



# **Sistem Reproduksi Serangga**

**Dian Fajarwati Susilaningrum**

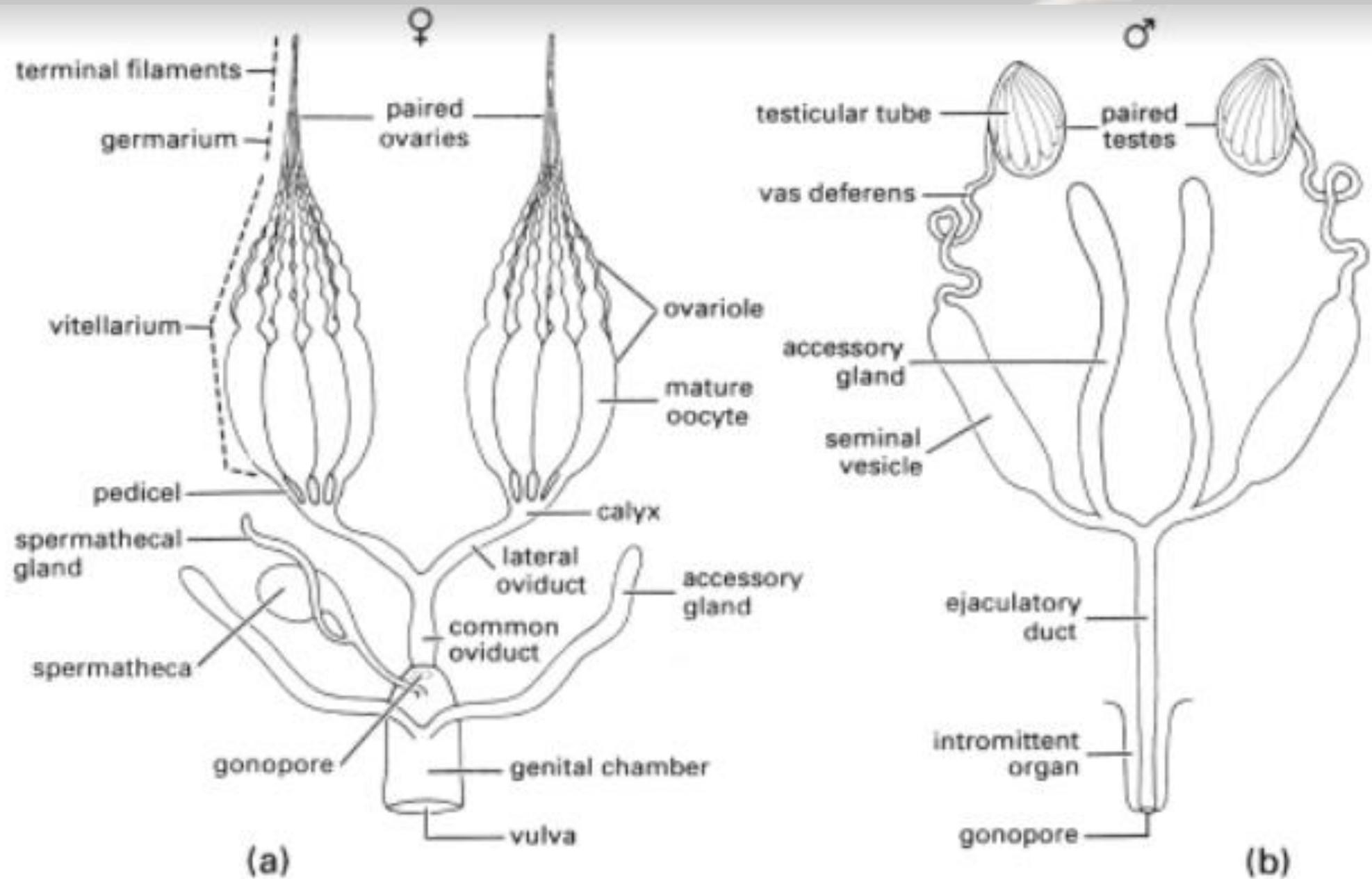
# Pertemuan 4

- Sistem reproduksi serangga
  - ✓ Struktur dan fungsi sistem reproduksi jantan dan betina
  - ✓ ovogenesis (pembentukan telur), ovulasi (pembuahan), dan oviposisi (peletakan)



# Organ Reproduksi Serangga

- ❑ Organ reproduksi serangga memiliki keragaman bentuk, tetapi fungsi dasar setiap komponennya sama.
- ❑ Komponen sistem reproduksi dapat bervariasi dalam bentuk (misalnya: kelenjar gonad dan aksesori), posisi (misalnya: perlekatan kelenjar aksesori), dan jumlah (misalnya: ovarium atau testis) antara kelompok serangga yang berbeda, dan terkadang bahkan di antara spesies yang berbeda dalam satu genus.
- ❑ Pengetahuan tentang homologi komponen membantu dalam menafsirkan struktur dan fungsi pada organ reproduksi serangga yang berbeda.



*Perbandingan sistem reproduksi secara umum (a) betina dan (b) jantan*

## Sistem Reproduksi Betina

- ❑ Fungsi utama sistem reproduksi betina adalah untuk produksi telur, termasuk penyediaan lapisan pelindung pada banyak serangga, dan penyimpanan spermatozoa jantan hingga telur siap dibuahi.
- ❑ Pengangkutan spermatozoa ke organ penyimpanan betina dan pelepasan terkontrol berikutnya memerlukan pergerakan spermatozoa, yang pada beberapa spesies diketahui dimediasi oleh kontraksi otot pada bagian saluran reproduksi wanita.
- ❑ Komponen dasar sistem kewanitaan :
  1. Ovarium berpasangan, salurannya menuju ke dalam saluran telur lateral yang ujungnya menjadi satu.
  2. Gonopore, biasanya membentuk rongga (ruang genital). Ruang ini berfungsi sebagai kantung sanggama selama kawin dan karenanya sering disebut sebagai bursa copulatrix.
  3. Vulva dan vagina. Terdapat dua jenis kelenjar ektodermal membuka ke dalam ruang genital yaitu : spermatheca (menyimpan spermatozoa hingga dibutuhkan untuk pembuahan sel telur, kelenjar atau sel kelenjar di dalam bagian spermatheca memberi nutrisi pada spermatozoa), kelenjar ektodermal/kelenjar aksesori (memiliki berbagai fungsi tergantung pada spesiesnya)

## Sistem Reproduksi Betina (Lanjutan....)

- ❑ Setiap ovarium terdiri dari sekelompok ovarium/tabung telur, ovariol, masing-masing terdiri dari filamen terminal, germarium (di mana mitosis memunculkan oosit primer), vitellarium (di mana oosit tumbuh dengan pengendapan kuning telur dalam suatu proses, dikenal sebagai vitellogenesis), dan pedisel (atau tangkai).
- ❑ Sebuah ovariole berisi serangkaian oosit yang sedang berkembang, masing-masing dikelilingi oleh lapisan sel folikel yang membentuk epitel (oosit dan epitelnya disebut folikel); oosit termuda terjadi di dekat germarium apikal dan yang paling matang di dekat pedisel.
- ❑ Kelenjar aksesori dari saluran reproduksi wanita sering disebut sebagai kelenjar koleterial/semen karena pada kebanyakan ordo serangga, sekresi mereka mengelilingi dan melindungi telur atau menempelkannya ke substrat.
- ❑ Pada serangga lain, kelenjar aksesori dapat berfungsi sebagai kelenjar racun (pada banyak Hymenoptera) atau sebagai kelenjar "susu" di beberapa serangga (pada lalat tsetse, *Glossina* spp.) pada viviparitas adenotrofik

