

Ordo Endopterygote yang Tersisa

Megaloptera, Raphidioptera, Neuroptera, Coleoptera,
Strepsiptera, Hymenoptera



Dr. Tri Ujilestari

Entomologi Pertemuan 15

Ordo Endopterygote yang Tersisa

Megaloptera, Raphidioptera, Neuroptera, Coleoptera, Strepsiptera, Hymenoptera

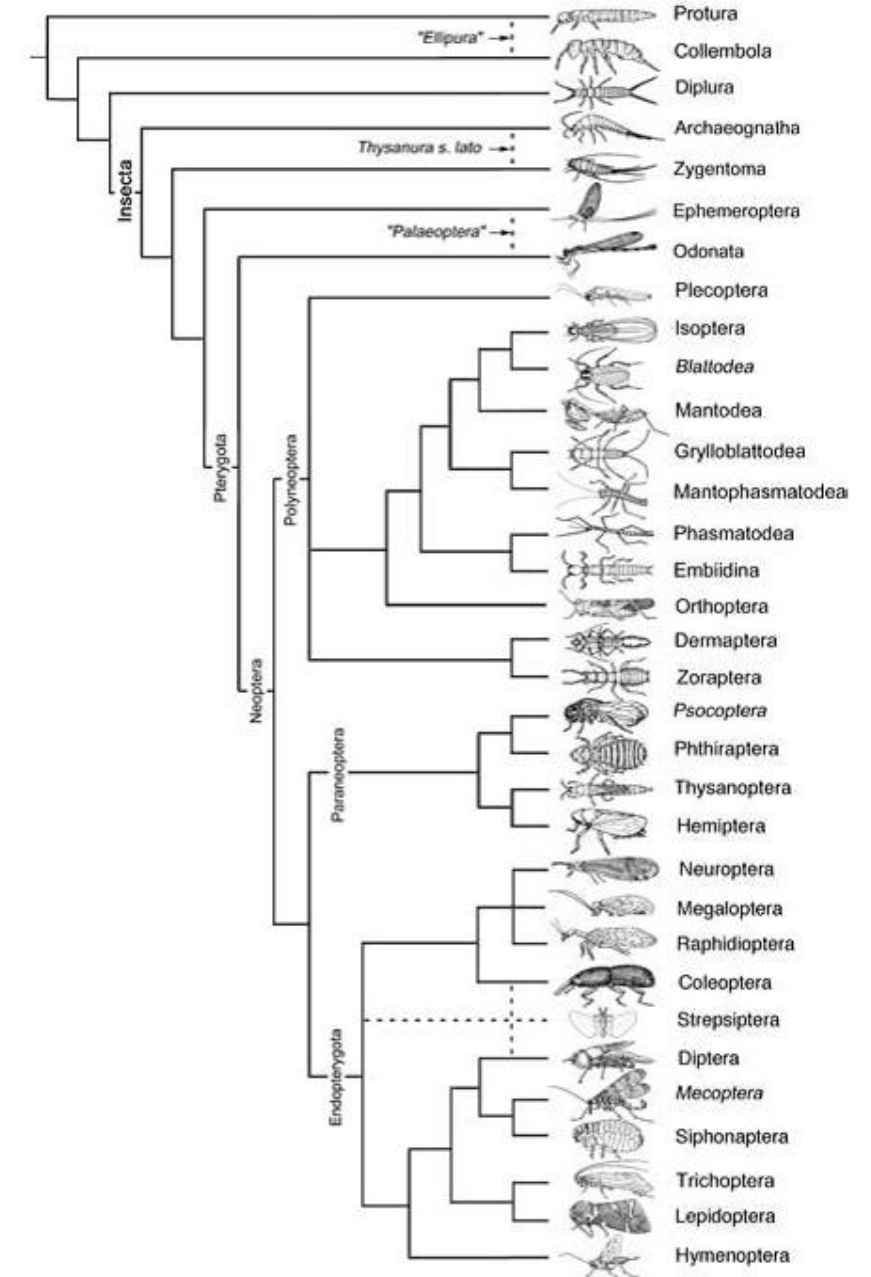
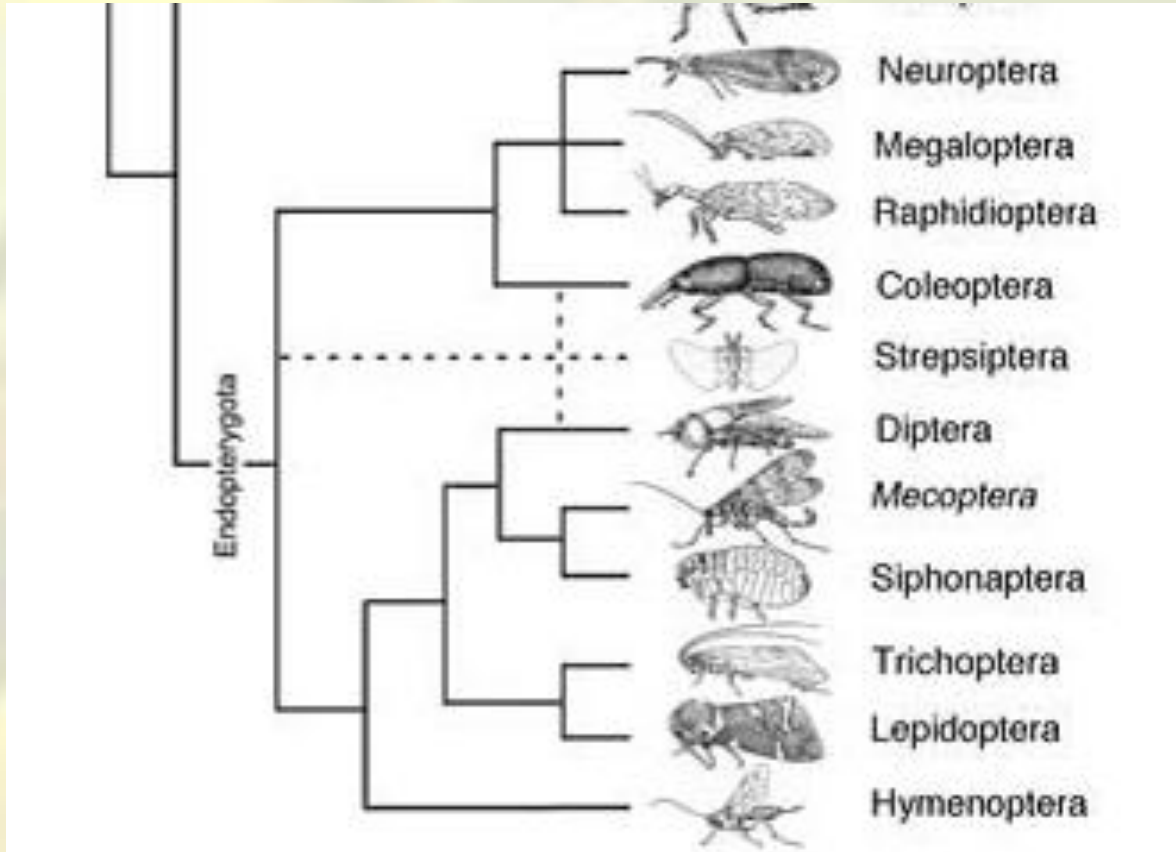


Fig. 7.2 Cladogram of postulated relationships of extant hexapods, based on combined morphological and nucleotide sequence data. Italicized names indicate paraphyletic taxa. Broken lines indicate uncertain relationships. *Thysanura sensu lato* refers to *Thysanura* in the broad sense. (Data from several sources.)

Ordo Endopterygote yang Tersisa

- Enam ordo endopterygot yang tersisa yang dibahas dalam bab ini cukup berbeda dari ordo yang membentuk kompleks panorpoid (minggu lalu).
- Dari enam, ordo Hymenoptera muncul paling terisolasi secara filogenetik dan kadang-kadang dianggap dalam superorder yang berbeda, Hymenopteroidea, mungkin kelompok saudara dari kompleks panorpoid. Kecuali untuk Strepsiptera, yang afinitasnya tetap tidak jelas, ordo yang tersisa kemudian secara tentatif bersatu dalam kelompok neuroptero-coleopteroid. Beberapa penulis memasukkan Mecoptera dan Rapidoptera sebagai subordo dalam ordo Neuroptera

A. Megaloptera

Sinonim: Corydalida, Sialoidea (dalam urutan Neuroptera *sensu lato*)

Nama umum: lalat alder dan lalat Dobson

Serangga besar bertubuh lunak; kepala dengan mulut pengunyah, antena memanjang, dan mata majemuk besar, tiga ocellipresent (Sialidae) atau tidak ada (Corydalidae); dua pasang sayap identik dengan venasi primitif dan sejumlah besar vena bersilang, perut beruas 10 tanpa cerci. Larva akuatik dengan bagian mulut pengunyah dan insang perut berpasangan. Pupa edektik dan eksak.

Perwakilan dari ordo kecil (300 spesies) ini ditemukan terutama di daerah beriklim sedang, meskipun distribusinya terputus-putus. Sekitar 43 spesies telah dideskripsikan dari Amerika Utara, sekitar 25 dari Australia, dan 3 dari Inggris

Struktur

Dewasa.

