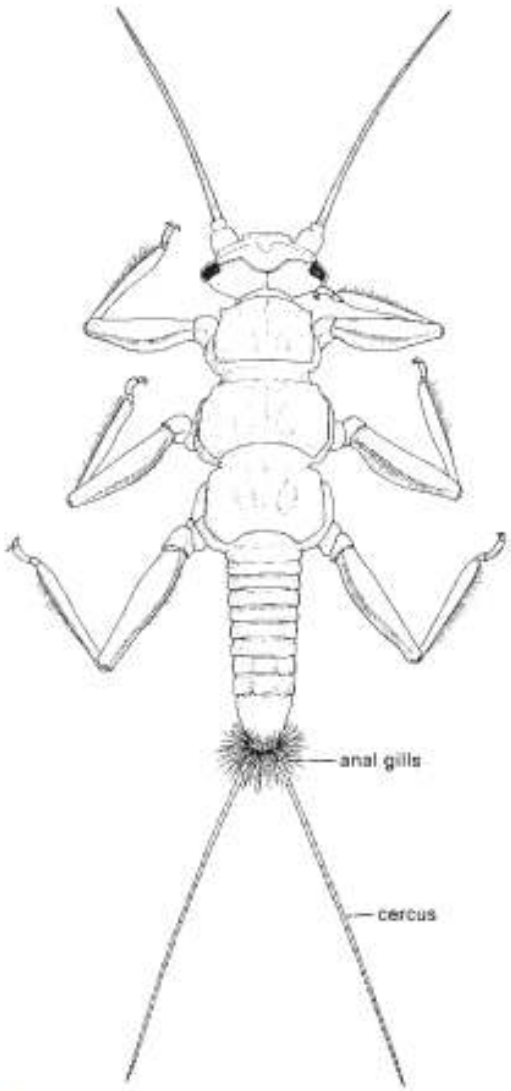


Fig. 10.1 A stonefly nymph (Plecoptera: Gripopterygidae) showing filamentous anal gills.

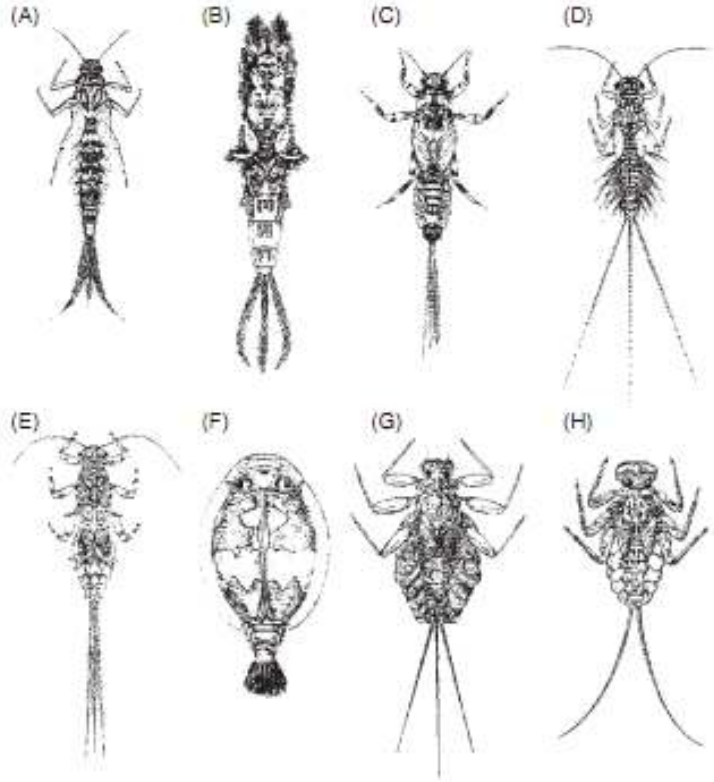


FIGURE 2 Mayfly nymphs: (A) *Baetis subalpinus* (family Baetidae), (B) *Ephemera danica* (family Ephemeridae), (C) *Ephemerella mucronata* (family Ephemerellidae), (D) *Leptophlebia vespertina* (family Leptophlebiidae), (E) *Caenis robusta* (family Caenidae), (F) *Prosopistoma boreus* (family Prospistomatidae), (G) *Lepeorus thierryi* (family Leptophlebiidae), and (H) *Epeorus alpicola* (family Heptageniidae). Illustrations show some of the large range in morphology, often related to habitat and food habits and not necessarily to family relationships. For example, *L. thierryi* and *E. alpicola* are morphologically similar and adapted to fast-running waters but belong to different families.