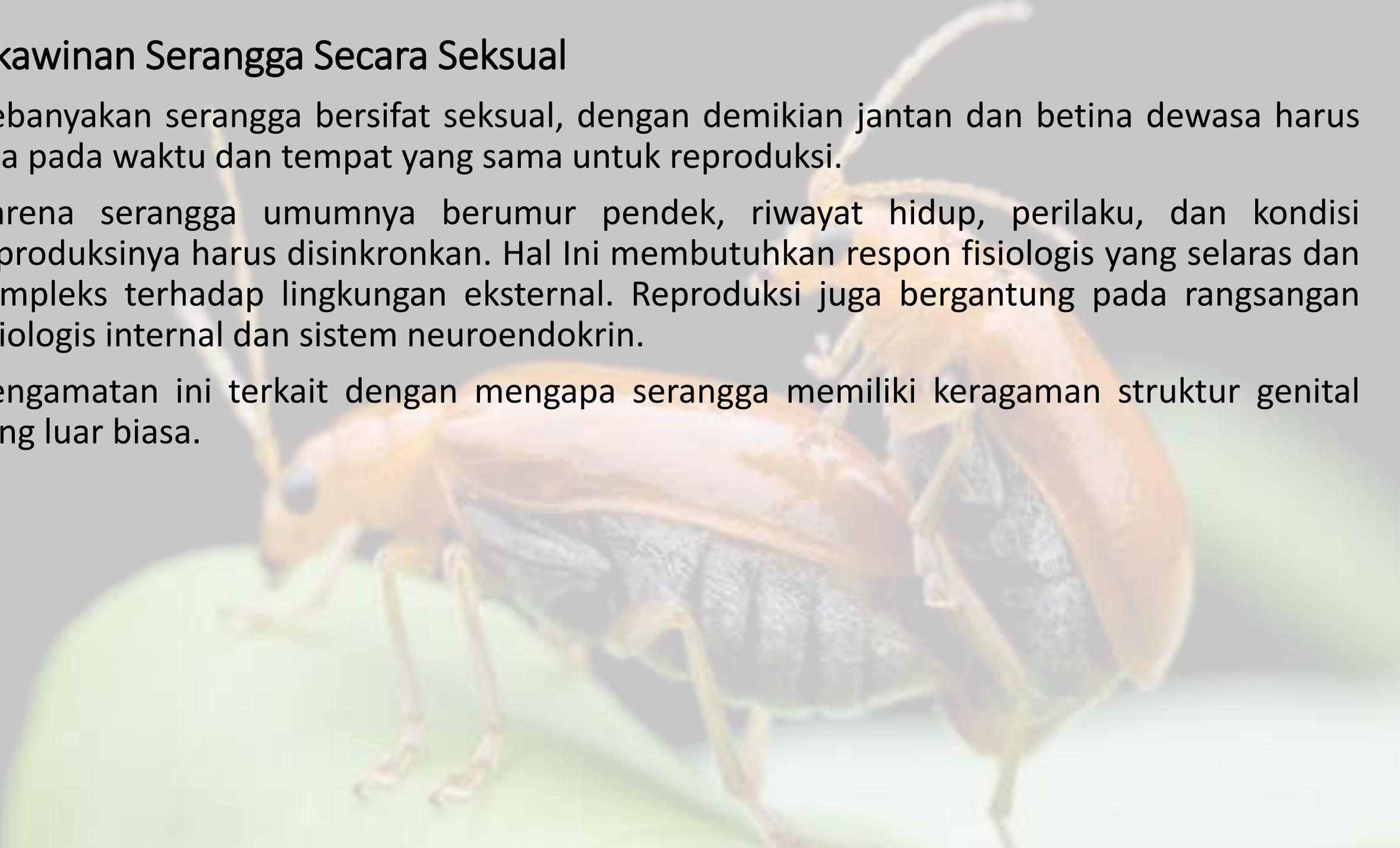
## Sistem Reproduksi Jantan

❑ Fungsi utama sistem reproduksi jantan adalah produksi dan penyimpanan spermatozoa dan pengangkutannya dalam keadaan yang layak ke saluran reproduksi wanita. Secara morfologis, saluran laki-laki terdiri dari :

1. Testis berpasangan yang masing-masing berisi serangkaian tabung testis atau folikel (di mana spermatozoa diproduksi), yang membuka secara terpisah ke dalam saluran sperma atau vas deferens yang diturunkan secara mesodermal, yang biasanya mengembang ke posterior untuk membentuk organ penyimpanan sperma (vesikula seminalis).
2. Kelenjar aksesori berpasangan/divertikula vas deferentia. Vas deferentia berpasangan bersatu di mana mereka mengarah ke saluran ejakulasi yang diturunkan secara ektodermal (tabung yang mengangkut air mani atau paket sperma ke gonopore). Pada beberapa serangga terutama lalat, kelenjar aksesori terdiri dari bagian kelenjar saluran ejakulasi yang membesar. Sekresi kelenjar aksesori jantan membentuk spermatofor (yang mengelilingi spermatozoa banyak serangga), berkontribusi memberi makan spermatozoa selama pengangkutan.