Megaloptera dewasa umumnya serangga besar, dengan anggota beberapa spesies memiliki lebar sayap sekitar 17 cm. Kepala prognathous mereka membawa mata majemuk yang berkembang dengan baik, antena multisegmen panjang, dan mulut pengunyah [termasuk mandibula yang sangat memanjang pada beberapa Corydalidae jantan (Gambar 10.1C)]. Tiga ocelli hadir di Sialidae tetapi tidak ada di Corydalidae. Segmen toraks berkembang dengan baik dan dapat digerakkan dengan bebas; pronotumnya lebar. Semua kaki mirip. Empat sayap membran muncul, dengan semua vena utama dan sejumlah besar vena bersilang. Sayap tidak memiliki pterostigma. Alat penyambung sayap adalah tipe jugofrenate. Abdomen terdiri dari 10 segmen dan tidak memiliki cerci. Struktur organ dalam kurang diketahui. Saluran pencernaan memiliki reservoir makanan mediodorsal; enam atau delapan tubulus Malphigi hadir; sistem sarafnya primitif dengan tiga ganglia toraks dan umumnya tujuh ganglia perut; betina memiliki jumlah ovariol panoistik (Corydalidae) atau telotrofik (Sialidae) yang bervariasi.

Larva dan Pupa.

Larva berbentuk memanjang dan pada beberapa spesies dapat mencapai panjang 8cm. Kepala prognathous berkembang dengan baik dan membawa bagian mulut untuk mengunyah. Dada memiliki tiga pasang kaki yang kuat, perut tujuh (Sialidae), atau delapan (Corydalidae) pasang insang. Kepompong adalah decticious, exarate, dan tidak tertutup dalam kepompong.

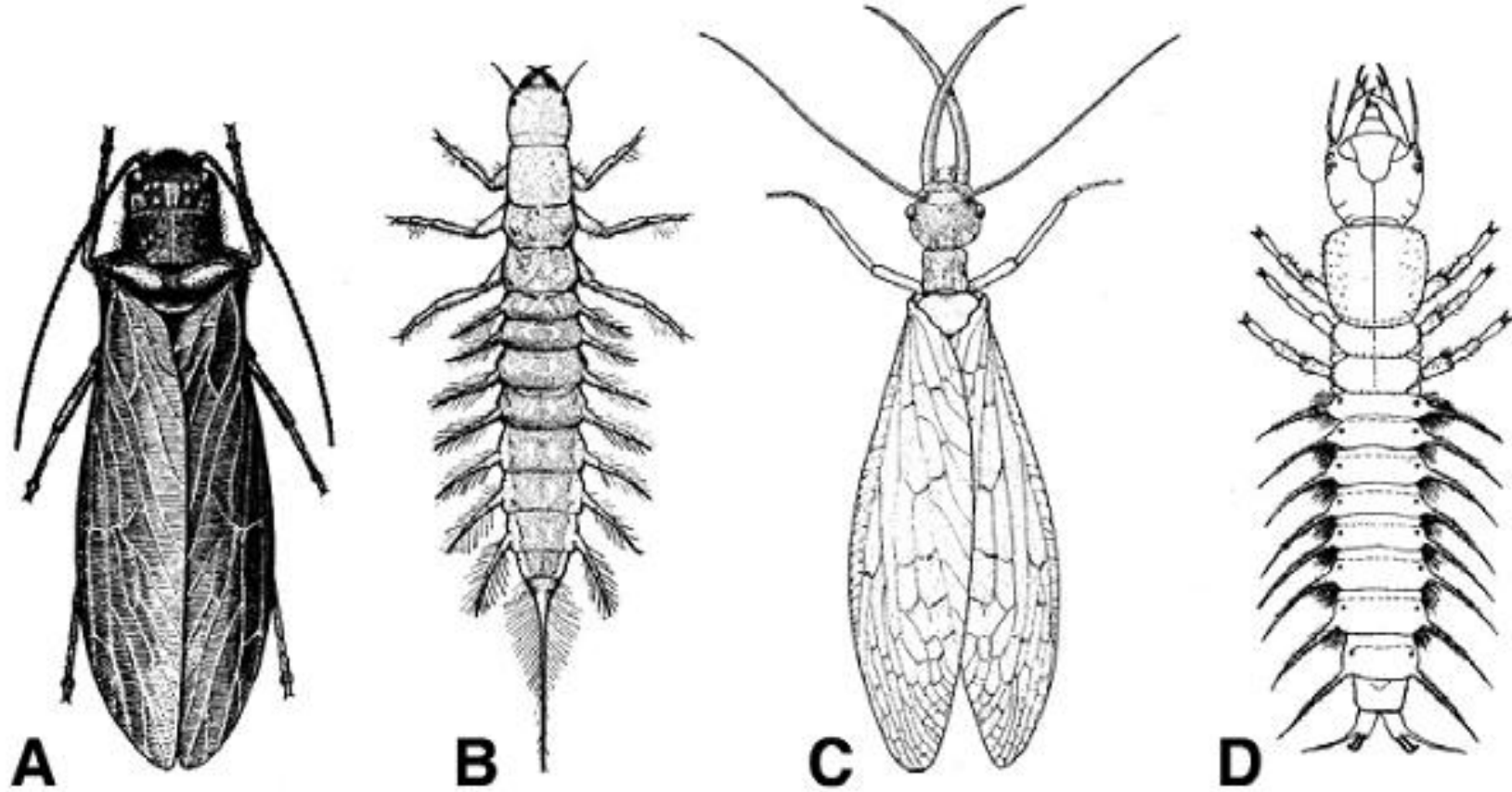


FIGURE 10.1. Megaloptera. (A) An alderfly, *Sialis mohri* (Sialidae); (B) *Sialis* sp. larva; (C) a male dobsonfly, *Corydalus cornutus* (Corydalidae); and (D) *Corydalus* sp. larva. [A, B, from H. H. Ross, 1937, *Studies of Nearctic aquatic insects. I. Nearctic alderflies of the genus Sialis* (Megaloptera, Sialidae), *Bull. Ill. Nat. Hist. Surv.* **21**(3). By permission of the Illinois Natural History Survey. D, from A. Peterson, 1951, *Larvae of Insects*, By permission of Mrs. Helen Peterson.]

Filogeni dan Klasifikasi

Megaloptera dan Neuroptera adalah kelompok saudara. Spesies yang masih ada ditempatkan dalam satu superfamili Sialoidea, yang mencakup dua famili, SIALIDAE (kutu) (Gambar 10.1A,B) dan CORYDALIDAE (lalat dobson) (Gambar 10.1C,D).

B. Raphidioptera

Sinonim: Raphidiodea, Raphidioidea (dalam urutan Neuroptera *sensu lato*)
Nama umum: snakeflies

Serangga besar mirip dengan Megaloptera tetapi dibedakan oleh "leher" memanjang; kepala dengan bagian mulut mengunyah, mata majemuk menonjol, dan antena memanjang; dada dengan dua pasang sayap identik; perut 10-segmented, cerci tidak ada, betina dengan ovipositor memanjang. Larva terrestrial dengan mulut pengunyah. Pupa dectious dan exarate. Anggota terbaru dari ordo ini, yang terdiri dari sekitar 210 spesies yang dijelaskan, hanya ditemukan di belahan bumi utara, sebagian besar antara 35° dan 50°LU.

Sekitar 100 spesies terjadi di Eropa, sebagian besar di wilayah Mediterania tetapi termasuk 4 di Inggris. Sekitar 30 spesies berada di Asia Tengah, dan 21 di barat daya Amerika Utara. Di bagian selatan jangkauan mereka, mereka ditemukan di ketinggian yang lebih tinggi (hingga 3000 m).

Struktur

Dewasa.

Snakeflies menyerupai Megaloptera tetapi mungkin dibedakan dengan "leher" memanjang yang terbentuk dari prothorax dan bagian posterior kepala yang sempit. Kepala yang prognathous memiliki sepasang mata majemuk yang menonjol, bagian mulut yang mengunyah, dan antena panjang yang beruas-ruas. Ada tiga ocelli (Raphidiidae) atau tidak ada (Inocelliidae). Sayapnya identik, dan memiliki venasi primitif dari banyak vena silang, dan pterostigma. Betina memiliki rambut panjang seperti ovipositor. Struktur internal tidak diketahui dengan baik. Tanaman memiliki reservoir makanan punggung, dan ada enam tubulus Malpighian. Sistem saraf pusat mencakup tiga ganglia toraks dan delapan ganglia perut. Testis masing-masing terdiri dari 12 folikel, ovarium masing-masing sekitar 40 ovarioles telotrofik.

Larva dan Pupa.

Larva memanjang dan memiliki kepala prognathous dengan mulut pengunyah. Kaki toraks semuanya identik. Perut tidak memiliki pelengkap. Kepompong adalah decticious, exarate, dan sangat mirip dengan dewasa.