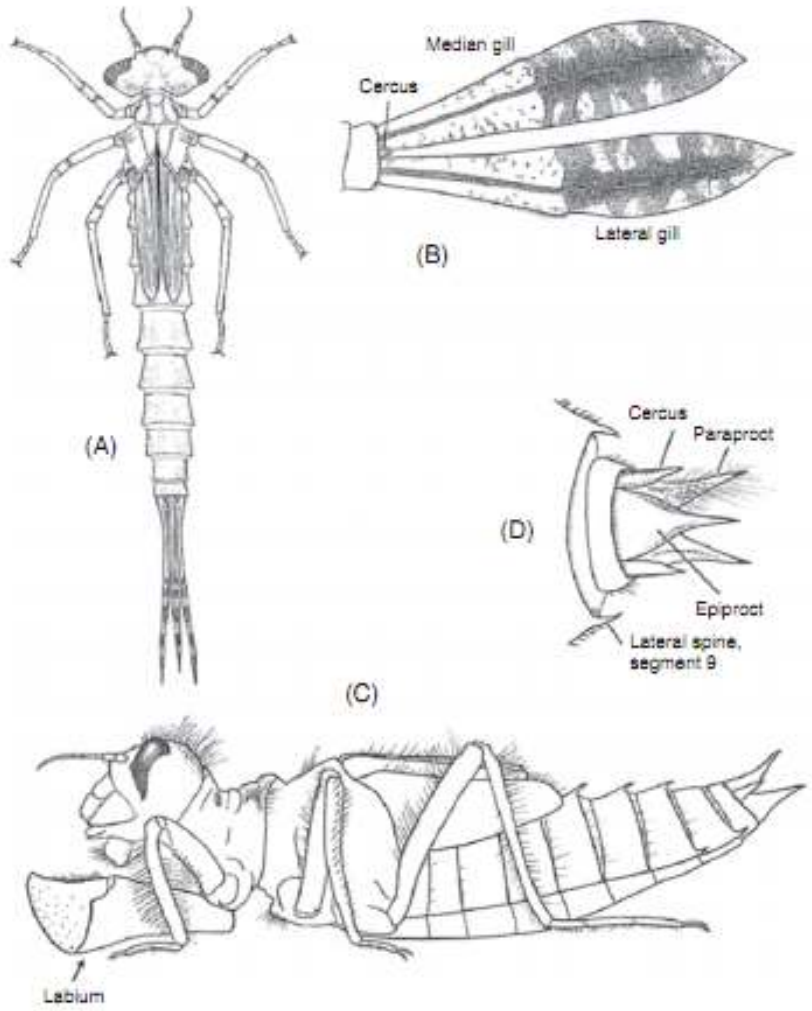


FIGURE 4 Odonata nymphs. (A) Zygoptera nymph in dorsal view, (B) anal gills of Zygoptera in lateral view, (C) Anisoptera nymph in lateral view, and (D) anal pyramid of Anisoptera in dorsal view.