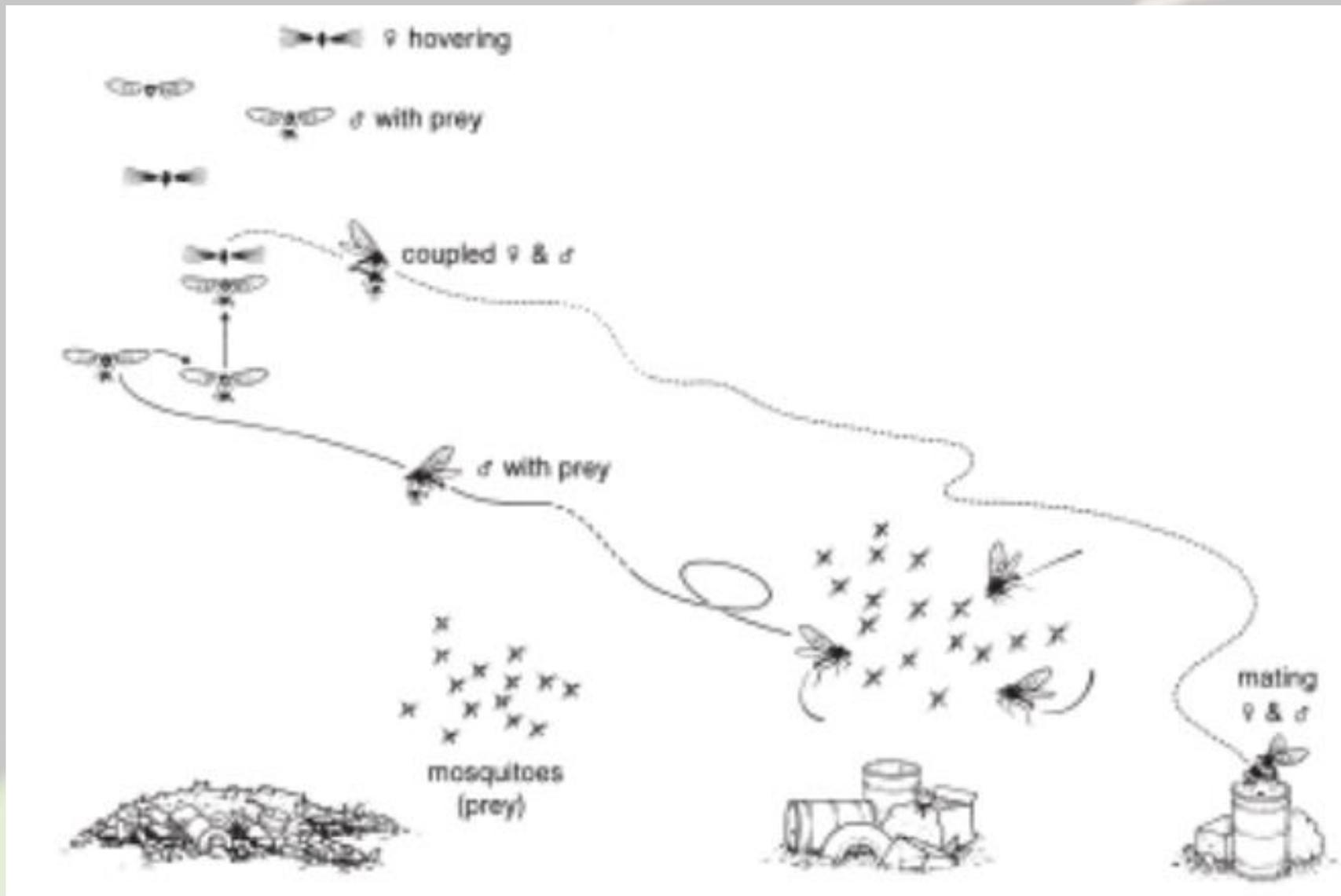
## Perkawinan Serangga Secara Seksual

- ❑ Kebanyakan serangga bersifat seksual, dengan demikian jantan dan betina dewasa harus ada pada waktu dan tempat yang sama untuk reproduksi.
- ❑ Karena serangga umumnya berumur pendek, riwayat hidup, perilaku, dan kondisi reproduksinya harus disinkronkan. Hal ini membutuhkan respon fisiologis yang selaras dan kompleks terhadap lingkungan eksternal. Reproduksi juga bergantung pada rangsangan fisiologis internal dan sistem neuroendokrin.
- ❑ Pengamatan ini terkait dengan mengapa serangga memiliki keragaman struktur genital yang luar biasa.



## Perilaku Perkawinan

- ❑ Serangga sering kali memberikan sinyal sebagai penanda, terlihat paling mencolok. Contoh: kilatan cahaya kunang-kunang, nyanyian jangkrik.
- ❑ Semua sinyal bersifat spesifik, berfungsi untuk menarik anggota lawan jenis dari spesies yang sama.
- ❑ Berkerumun adalah perilaku mendasar dari serangga, seperti yang terjadi di antara beberapa serangga, seperti pada lalat dan kupu-kupu.
- ❑ Kawanan sebagian besar berjenis kelamin laki-laki, meskipun juga terdapat kawanan khusus perempuan. Kerumunan serangga jantan di suatu tempat (menunggu kedatangan seekor betina yang telah merespons secara identik terhadap isyarat visual).
- ❑ Pada serangga lain, juga dapat menggunakan reseptor penciuman. Misalnya, melibatkan satu atau kedua jenis kelamin yang memproduksi dan mengeluarkan feromon, yang merupakan bahan kimia atau campuran bahan kimia yang dapat terlihat oleh anggota spesies lain. Zat yang dipancarkan dengan tujuan mengubah perilaku seksual penerima disebut feromon seks. Umumnya, feromon diproduksi oleh betina bertujuan mengumumkan keberadaan kepada jantan sejenis. Jantan mendeteksinya dan berorientasi ke arah sumbernya.



*Pada waktu kawin (kiri atas), lalat jantan naik ke arah betina yang melayang di atas, pasangan kawin hinggap (paling kanan bawah). Betina mendapatkan makanan melalui jantan, bahkan sebagian lalat betina harus kawin berulang kali untuk mendapatkan nutrisi yang cukup untuk mengembangkan sekumpulan telur.*

## Mekanisme Ketertarikan

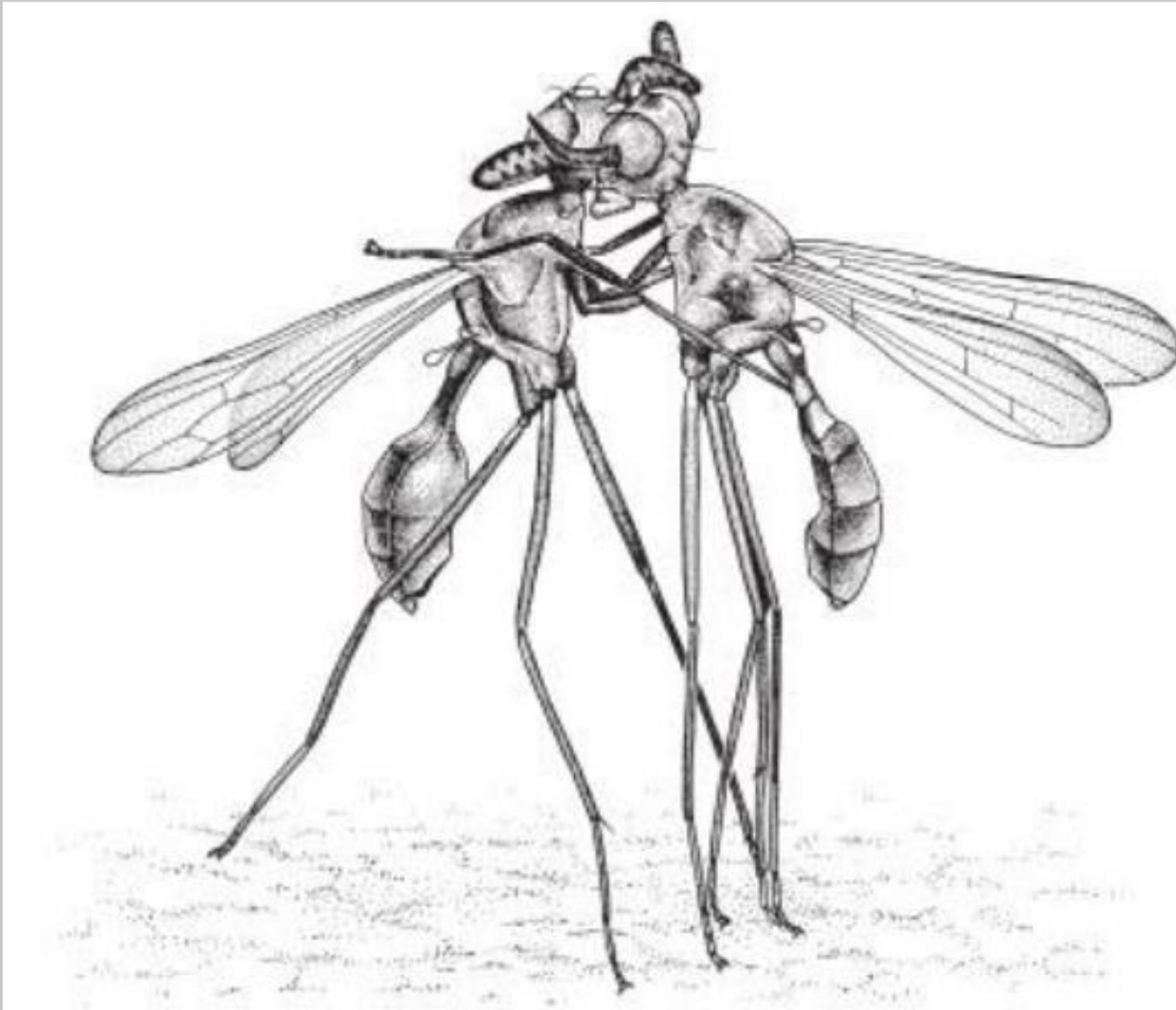
- ❑ Mekanisme ketertarikan dapat mencakup tampilan visual, terutama oleh jantan, misalnya dengan gerakan bagian tubuh yang dihias seperti: antena, eyestalks, dan gerakan sayap dan menari. Antena, tanduk kepala, alat kelamin luar, dan tungkai digunakan untuk stimulasi sentuhan.