Filogeni dan Klasifikasi

Meskipun spesies terbaru hanya terjadi di belahan bumi utara, fosil lalat ular telah ditemukan di Brasil. Anggota ordo terbaru termasuk dalam satu superfamili Raphidioidea, yang berisi dua famili, RAPHIDIIDAE (155 spesies) (Gambar 10.2) dan INOCELLIIDAE (20 spesies). Famili-famili tersebut memiliki distribusi dunia yang serupa, tetapi dalam setiap spesies famili umumnya memiliki distribusi yang terbatas. Spesies Amerika Utara terbatas pada tiga genera, *Agulla* dan *Alena* (Raphidiidae) dan *Negha* (Inocelliidae).

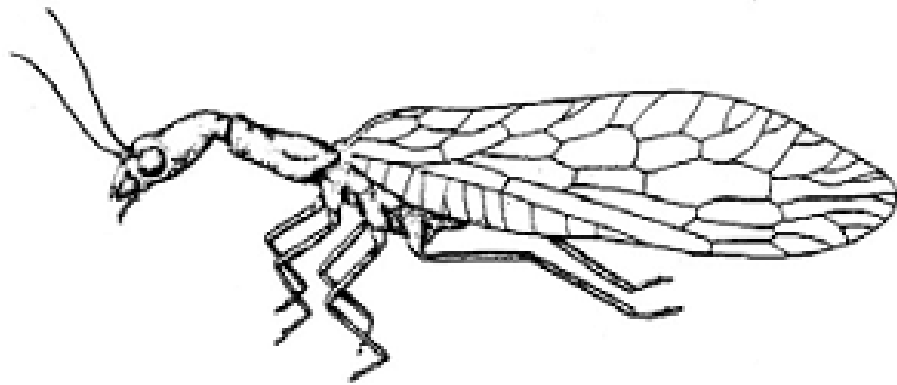


FIGURE 10.2. Raphidioptera. A snakefly, *Agulla adnixa* (Raphidiidae). [From D. J. Borror, D. M. DeLong, and C. A. Triplehorn, 1976, *An Introduction to the Study of Insects*, 4th ed. By permission of Brooks/Cole, a division of Thomson Learning.]

C. Neuroptera

Sinonim: Planipennia

Nama umum: lacewings, mantispids, antlions

Ukuran kecil hingga besar untuk serangga bertubuh lunak; kepala dengan mulut pengunyah, antena panjang beruas-ruas, dan mata majemuk yang berkembang dengan baik; dua pasang sayap identik hadir, sebagian besar spesies dengan venasi primitif dan vena bercabang dua di tepi sayap; perut 10-segmen, cerci tidak ada. Larva sebagian besar spesies terestrial dengan mulut suktorial. Pupa decticious dan exarate, tertutup dalam kepompong.

Mencakup sekitar 6000 spesies dan terwakili di semua wilayah dunia meskipun lebih beragam di iklim yang lebih hangat. Sekitar 335 spesies telah dideskripsikan dari Amerika Utara, 620 dari Australia, dan 66 dari Inggris.

Struktur

Dewasa.

Ukuran dewasa berkisar dari beberapa milimeter hingga beberapa sentimeter. Anggota dari sebagian besar spesies adalah serangga terbang lemah yang bertubuh lunak yang kepalanya memiliki sepasang mata majemuk yang berkembang dengan baik, antena panjang, multisegmentasi, dan mulut pengunyah. Ocelli tidak ada kecuali di *Osmylidae*. Pada sebagian besar spesies, kakinya identik, meskipun pada *Mantispidae* dan beberapa *Berothidae*, kaki depannya berukuran besar dan raptorial. Keempat sayapnya bermembran, berukuran kira-kira sama, dan umumnya memiliki venasi primitif. Di *Coniopterygidae*, bagaimanapun, jumlah longitudinal dan crossvein jauh berkurang. Perut 10-segmented dan tidak memiliki cerci. Struktur internal kurang diketahui. Divertikulum tanaman dorsal terjadi pada beberapa kelompok, dan ada enam atau delapan tubulus Malpighi. Tiga ganglia toraks dan tujuh perut hadir. Betina memiliki ovariol politrofik.

Larva dan Pupa.

Larva memiliki kepala prognathous dengan mulut suktorial. Setiap mandibula berbentuk sabit dan berlekuk di sisi dalam. Lacinia sangat dekat dengan alur, membentuk tabung di mana makanan larut dapat ditarik. Saluran pencernaan adalah oklusi posterior ke midgut. Tubulus Malpighi secara sekunder melekat pada ujungnya ke rektum dan mengeluarkan sutra yang digunakan larva dewasa untuk memutar kepompong apupal. Pupa decticious dan exarate, dengan mandibula fungsional.

Filogeni dan Klasifikasi

Superfamily Ithonoidea

ITHONIDAE, yang merupakan satu-satunya famili dalam kelompok ini, berisi sekitar 15 spesies ngengat seperti serangga, semuanya kecuali satu yang endemik di Australia. Mereka termasuk di antara Neuroptera yang paling primitif, dan kesamaan mereka dengan Sialidae (Megaloptera) menunjukkan bahwa mereka meninggalkan batang neuropteran utama pada waktu yang lebih awal. Beberapa penulis menyelaraskan thegroup dengan Osmyloidea.

Superfamily Coniopterygoidea

Sekitar 300 spesies dalam kelompok Neuroptera yang sangat kecil ini agak homogen ditempatkan dalam satu keluarga CONIOPTERYGIDAE. Sayap mereka ditutupi dengan eksudat tepung putih sehingga menyerupai lalat putih dan dikenal sebagai "sayap berdebu." Seperti ithonid, mereka tampak terasing dan keluarga kuno. Larva Coniopterygid sering dikaitkan dengan jenis vegetasi tertentu, menunjukkan bahwa mereka mungkin cukup spesifik mangsa, dan mereka secara aktif mencari makanan, dua fitur yang telah merangsang minat untuk menggunakannya sebagai agen kontrol biologis.

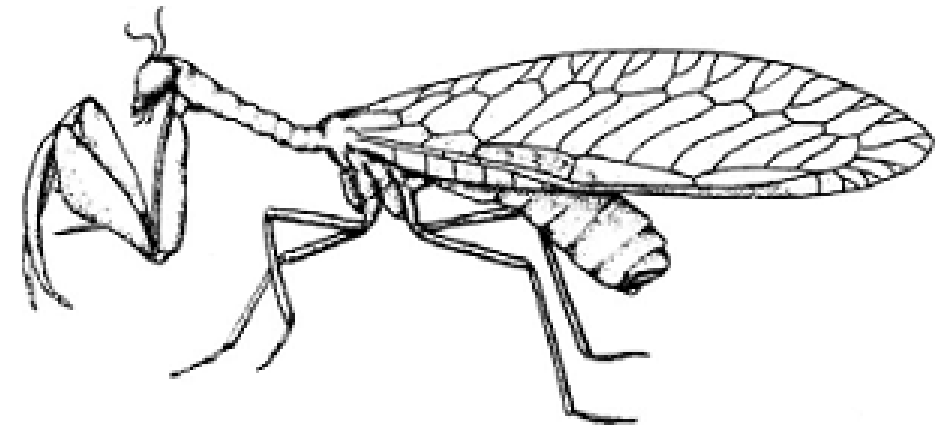
Superfamily Osmyloidea

Kemungkinan merupakan kelompok polifiletik yang saat ini terbentuk. Sekitar setengah dari 240 spesiesnya berada dalam famili OSMYLIDAE, sebagian besar kelompok Belahan Bumi Selatan. Osmylids sering ditemukan di dekat air, larva semiakuatik atau akuatik mereka memangsa artropoda kecil. SISYRIDAE (50 spesies) umumnya dikenal sebagai "spongeflies" atau "spongillaflies" karena larvanya merupakan predator obligat pada spons air tawar. Keluarga di seluruh dunia ini telah ditempatkan di Mantispoidea atau Hemerobioidea oleh beberapa penulis. DILARIDAE (40 spesies) membentuk keluarga kecil tetapi tersebar luas yang biologinya sebagian besar masih belum diketahui. Larva, yang konon mengalami hingga 12 kali ganti kulit, hidup di bawah kulit pohon yang baru saja mati. Anggota keluarga yang sangat kecil NEVRORTHIDAE (NEURORTHIDAE) memiliki distribusi yang sangat terpisah, ditemukan di Palearctic barat, Asia, dan Australia. Nevrorthis sebelumnya termasuk dalam Sisyridae, terutama berdasarkan biologi larva akuatik yang serupa. Namun, bahwa kesamaan antara kedua kelompok adalah karena konvergensi. Para penulis ini berpendapat bahwa larva Nevrorthisidae secara primitif bersifat akuatik (dan famili ini adalah kelompok saudara dari semua Neuroptera lainnya), sedangkan larva Sisyridae bersifat akuatik sekunder, famili yang berevolusi dari nenek moyang terestrial.