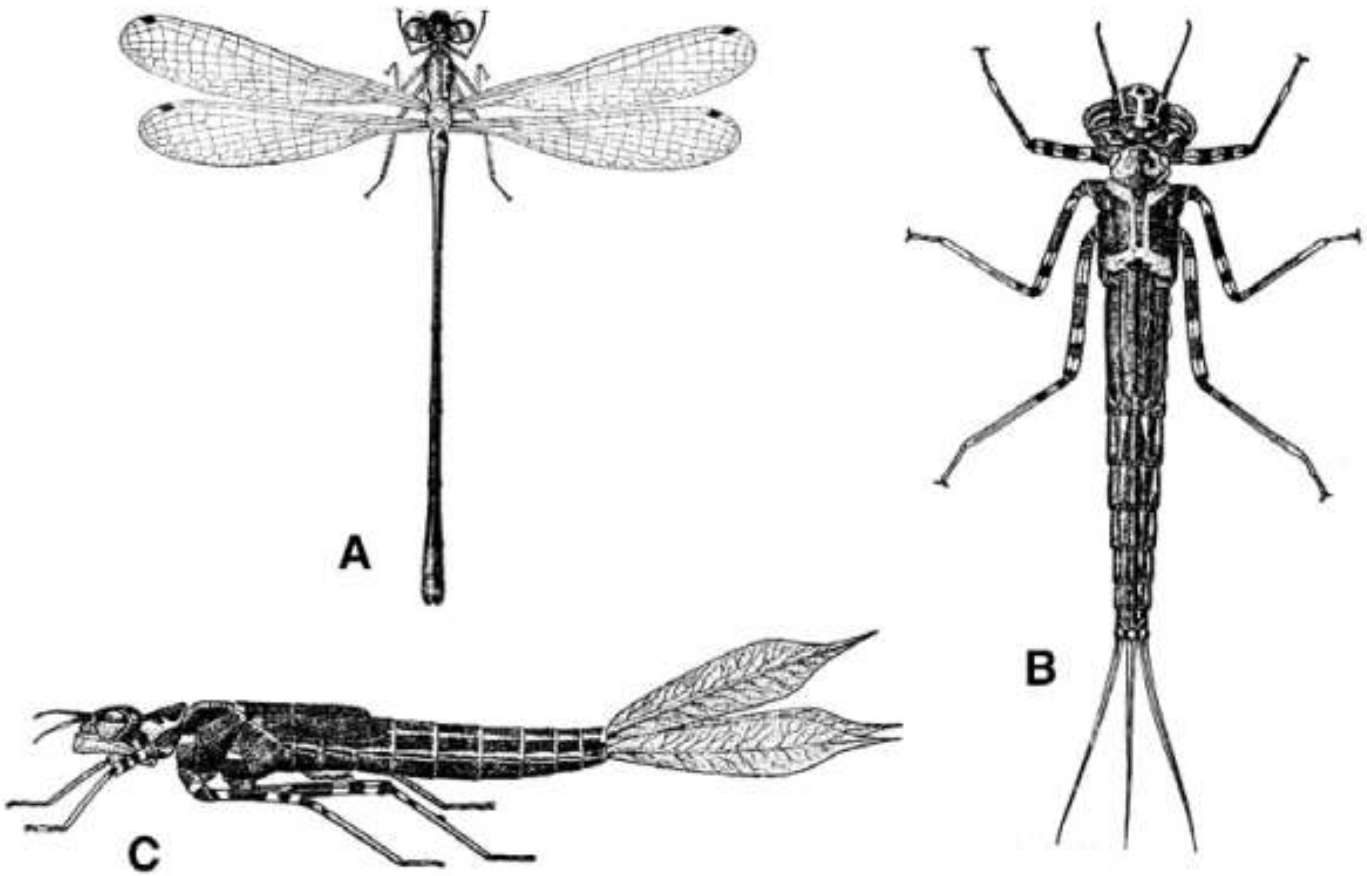


FIGURE 6.11. A damselfly, *Ischnura cervula* (Coenagrionidae). (A) Adult male; and (B,C) larva, dorsal and lateral views. [Reproduced by permission of the Smithsonian Institution Press from *Smithsonian Institution United States National Museum Proceedings*, Volume 49, 'Notes on the life history and ecology of the dragonflies (Odonata) of Washington and Oregon,' July 28, 1915, by C. H. Kennedy: Figures 77, 120, and 121. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, 1916.]

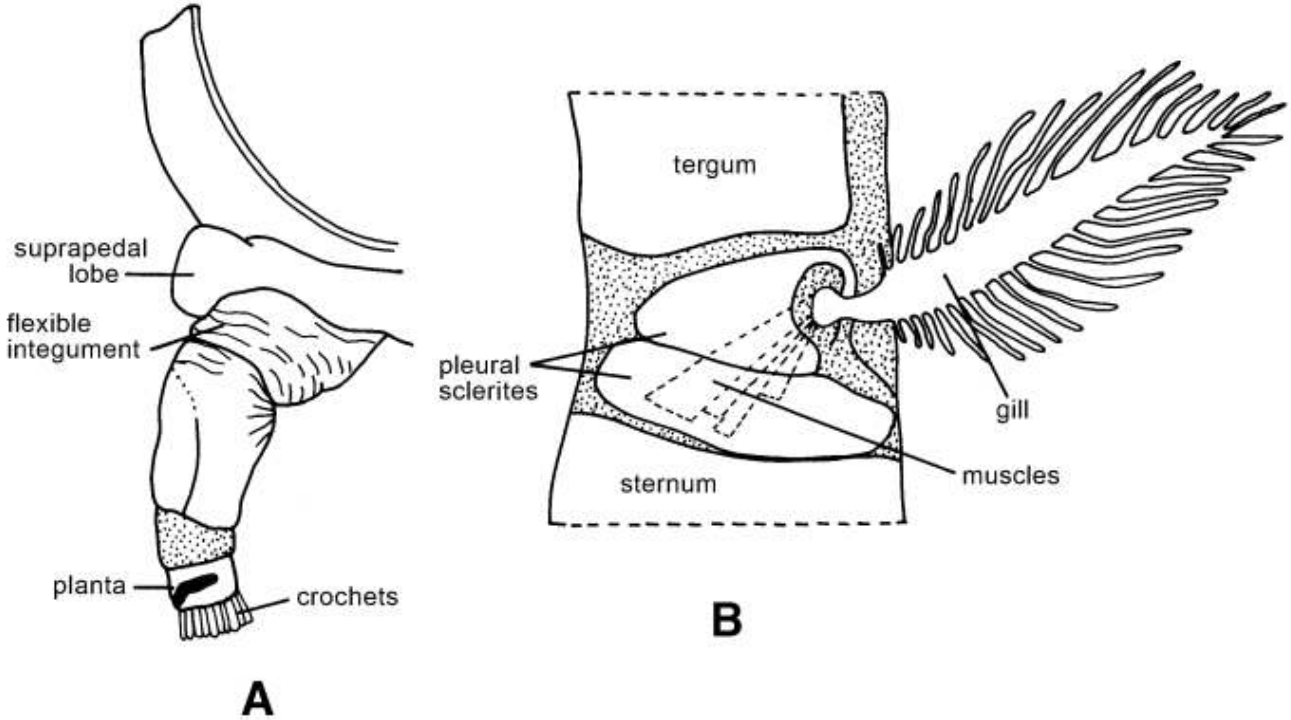


FIGURE 3.35. Secondary segmental appendages. (A) Proleg of a caterpillar; and (B) gill of a mayfly larva. [From R. E. Snodgrass, *Principles of Insect Morphology.* Copyright 1935 by McGraw-Hill, Inc. Used with permission of McGraw-Hill Book Company.]