## Pemilihan

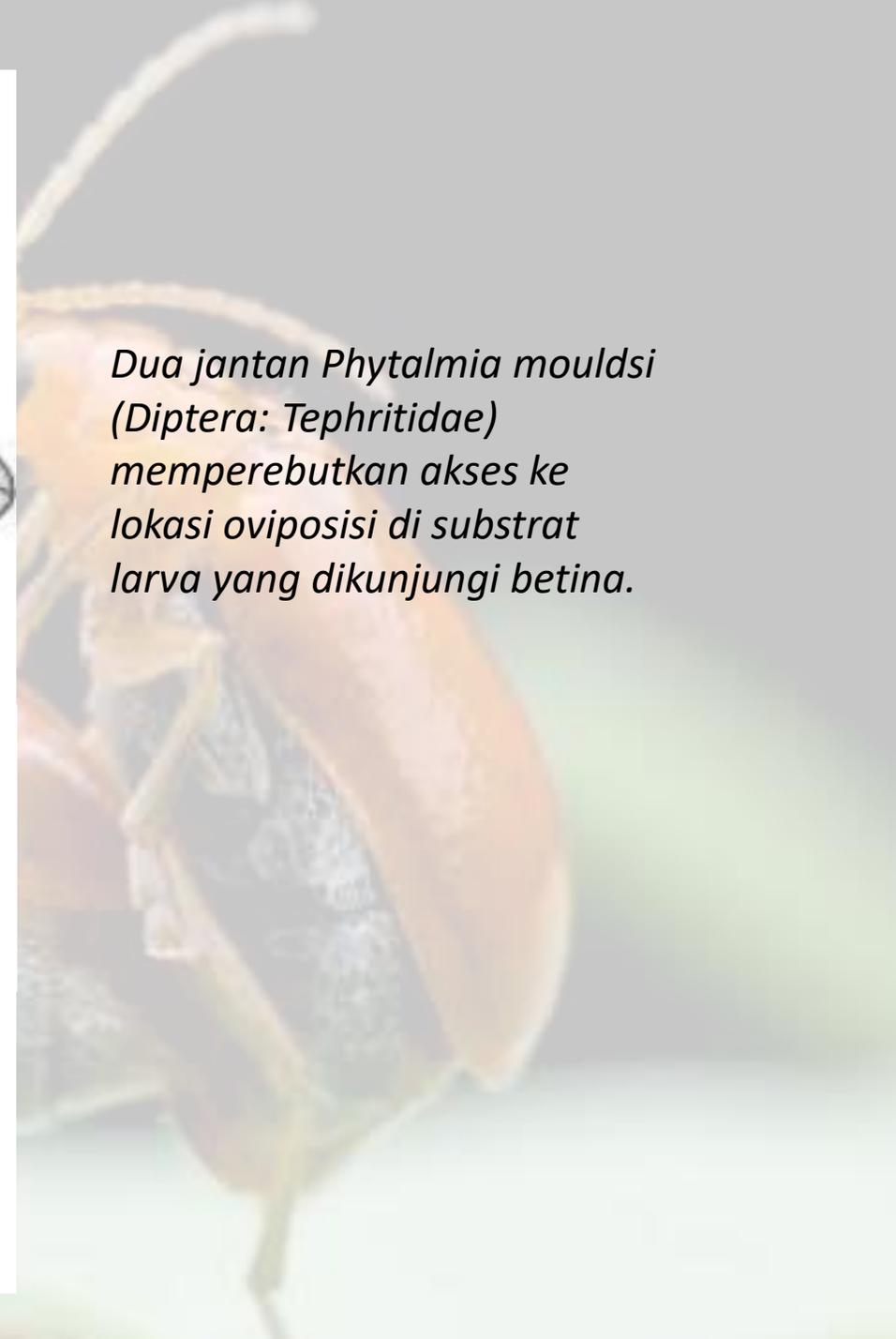
- ❑ Dalam banyak sistem perkawinan serangga, mekanisme ketertarikan dapat dipandang sebagai persaingan antar spesies.

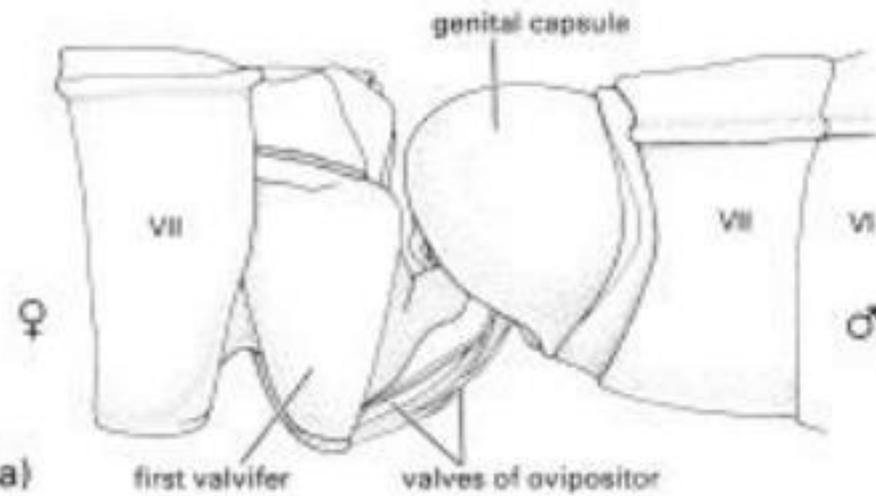
## Koopulasi

- ❑ Evolusi alat kelamin luar jantan memungkinkan serangga untuk mentransfer sperma langsung dari jantan ke betina selama sanggama. Pada banyak serangga, terminalia jantan memiliki penjepit yang dimodifikasi secara khusus, yang mengunci dengan bagian tertentu dari terminalia betina untuk menjaga hubungan alat kelamin mereka selama transfer sperma. Sperma diterima oleh serangga betina menuju ruang genital, vagina, atau bursa copulatrix, atau langsung ke dalam spermatheca atau salurannya. Sekresi kelenjar aksesori jantan juga berfungsi untuk memfasilitasi pematangan akhir sperma, memasok energi untuk pemeliharaan sperma, dan memberikan nutrisi kepada betina