Superfamily Mantispoidea

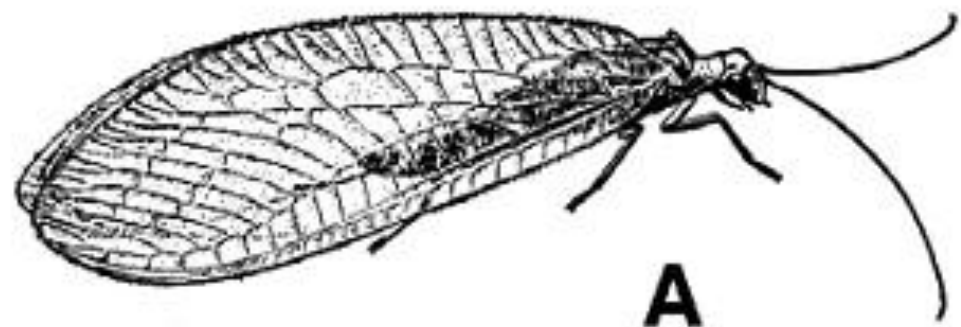
Dua famili di seluruh dunia, MANTISPIDAE (400 spesies) dan BEROOTHIDAE (70 spesies), yang membentuk kelompok ini kadang-kadang ditempatkan di Osmyloidea. Mantispid dewasa dan beberapa berothid dicirikan oleh kaki depan raptorial mereka (Gambar 10.3). Banyak larva mantispid, seperti disebutkan di atas, heteromorfik dan memakan telur laba-laba atau larva Hymenoptera sosial.

FIGURE 10.3. Mantispoidea. *Mantispa cincticornis* (Mantispidae). [From D. J. Borror, D. M. DeLong, and C. A. Triplehorn, 1976, *An Introduction to the Study of Insects*, 4th ed. By permission of Brooks/Cole, a division of Thomson Learning.]

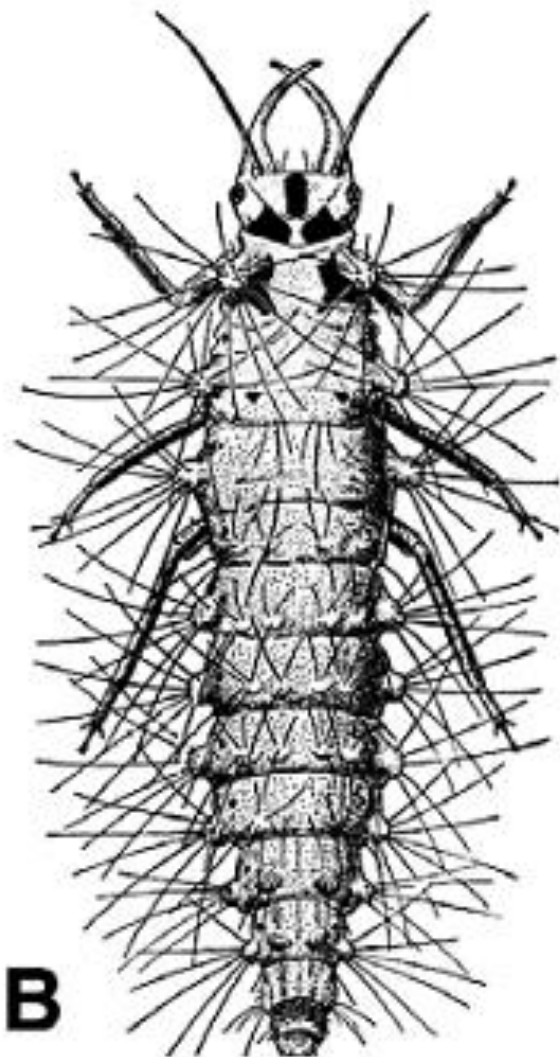


Superfamili Hemerobioidea

Sebagian besar spesies dalam kelompok ini termasuk dalam dua famili, HEMEROBIIDAE (sayap renda coklat) (500 spesies) dan CHRYSOPIDAE (sayap renda hijau) (1950 spesies). Hemerobiidae memiliki distribusi di seluruh dunia tetapi sangat umum di daerah beriklim sedang. Mereka umumnya nokturnal dan arboreal, sering dikaitkan dengan jenis pohon tertentu, di mana mereka merupakan predator penting pada artropoda kecil lainnya, terutamahomopteran. Beberapa spesies telah dipelajari potensinya sebagai agen pengendali hayati. Di antara atribut mereka adalah fekunditas tinggi, waktu pengembangan yang singkat (hingga lima generasi dalam satu musim), dan ambang suhu perkembangan yang rendah, yang terakhir memungkinkan mereka untuk berfungsi sebagai predator awal musim ketika, misalnya, Coccinellidae (kumbang wanita) dan Chrysopidae adalah tidak aktif. Chrysopidae (Gambar 10.4) adalah serangga yang familiar, sering ditemukan di rumput panjang, meskipun banyak spesies ditemukan di semak dan pohon. Nama umum lain untuk Chrysopidae dewasa adalah “stinkflies” karena kemampuannya menghasilkan hasil yang tidak sesuai atau saat ditangkap. Seperti hemerobiid, chrysopids memiliki potensi yang baik sebagai agen pengendali hayati; *Chrysopa carnea* dibudidayakan secara massal di Amerika Utara untuk menambah populasi pemangsa alami dan di Eropa untuk mengendalikan hama rumah kaca.



A



B

FIGURE 10.4. Hemerobioidea. A lacewing, *Chrysopa* sp. (Chrysopidae). (A) Adult and (B) larva. [By permission of the Illinois Natural History Survey.]

Superfamily Myrmeleontoidea

Termasuk dalam kelompok ini adalah keluarga neuropteran terbesar, MYRMELEONTIDAE (2000 spesies) (Gambar 10.5), kelompok kosmopolitan tetapi terutama umum di daerah kering di mana tanah berpasir atau gembur, terutama Mediterania timur, Asia, Afrika selatan, Australia, dan Amerika Serikat bagian selatan. Dewasa biasanya krepuskular atau nokturnal, meskipun ada beberapa spesies diurnal berwarna cerah yang secara luas menyerupai damselflies. Larva, biasa disebut "antlion", umumnya tetap tersembunyi di bawah batu atau puing-puing, atau menutupi diri mereka dengan partikel pasir, lumut, dll, dan menunggu mangsanya (serangga yang lewat). Yang lain tidak memiliki kamuflase seperti itu dan hanya bersembunyi di celah-celah atau di bawah permukaan tanah, secara aktif mengejar mangsa yang datang ke sekitar. Larva dari beberapa spesies membangun lubang, di bagian bawahnya mereka menyembunyikan diri dan menunggu mangsa jatuh. ASCALAPHIDAE (350 spesies) yang terkait erat adalah kelompok lain yang tersebar luas yang anggotanya lebih menyukai ekosistem tipe sabana. Capung dewasa dari banyak spesies secara umum mirip dengan capung baik dalam penampilan maupun kebiasaan; mereka berwarna cerah, dengan mata besar dan bagian mulut yang kuat, dan menangkap mangsanya di sayap. Lainnya lebih seperti kupu-kupu dengan sayap lebar dan antena clubbed. Larva sangat mirip dengan antlion dalam kebiasaan dan bentuknya. NEMOPTERIDAE (140 spesies) juga berasosiasi dengan daerah kering atau semi kering di dunia, kecuali Amerika Utara. Orang dewasa, yang dicirikan oleh sayap belakang mereka yang memanjang, seringkali filiform, biasanya aktif di malam hari dan memakan serangga dan serbuk sari lainnya. Larva dari banyak spesies berleher panjang, hidup di gua, di antara bebatuan, dll., di mana mereka memangsa artropoda lain. Lainnya lebih seperti antlion, hidup di bawah permukaan tanah menunggu mangsa.