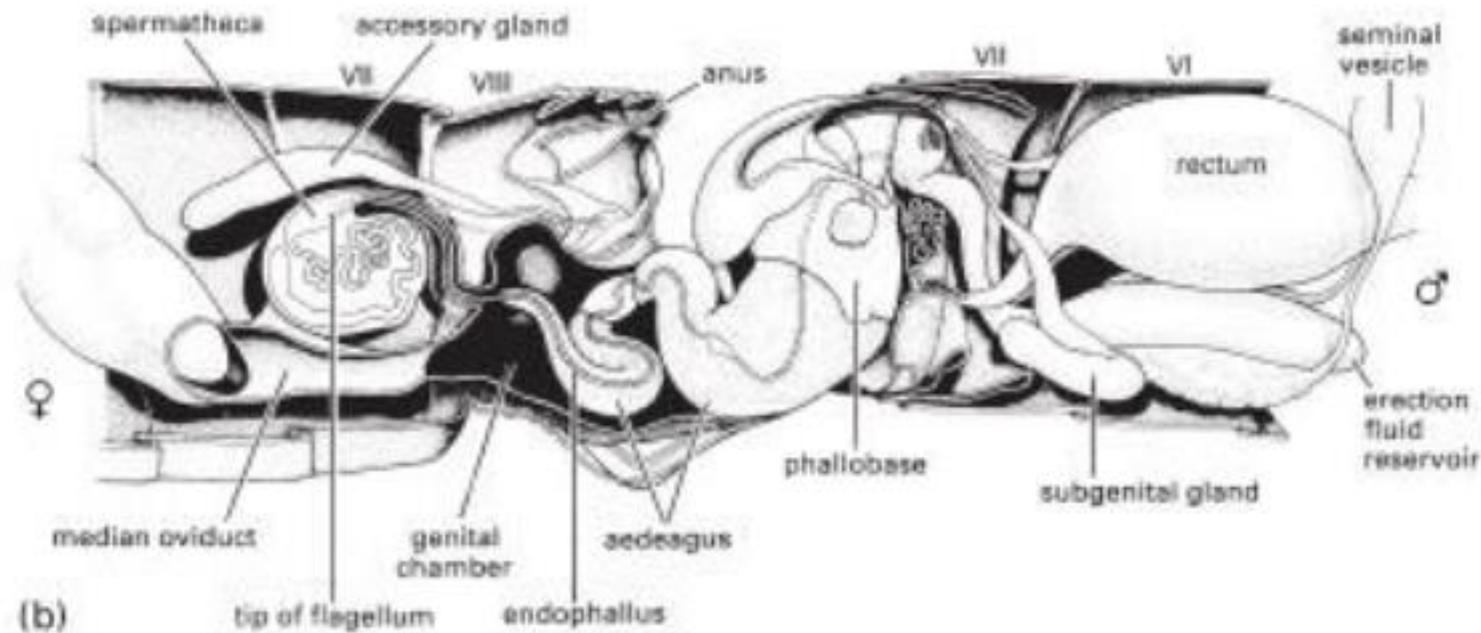


*Dua jantan Phytalmia mouldsi (Diptera: Tephritidae) memperebutkan akses ke lokasi oviposisi di substrat larva yang dikunjungi betina.*





(a)



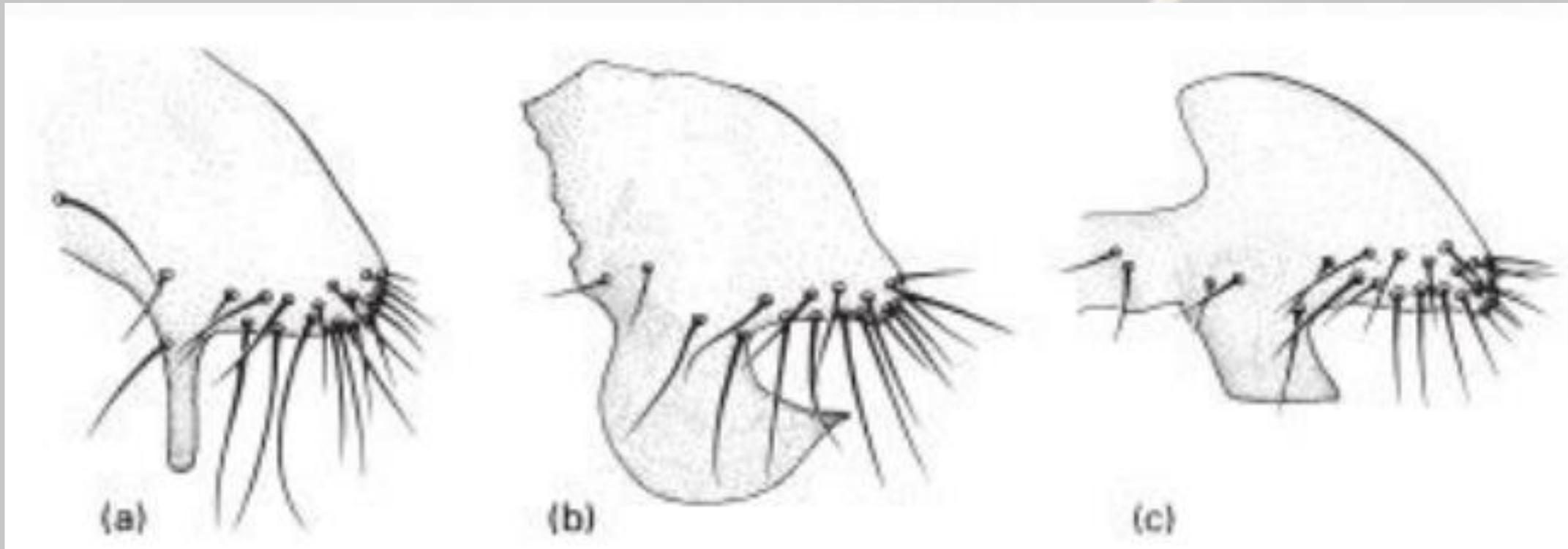
(b)

Ujung posterior sepasang kutu yang sedang kawin, *Oncopeltus fasciatus* (Hemiptera: Lygaeidae).

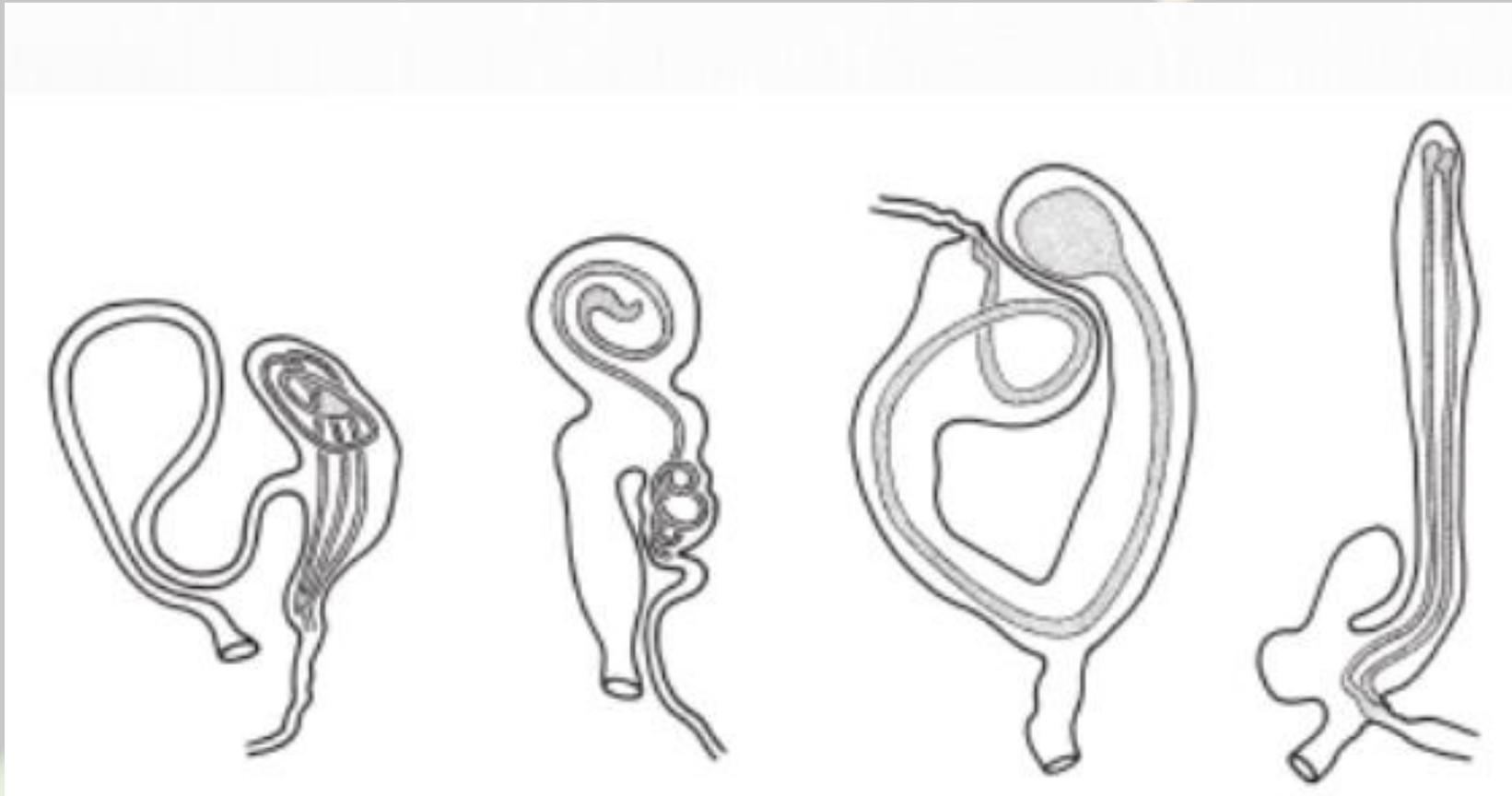
- a. Tampak lateral segmen terminal, menunjukkan katup ovipositor betina di ruang genital pria;
- b. Penampang membujur yang menunjukkan struktur internal sistem reproduksi, dengan ujung aedeagus jantan di spermatheca betina.

## Keragaman Morfologi Genital

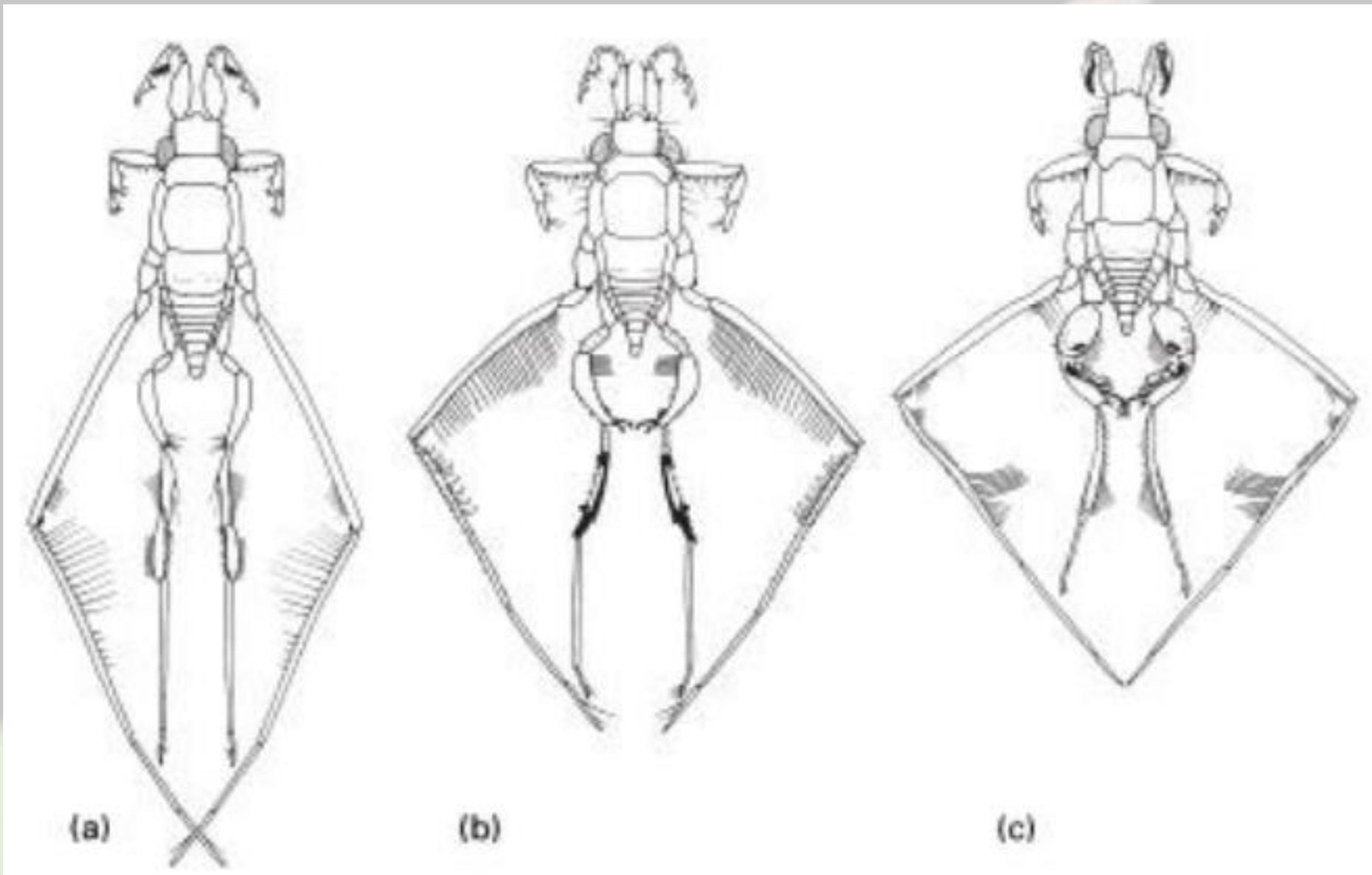
- ❑ Komponen terminalia serangga sangat beragam dalam struktur dan sering menunjukkan morfologi yang spesifik, bahkan pada spesies yang serupa.
- ❑ Variasi ciri-ciri luar alat kelamin laki-laki sering kali memungkinkan terjadinya diferensiasi spesies, sedangkan struktur luar pada perempuan biasanya lebih sederhana dan kurang bervariasi.
- ❑ Karakteristik genitalia internal serangga memungkinkan penggambaran spesies dan memberikan bukti hubungan filogenetik.
- ❑ Pengamatan bahwa alat kelamin seringkali kompleks dan bentuknya spesifik-spesies, berhubungan erat antara jenis kelamin, menyebabkan perumusan hipotesis “gembok-dan-kunci” sebagai penjelasan dari fenomena ini. Alat kelamin jantan spesifik spesies, diyakini hanya cocok dengan alat kelamin betina sejenis sehingga mencegah perkawinan atau pembuahan interspesifik.



Spesifitas spesies di bagian genitalia jantan dari tiga spesies bersaudara *Drosophila* (Diptera: Drosophilidae). Segmen 9 di: (a) *D. mauritiana*; (b) *D. simulans*; (c) *D. melanogaster*



*Spermatophores yang terletak di dalam saluran reproduksi betina spesies berbeda (Lepidoptera: Noctuidae). Sperma keluar melalui ujung sempit setiap spermatofor*



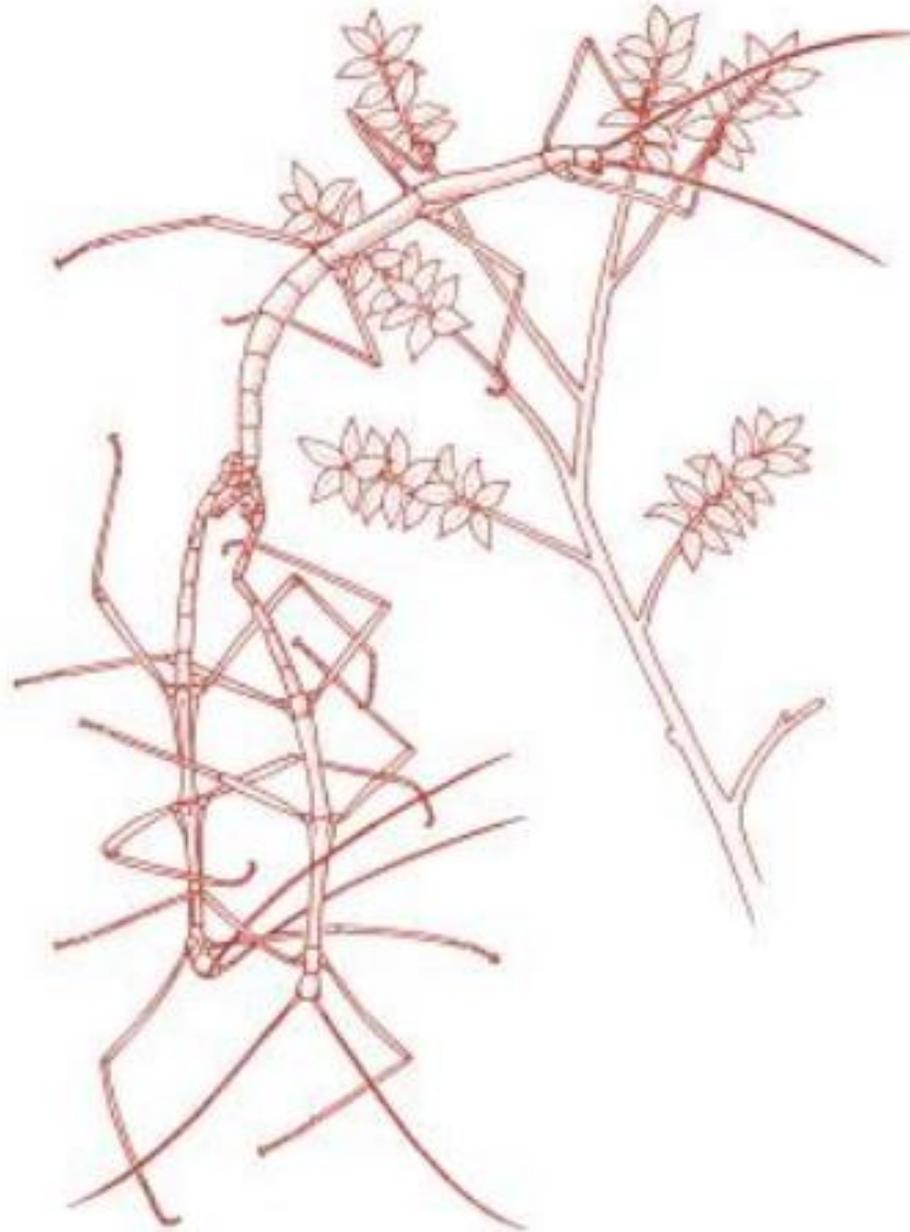
Pejantan dari tiga spesies dari genus water-strider *Rheumatobates*, menunjukkan modifikasi antena dan kaki. Struktur jantan non-genital ini dikhususkan untuk kontak dengan betina selama kawin, ketika jantan menunggang punggungnya. Betina dari semua spesies memiliki bentuk tubuh yang mirip. (a) *R. trulliger*; (b) *R. rileyi*; (c) *R. bergrothi*