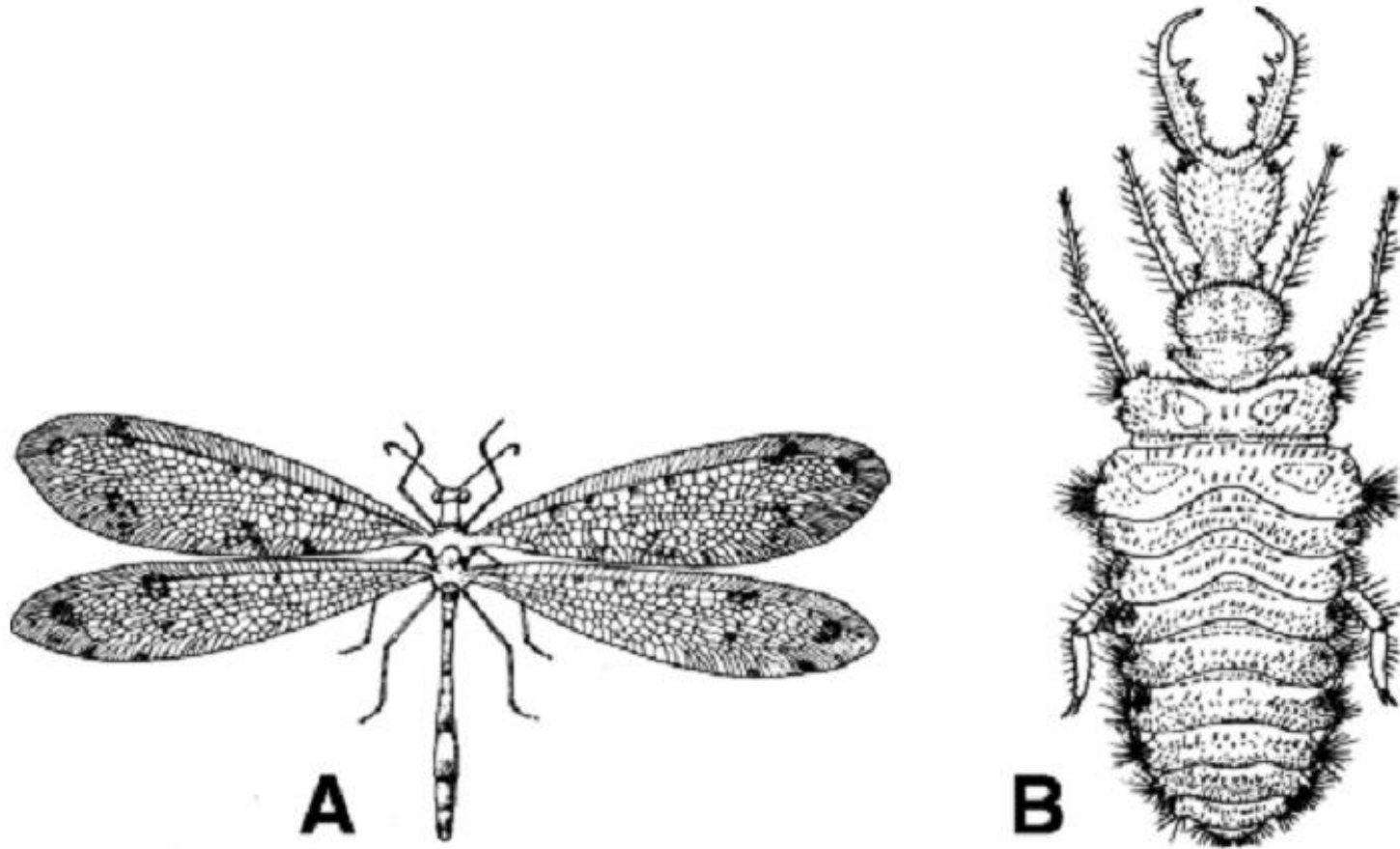


FIGURE 10.5. Myrmeleontoidea. (A) Adult antlion, *Dendroleon obsoletum* (Myrmeleontidae); and (B) *Myrmeleon* sp. (Myrmeleontidae) larva [A, from D. J. Borror, D. M. DeLong, and C. A. Triplehorn, 1976, *An Introduction to the Study of Insects*, 4th ed. By permission of Brooks/Cole, a division of Thomson Learning. B, from A. Peterson, 1951, *Larvae of Insects*. By permission of Mrs. Helen Peterson.]

D. Coleoptera

Sinonim: Eleutherata, Elytroptera

Nama umum: kumbang

Serangga yang kecil hingga sangat besar; kepala dengan mulut pengunyah dan antena yang sangat bervariasi, mata majemuk ada atau tidak ada; prothorax besar dan bebas bergerak, sayap depan termodifikasi menjadi elytra kaku yang biasanya bertemu di pertengahan punggung dan menutupi sebagian besar perut, sayap belakang berselaput dan biasanya terlipat di bawah elytra, kadang-kadang berkurang atau tidak ada; perut bervariasi. Larva dengan kepala yang berbeda dan mulut yang menggigit, dengan atau tanpa kaki toraks, jarang dengan proleg. Pupa aedeagus dan biasanya eksaserbasi, jarang terlihat.

Coleoptera adalah ordo serangga yang paling beragam, dengan lebih dari 300.000 spesies yang dijelaskan, termasuk sekitar 24.000 di Amerika Utara, 20.000 di Australia, dan 4000 di Inggris. Mereka telah menempati berbagai habitat yang menakjubkan, dengan pengecualian tunggal laut, meskipun banyak spesies hidup di pesisir. Satu-satunya fitur struktural terpenting yang berkontribusi pada kesuksesan ordo adalah pengembangan elytra (sayap depan bersklerot), yang melindungi sayap belakang saat tidak digunakan dan memungkinkan serangga menempati ruang tertutup dan habitat samar. Perkembangan penting lainnya yang terkait dengan cara hidup ini termasuk segmen coxal dari rongga kaki, perataan tubuh, dan peningkatan proporsi permukaan tubuh yang mengalami sklerotisasi yang sangat penting dalam melindungi serangga dari predator dan penyakit. Spirakel tersembunyi di rongga subelytral, sehingga kehilangan air dari sistem trakea berkurang secara signifikan, memungkinkan kumbang untuk menyerang lingkungan yang gersang. Kebanyakan kumbang adalah phytophagous, termasuk lebih dari 135.000 spesies hanya dalam dua superfamilies, Chrysomeloidea dan Curculionoidea. Evolusi kedua kelompok ini, dan kekayaan spesiesnya, tampaknya terkait erat dengan evolusi Angiospermae.

Struktur

Dewasa.

Di antara Coleoptera yang masih hidup adalah beberapa yang terbesar dan terkecil dari Insecta baru-baru ini. Scarabaeid *Dynastes hercules* panjangnya mencapai 16 cm, berbeda dengan banyak Ptiliidae yang berukuran 0,5 mm atau kurang. Kepala, yang secara primitif prognathous tetapi kadang-kadang hypognathous, biasanya sangat sclerotized dan bentuknya bervariasi. Mata majemuk ada atau tidak ada; kadang-kadang mereka begitu besar untuk bertemu baik di punggung maupun di perut, dan di beberapa Scarabaeoidea dan Gyrinidae mereka dibagi menjadi wilayah atas dan bawah. Ocelli (tidak pernah lebih dari dua) tidak ada di sebagian besar spesies. Antena biasanya memiliki 11 segmen, tetapi panjang dan bentuknya sangat bervariasi. Bagian mulut biasanya dari tipe pengunyah, tetapi struktur tepatnya bervariasi. Pada banyak spesies, mandibula secara seksual dimorfik, menjadi sangat besar dan sering bercabang pada jantan. Protoraks adalah segmen toraks terbesar dan biasanya cukup mobile. Mesothorax kecil dan metathorax relatif besar, kecuali pada spesies yang sayap belakangnya mengecil atau tidak ada. Sayap depan dimodifikasi sebagai elytra keras yang bertemu di garis tengah tetapi tidak menyatu kecuali pada spesies yang tidak memiliki sayap belakang. Sayap metatoraks adalah membran dan biasanya lebih panjang dari elytra di mana mereka dilipat secara longitudinal dan transversal saat tidak digunakan. Kaki biasanya semua serupa, meskipun satu atau lebih pasangan dapat dimodifikasi untuk kinerja fungsi tertentu. Jumlah segmen perut yang terlihat bervariasi. Pada dasarnya ada 10 segmen, meskipun yang pertama jauh berkurang, dan dua atau tiga terakhir direduksi dan/atau dicermati di dalam yang lebih anterior.

Larva dan Pupa.

Bentuk umum larva kumbang sangat bervariasi, meskipun pada semua spesies kepala berkembang dengan baik dan sclerotized, dan segmen dada dan perut (biasanya 10, jarang 9 atau 8) mudah dibedakan. Kaki toraks ada atau tidak ada; proleg perut tidak ada. Empat jenis larva dasar ditemukan, bentuk campodei, eruciform, scarabaeiform, dan apodous. Dalam beberapa famili, misalnya Meloidae, hipermetamorfosis terjadi ketika larva melewati keempat bentuk selama perkembangannya. Kepompong selalu lincah dan di sebagian besar spesies eksaserbasi, meskipun di Coccinellidae, sebagian besar Staphylinidae, dan beberapa kelompok lain mereka terlihat.