## Penyimpanan Sperma dan Penentuan Seks

- Serangga betina menyimpan sperma yang mereka terima dari satu atau lebih laki-laki dalam organ penyimpanan sperma (spermatheca).
- Betina dari sebagian besar ordo serangga memiliki satu spermatheca tetapi beberapa lalat terkenal memilikinya lebih, sering dua atau tiga. Terkadang sperma tetap ada dapat bertahan di spermatheca untuk waktu yang cukup lama, bahkan tiga tahun atau lebih dalam kasus lebah madu. Selama penyimpanan, sekresi dari kelenjar spermathecal betina menjaga kelangsungan hidup sperma.
- Telur dibuahi saat mereka melewati median saluran telur dan vagina.
- Sperma memasuki sel telur melalui mikropil, yang merupakan kanal sempit yang lewat melalui kulit telur. Area mikropil berorientasi pada pembukaan spermatheca selama perjalanan telur dan memfasilitasi masuknya sperma.
- Telur yang dibuahi dari kebanyakan serangga menghasilkan jantan dan betina, jenis kelamin yang bergantung pada mekanisme penentuan spesifik, sebagian besar bersifat genetik.
- Kebanyakan serangga diploid, yaitu memiliki satu set kromosom dari setiap orang tua. Mekanisme yang paling umum untuk jenis kelamin keturunan ditentukan oleh pewarisan kromosom seks (Kromosom X; heterokromosom), yang dibedakan dari autosom yang tersisa. Individu dengan demikian dialokasikan untuk seks menurut keberadaan satu (X0) atau dua (XX) kromosom seks, XX biasanya perempuan dan X0 laki-laki, alokasi ini bervariasi di dalam dan di antara kelompok taksonomi.
- Dalam haplodiploidy (jantan), muncul melalui perkembangannya dari telur yang tidak dibuahi (mengandung setengah dari komplemen kromosom betina setelah meiosis), yang disebut arrhenotoky, atau dari telur yang telah dibuahi di mana kumpulan kromosom paternal dinonaktifkan dan dihilangkan, yang disebut eliminasi genom paternal. Arrhenotoky dicontohkan oleh lebah madu, dimana betina (ratu dan pekerja) berkembang dari telur yang dibuahi sedangkan jantan berasal dari telur yang tidak dibuahi.

## Persaingan Sperma

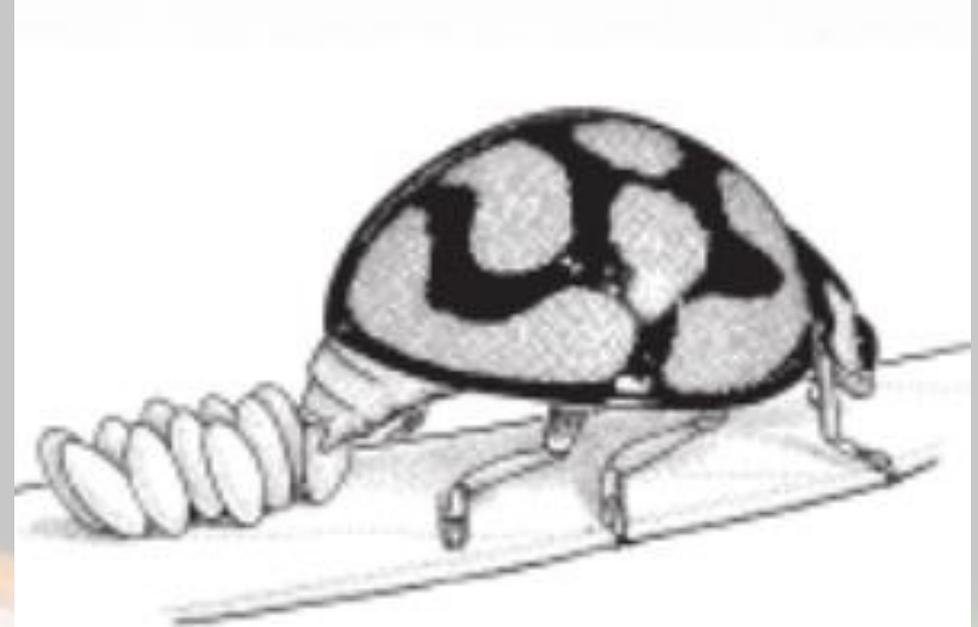
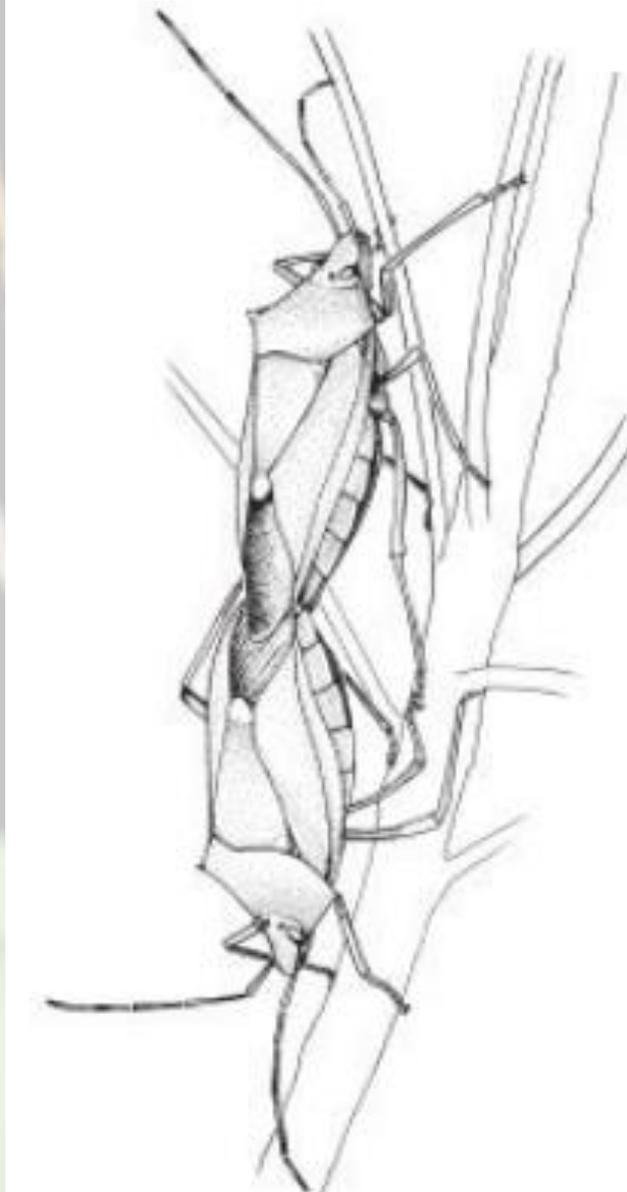
- ❑ Perkawinan ganda umum terjadi pada banyak spesies serangga. Terjadinya kawin dalam kondisi alamiah dapat ditentukan dengan mengamati perilaku kawin individu betina atau dengan menentukan jumlah spermatofor di organ penyimpanan sperma wanita.



Two male stick-insects fighting over a female. (After Sivinski 1978.)

*Persaingan antar pejantan*

*Sepasang kutu busuk/kutu perisai yang sedang kawin dari genus Poecilometis (Hemiptera: Pentatomidae). Banyak serangga heteropteran melakukan kopulasi yang lama, yang mencegah pejantan lain untuk membuahi betina sampai dia menjadi tidak reseptif terhadap pejantan selanjutnya atau dia bertelur dibuahi oleh jantan yang sama*



*Oviposisi oleh kumbang kepik Afrika Selatan, Chilomenes lunulata (Coleoptera: Coccinellidae). Telur menempel pada permukaan daun karena sekresi yang lengket dioleskan ke setiap telur*

# Cara Serangga Bertelur

## 1. Oviparitas

Sebagian besar serangga betina bersifat ovipar, yaitu bertelur.

- Umumnya, ovulasi (pengeluaran telur dari ovarium ke saluran telur) diikuti dengan cepat oleh pembuahan dan kemudian oviposisi.
- Ovulasi dikendalikan oleh hormon yang dilepaskan dari otak, oviposisi berada di bawah kendali hormonal dan saraf.
- Oviposisi, proses perpindahan telur dari lubang genital luar atau vulva ke luar betina, sering dikaitkan dengan perilaku seperti menggali atau menyelidik ke dalam tempat bertelur, tetapi seringkali telur dijatuhkan begitu saja di tanah atau ke dalam air.
- Biasanya telur disimpan di dekat makanan yang dibutuhkan oleh keturunannya saat menetas.
- Telur serangga di dalam ovarium betina selesai ketika oosit ditutupi dengan lapisan pelindung luar, kulit telur, yang terbentuk dari membran vitelline dan korion. Korion dapat terdiri dari salah satu atau semua lapisan berikut: lapisan lilin, korion terdalam, endochorion, dan eksochorion.
- Biasanya, telurnya kaya akan kuning telur; panjang sel telur berkisar dari 0,2 mm sampai sekitar 13 mm.
- Perkembangan embrio di dalam telur dimulai setelah aktivasi telur.
- Cangkang telur memiliki sejumlah fungsi penting. Desainnya memungkinkan masuknya sperma secara selektif pada saat pembuahan. Memfasilitasi elastisitasnya oviposisi. Struktur dan komposisinya memberikan perlindungan embrio dari kerusakan kondisi seperti kelembaban, suhu, infeksi mikroba, pertukaran oksigen dan karbon dioksida antara di dalam dan di luar telur

## 2. Ovoviviparitas dan Viviparitas

- ❑ Sebagian besar serangga bersifat ovipar/bertelur
- ❑ Namun, beberapa spesies vivipar, perkembangan telur terjadi di dalam ibu.
- ❑ Empat tipe utama viviparitas diamati pada kelompok serangga yang berbeda:
  1. Ovoviviparitas, di mana telur yang dibuahi mengandung kuning telur dan dibungkus dalam beberapa bentuk kulit telur diinkubasi di dalam saluran reproduksi betina. Terjadi pada beberapa kecoa (Blattidae), beberapa kutu daun dan serangga skala (Hemiptera), beberapa kumbang (Coleoptera) dan thrips (Thysanoptera), dan beberapa lalat (Muscidae, Calliphoridae, dan Tachinidae). Yang sepenuhnya berkembang, telur menetas segera setelah diletakkan atau sesaat sebelum dikeluarkan dari saluran reproduksi betina.
  2. Viviparitas pseudoplasenta, terjadi ketika telur yang kekurangan kuning telur berkembang di saluran genital betina. Sang ibu menyediakan jaringan khusus seperti plasenta, nutrisi ditransfer untuk perkembangan embrio. Tidak ada pemberian makan oral dan larva diletakkan saat menetas. Bentuk viviparitas ini terjadi di banyak kutu daun (Hemiptera), beberapa earwigs (Dermaptera), beberapa psocids (Psocoptera), dan pada serangga polyctenid (Hemiptera).
  3. Viviparitas hemocoelous, melibatkan embrio yang berkembang bebas di hemolimf betina, dengan nutrisi diambil oleh osmosis. Bentuk parasitisme internal ini terjadi di Strepsiptera, tempat keluarnya larva melalui saluran induk.
  4. Viviparitas adenotrofik, terjadi jika larva berkembang, menetas dan makan secara oral dari aksesori ("susu") kelenjar sekresi di dalam "rahim" dari sistem reproduksi ibu. Larva dewasa disimpan dan menjadi kepompong segera. Pada Famili Diptera "pupiparan", yaitu Glossinidae (lalat tsetse), Hippoboscidae (kutub atau lalat walabi), Nycteribidae dan Streblidae (lalat kelelawar).

# Cara-Cara Khas Reproduksi

Reproduksi seksual adalah cara reproduksi yang biasa pada serangga. Namun, berbagai jenis reproduksi aseksual terjadi pada banyak kelompok serangga; perkembangan dari telur yang tidak dibuahi, produksi banyak embrio. Beberapa spesies menunjukkan reproduksi seksual dan aseksual yang bergantian, tergantung pada musim atau ketersediaan makanan.



## **Poliembrioni**

Bentuk reproduksi aseksual ini melibatkan produksi dua atau lebih embrio dari satu telur. Pada poliembrioni setiap telur yang sedang berkembang dapat membelah secara mitosis dan menjadi beberapa sampai banyak embrio.



## **Paedogenesis**

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



## **Partenogenesis**

Telur tanpa fertilisasi berkembang menjadi individu baru. Pada lebah madu hasil partenogenesis menghasilkan lebah jantan (drone) sedangkan jika ada fertilisasi akan menjadi lebah betina.

# THANK YOU

## Tugas

- Projek : setiap perwakilan kelompok menuliskan judul dan rumusan masalah melalui google drive berikut  
<https://drive.google.com/drive/folders/1UZyjQJzt8JzYPxuPPdqz2KBZbZTlvLIU?usp=sharing>
- Postes 1 (materi pertemuan 1 s.d. 4) **dilaksanakan dipertemuan ke-5 pada jam perkuliahan melalui quizziz.**
- Kelompok 4 mempersiapkan makalah dan presentasi pertemuan 5 Perkembangan dan Spesialisasi Serangga.
- Kelompok 3 mengunggah tugas makalah dan presentasi pada drive  
[https://drive.google.com/drive/folders/1ZTRghgW\\_csN8xUjaPdA4epO3aRSNCSCs?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1ZTRghgW_csN8xUjaPdA4epO3aRSNCSCs?usp=sharing)
- Tugas individu pembuatan resume diunggah pada drive.