Filogeni dan Klasifikasi

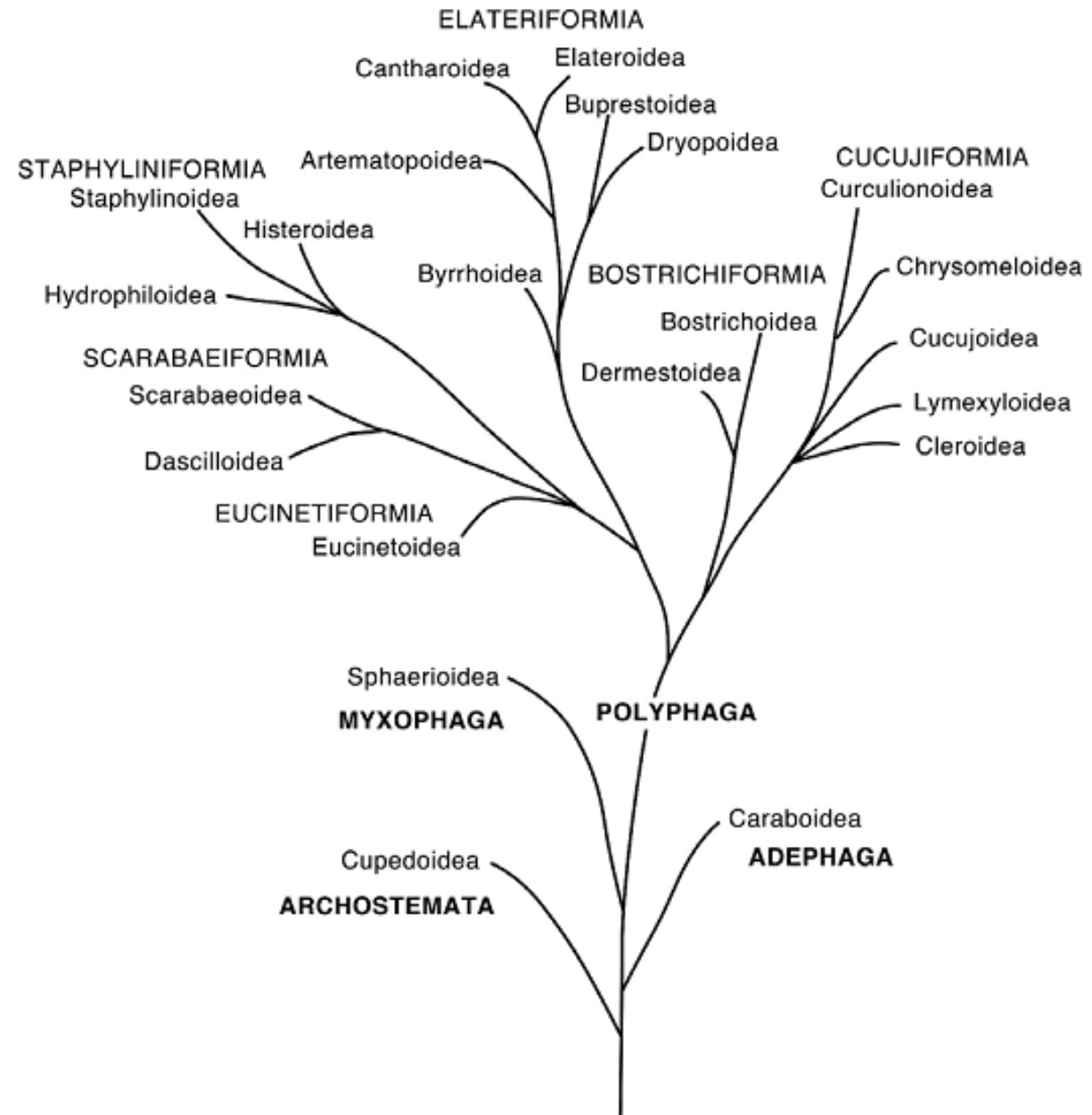


FIGURE 10.6. Proposed phylogeny of the Coleoptera. [After R. A. Crowson, 1981, *The Biology of the Coleoptera*. By permission of Academic Press, Inc., New York, and the author.]

Subordo Archostemata

Archostemata dewasa memiliki karakter sebagai berikut: sayap dengan bagian distal melingkar saat istirahat; sayap belakang dengan sel oblongum; sulkus notopleural hadir di prothorax; dan koksa belakang tidak terfiksasi secara permanen pada metasternum. Larva memiliki kaki beruas lima dengan satu atau dua cakar dan mandibula dengan area molar. Urogomphi tidak ada. Kurang dari 30 spesies kumbang terkandung dalam subordo ini, semuanya dalam superfamili Cupedoidea. Tiga keluarga diakui. OMMATIDAE (enam spesies) terjadi di Australia, Amerika Selatan, dan Italia. CUPEDIDAE (21 spesies) ditemukan di semua benua dan sebagian besar pulau besar. Orang dewasa berumur pendek dan beberapa memakan serbuk sari; larva berumur panjang dan melahirkan kayu yang dipenuhi jamur. MICROMALTHIDAE hanya mencakup satu spesies *Micromalthus debilis*, yang hidup di kayu yang membusuk. Ini asli Amerika Utara tetapi telah disebarkan melalui perdagangan ke Amerika Selatan, Afrika Selatan, Kuba, Hawaii, dan Hong Kong.

Subordo Myxophaga

Myxophaga adalah kumbang kecil dengan antena clubbed, prothorax dengan sulkus notopleural, dan sayap belakang yang memiliki lonjong dan pinggiran rambut panjang dan melingkar apikal. Larva bersifat akuatik dan memiliki mandibula dengan area molar. Crowson (1955) mengusulkan subordo ini untuk empat famili, berjumlah sekitar 60 spesies, yang sebelumnya termasuk dalam Polyphaga. Keempat famili tersebut adalah LEPICERIDAE (dua spesies di Meksiko dan Amerika Selatan bagian utara), TORRIDINCOLIDAE (25 spesies di Amerika Selatan, Afrika tengah dan selatan, dan Madagaskar), MICROSPORIDAE (18 spesies di Amerika Utara dan Tengah, Eropa, Asia, Australia, dan Madagaskar), dan HYDROSCAPHIDAE (13 spesies di Amerika Utara, Asia, Afrika Utara, dan Madagaskar). Biologi semua keluarga kurang diketahui. Orang dewasa ditemukan di tepi sungai, kadang-kadang di zona percikan. Mereka dan larva air mereka tampaknya memakan alga yang tumbuh di permukaan batu. Beberapa spesies Hydroscaphidae telah dikumpulkan di sumber air panas.

Subordo Adephaga

Subordo Adephaga termasuk kumbang dengan ciri-ciri berikut: sayap belakang dengan oblongum; sulkus notopleural pada prothorax; coxae belakang melekat pada metasternum; testis berbentuk tabung dan melingkar; dan ovariol politrofik. Larva memiliki kaki beruas lima dengan satu atau dua cakar. Mandibula mereka tidak memiliki area molar. Urogomphi tersegmentasi hadir di sebagian besar spesies. Subordo monofiletik yang tidak diragukan ini mencakup satu superfamili Caraboidea, yang sebagian besar anggotanya adalah kumbang predator, dengan hanya beberapa spesies, yang kedua adalah phytophagous, mycophagous, atau algophagous. Anggota superfamili secara tradisional dibagi menjadi dua bagian, Geadephaga (bentuk terestrial) dan Hydradephaga (bentuk akuatik), pengaturan yang telah mendapat dukungan dari analisis kladistik dan studi molekuler. Geadephaga berisi keluarga RHYSODIDAE dan CARABIDAE (yang terakhir, mungkin parafiletik, dibagi menjadi banyak keluarga oleh beberapa koleopter). Rhysodidae adalah kumbang hitam kecil yang hidup di kayu busuk yang terinfeksi jamur pada tahap dewasa dan larva. Sekitar 150 spesies diketahui, sebagian besar dari daerah yang lebih hangat. Sebaliknya, sekitar 30.000 spesies Carabidae telah dideskripsikan dari seluruh belahan dunia. Sekitar 80% di antaranya termasuk dalam subfamili CARABINAE (kumbang tanah), yang, seperti namanya, hidup di tanah, di bawah batu atau kulit kayu, atau di batang kayu. Elytra sering menyatu bersamadan sayapnya berhenti berkembang. Baik orang dewasa maupun larva adalah karnivora, dan beberapa spesies sangat diuntungkan melalui penghancuran hama Lepidoptera. *Calosoma sycophanta* (Gambar 10.7A,B) diperkenalkan ke Amerika Serikat dari Eropa pada awal 1900-an untuk pengendalian ngengat gipsi dan ekor coklat. Anggota subfamili CICINDELINAE (kumbang harimau) (Gambar 10.7C) berwarna cerah, predator rakus. Larva biasanya adalah predator penyergap yang hidup di terowongan vertikal di tanah, jarang di kayu. Kepala mereka yang rata membentuk sumbat di bukaan terowongan tempat mereka menunggu mangsa yang lewat. Subfamili terdiri dari sekitar 2000 spesies dan terutama tropis atau subtropis. Di antara beberapa keluarga Hydradephaga adalah HALIPLIDAE, DYTISCIDAE, dan GYRINIDAE. Haliplidae (Gambar 10.7D) merupakan keluarga kumbang air yang kecil (200 spesies) tetapi tersebar luas dan umum. Orang dewasa umumnya merangkak di antara ganggang hijau yang mereka (dan larva) makan, meskipun mereka bisa berenang. Dytiscidae (Gambar 10.7E,F) berisi sekitar 3000 spesies dan sangat umum di wilayah paleartik. Baik orang dewasa maupun larva adalah predator. Gyrinidae (Gambar 10.7G,H), dengan sekitar 700 spesies, termasuk kumbang whirligig yang sudah dikenal, dikenali dengan mata majemuk yang terbagi menjadi bagian atas dan bawah dan kebiasaan mereka berenang secara massal dalam lingkaran rapat di permukaan air.

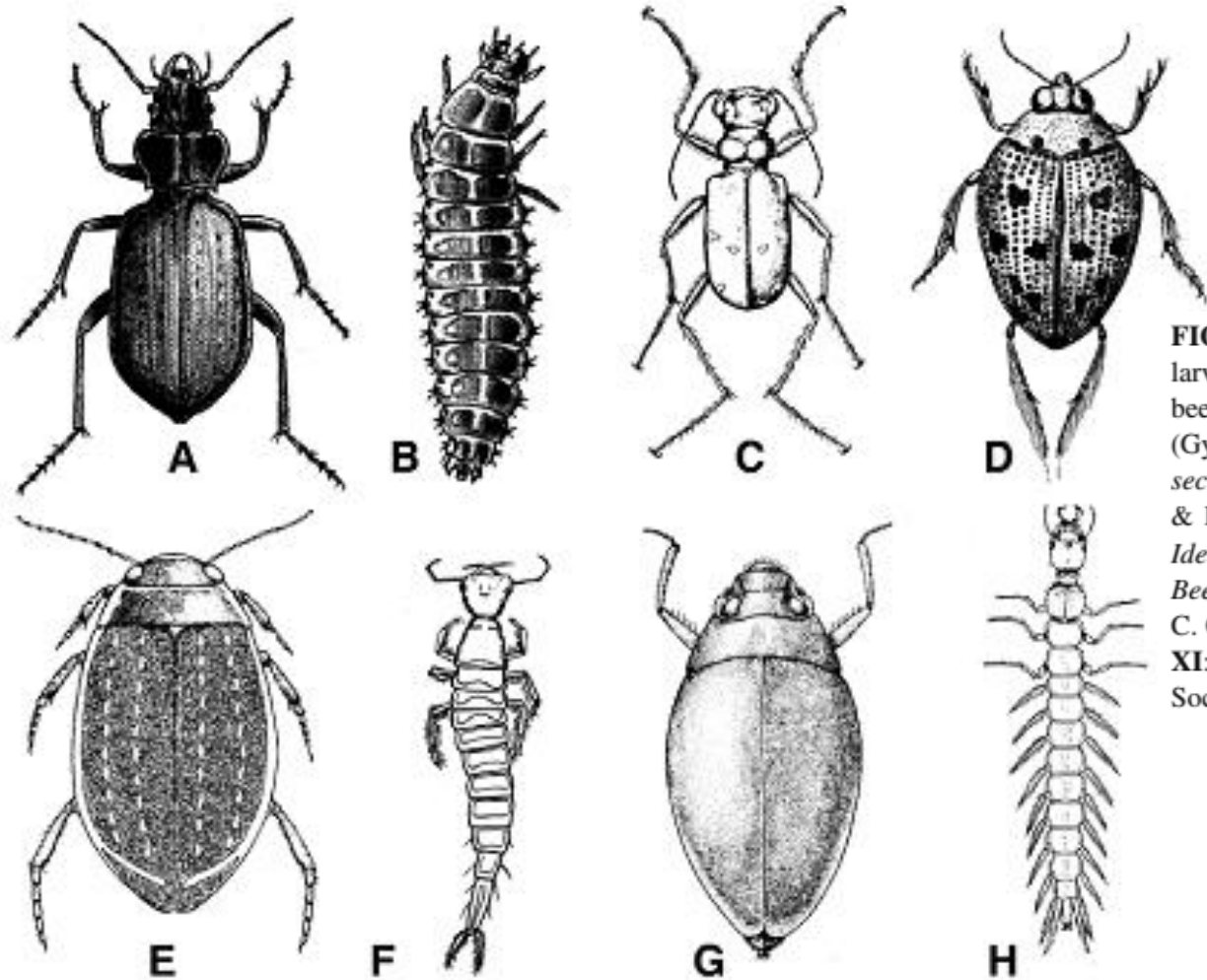


FIGURE 10.7. Caraboidea. (A) A ground beetle, *Calosoma sycophanta* (Carabidae); (B) *C. sycophanta* larva; (C) a tiger beetle, *Cicindela sexguttata* (Carabidae); (D) *Peltodytes edentulus* (Haliplidae); (E) a diving beetle, *Dytiscus verticalis* (Dytiscidae); (F) *Dytiscus* sp. larva; (G) a whirligig beetle, *Dineutes americanus* (Gyrinidae); and (H) *D. americanus* larva [A, B, from L. A. Swan and C. S. Papp, 1972, *The Common Insects of North America*. Copyright 1972 by L. A. Swan and C. S. Papp. Reprinted by permission of Harper & Row, Publishers, Inc. C, D, from R. H. Arnett, Jr., 1968, *The Beetles of the United States (A Manual for Identification)*. By permission of the author. F, from E. S. Dillon and L. S. Dillon, 1972, *A Manual of Common Beetles of Eastern N. America*. By permission of Dover Publications, New York. H, from A. G. Böving and F. C. Craighead, 1930, An illustrated synopsis of the principal larval forms of the order Coleoptera, *Entomol. Am. XI*:1–351. Published by the Brooklyn Entomological Society. By permission of the New York Entomological Society.]

Subordo Polifaga

Kumbang dari subordo Polyphaga memiliki sayap belakang yang tidak memiliki lonjong dan tidak pernah melingkar ke distal. Tidak ada sulkus noto pleura dari protoraks, koksa belakang dapat digerakkan, testis tidak berbentuk tabung dan melingkar, dan ovariol bersifat akrotrofik. Kaki larva beruas empat (tanpa tarsus) ditambah cakar tunggal, vestigial, atau tidak ada. Mandibula larva mungkin atau mungkin tidak memiliki area molar. Dalam Polyphaga enam seri utama (garis evolusi) dapat dikenali (Gambar W 10.6). Crowson (1960) menyarankan bahwa radiasi adaptif pertama dari Polyphaga terjadi di Trias ketika tiga saham leluhur memiliki asal-usul mereka: staphyliniform, eucinetoid, dan dermestoid. Yang pertama memunculkan Staphyliniformia modern. Kelompok eucinetoid berevolusi menjadi Eucinetiformia, Scarabaeiformia, dan Elateriformia, dan kelompok dermestoid adalah nenek moyang dari Bostrichiformia dan Cucujiformia. Seri terakhir mencakup lebih dari setengah dari total spesies kumbang dan oleh karena itu dapat dianggap sebagai kelompok yang paling berkembang pesat dalam ordo tersebut.

Seri Staphyliniformia

Tiga superfamilies termasuk dalam seri Staphyliniformia: Histeroidea, Hydrophiloidea, dan Staphylinoidea. Hydrophiloidea tampaknya menjadi kelompok yang paling primitif.

Superfamily Hydrophiloidea

Lebih dari 80% dari 2400 spesies yang termasuk dalam Hydrophiloidea termasuk dalam famili HYDROPHILIDAE (Gambar 10.8), yang sebagian besar anggotanya adalah kumbang air, beberapa mirip dengan Dytiscidae. Namun, orang dewasa adalah pemulung daripada pemangsa, biasanya tidak bersandar ke bawah di permukaan kolam, dan, saat berenang, gerakkan kaki mereka secara bergantian daripada serempak. Larva bersifat predator. Beberapa hidrofilik bersifat terestrial, tetapi terbatas pada tempat-tempat lembab, misalnya, bahan tanaman yang membusuk atau kotoran.

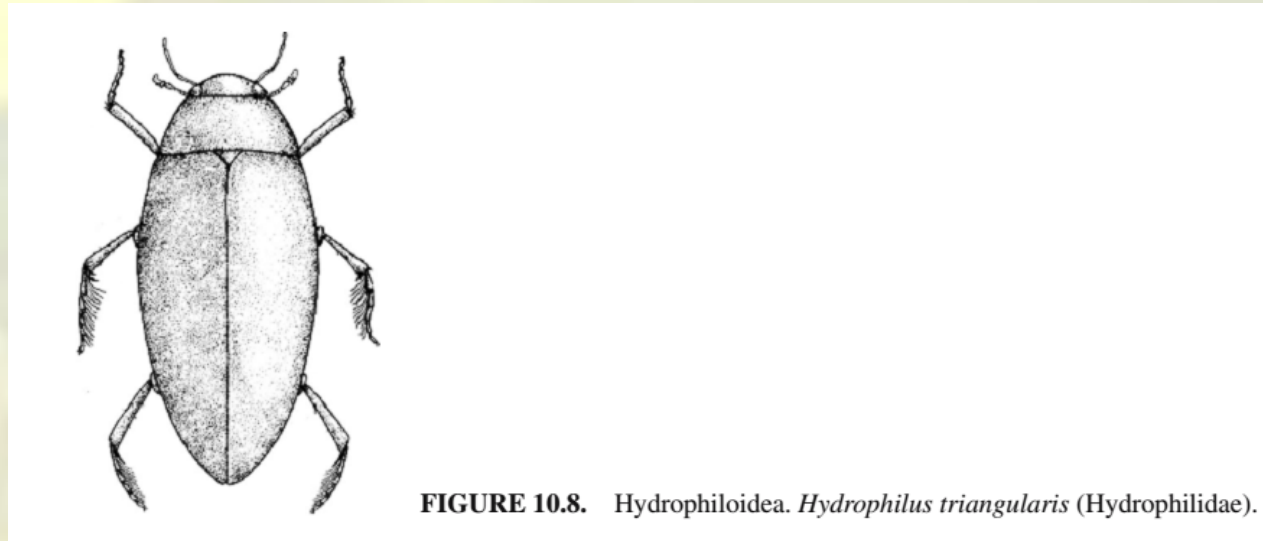


FIGURE 10.8. Hydrophiloidea. *Hydrophilus triangularis* (Hydrophilidae).

Superfamily Histeroidea

Hampir semua dari sekitar 3000 spesies Histeroidea ditempatkan dalam famili HISTERIDAE (Gambar 10.9), baik yang dewasa maupun larva yang memakan serangga lain. Kumbang hitam kecil yang biasanya mengkilat dengan elytra pendek (yang membuat satu atau dua segmen perut terakhir terbuka) ini ditemukan di bawah kulit kayu, di bahan hewani atau sayuran yang membusuk termasuk kotoran, atau di sarang semut, tempat mereka menghasilkan zat penenangan di atas tubuh mereka untuk mendapatkan penerimaan oleh tuan rumah mereka.

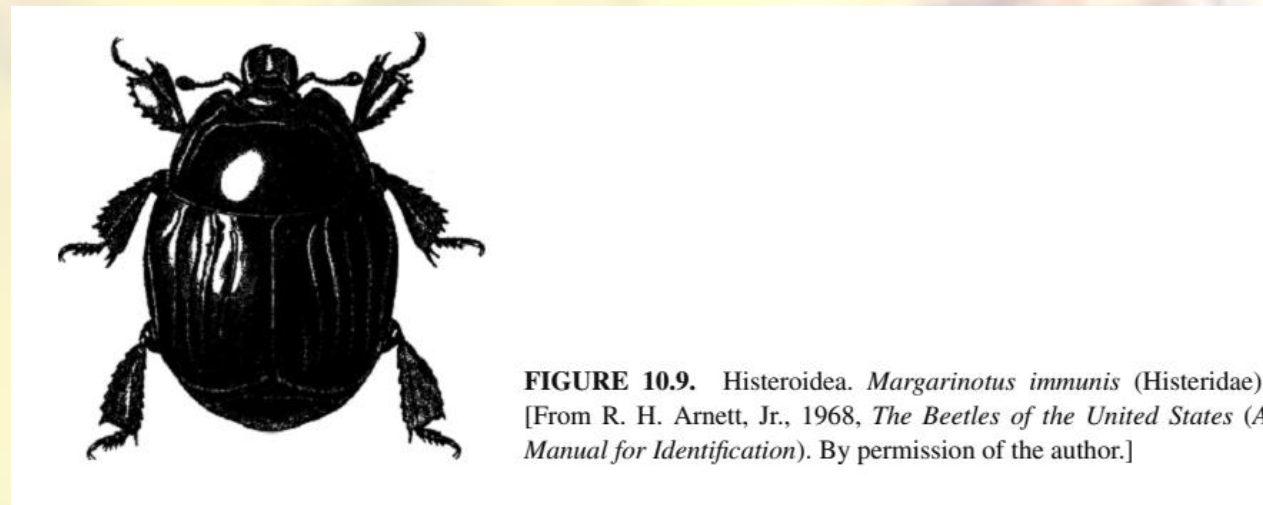


FIGURE 10.9. Histeroidea. *Margarinotus immunis* (Histeridae).
[From R. H. Arnett, Jr., 1968, *The Beetles of the United States (A Manual for Identification)*. By permission of the author.]

Superfamily Staphyloidea

Superfamili Staphyloidea yang sangat besar berisi hampir 40.000 spesies, spesies dewasa dicirikan oleh elytra pendek yang luar biasa yang membuat sekitar setengah bagian perut terlihat. Sekitar 30.000 spesies ini termasuk dalam famili STAPHYLINIDAE (kumbang jelajah) (Gambar 10.10A), sekelompok kebiasaan yang sangat beragam. Sebagian besar tampaknya karnivora atau saprofit, meskipun detail yang tepat dari kebiasaan makan mereka tidak diketahui. Mereka muncul di banyak tempat, misalnya, di hewan atau sayuran yang membusuk, di bawah batu atau kulit kayu, di bunga, di bawah rumput laut, di lumut atau jamur, dan di sarang burung, mamalia, dan serangga sosial. PSELAPHIDAE (sekitar 5.000 spesies) sangat mirip dengan kumbang rove baik secara morfologis maupun dalam kebiasaan. Mereka ditemukan, apalagi, di habitat yang sama. SCYDMAENIDAE dewasa (2000 spesies), berbeda dengan dua famili di atas, telah mengembangkan elytra sepenuhnya. Pemangsa berbulu kecil hingga kecil ini terlihat seperti semut (Gambar 10.10B), ditemukan di bawah batu, di humus, atau terkadang di sarang semut. ANISOTOMIDAE (LEIODIDAE) membentuk famili dari sekitar 2000 spesies kumbang yang ditemukan di bahan organik yang membusuk, di bawah kulit kayu, dll. Sejumlah spesies telah beradaptasi untuk hidup di gua.

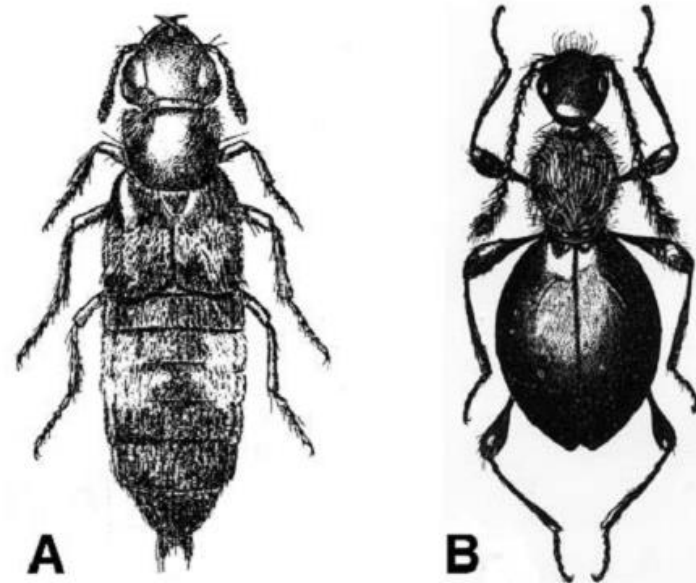


FIGURE 10.10. Staphyloidea. (A) The hairy rove beetle, *Staphylinus maxillosus villosus* (Staphylinidae); and (B) an antlike stone beetle, *Euconnus clavipes* (Scydmaenidae). [From R. H. Arnett, Jr., 1968, *The Beetles of the United States (A Manual for Identification)*. By permission of the author.]

Seri Eucinetiformia

Superfamili Eucinetoidae

Sekitar 90% dari hampir 700 spesies dalam kelompok ini milik SCIRTIDAE (=HELODIDAE), keluarga di seluruh dunia dengan keragaman terbesar di daerah beriklim sedang. Cacing dewasa biasanya ditemukan pada vegetasi dekat air, sedangkan larva menempati berbagai habitat air yang tenang dan kadang-kadang basah, kayu yang membusuk di mana mereka adalah filter feeder pada alga, diatom, jamur, dan bahan organik lainnya.

Seri Scarabaeiformia

Superfamili Scarabaeoidea

Dari hampir 28.000 spesies dalam superfamili Scarabaeoidea, sekitar 25.000 termasuk dalam famili SCARABAEIDAE. Orang dewasa dapat dikenali oleh segmen terminal lamelata dari antena mereka. Banyak kumbang umum milik keluarga, termasuk kotorankumbang (SCARABAEINAE=COPRINAE) (Gambar 24.3), cockchafers (Mei atau Junebugs) (MELOLONTHINAE) (Gambar 10.11B), kumbang daun bersinar (dikenal sebagai kumbang Natal di Australia) (RUTELINAE), dan kumbang gajah (badak) yang besar dan mencolok (DYNASTINAE) (Gambar 10.11A). Kebanyakan scarabaeids memakan bahan organik yang membusuk, terutama kotoran, pada tahap dewasa dan remaja, meskipun ada banyak variasi tema ini. Larva dari beberapa spesies memakan akar tanaman di bawah tanah dan beberapa hidup di sarang rayap. Orang dewasa sering memakan nektar, dedaunan, atau buah, atau mereka tidak makan sama sekali. Keluarga LUCANIDAE (kumbang rusa) (Gambar 10.11C) mencakup sekitar 1200 spesies di mana dewasa dimorfik secara seksual. Mandibula laki-laki sangat besar, meskipun pentingnya hal ini tidak dipahami. Larva umumnya memakan kayu yang membusuk. Orang dewasa terutama nektar, kadang-kadang dedaunan, pengumpan. PASSALIDAE membentuk keluarga yang tinggal di hutan tropis dengan sekitar 500 spesies. Sejumlah besar kumbang ini sering ditemukan di batang kayu yang sama, dan tampaknya kumbang dewasa membantu memberi makan larva dengan mengunyah sebagian kayu busuk sebelumnya. GEOTRUPIDAE (600 spesies) adalah keluarga di seluruh dunia yang ditemukan terutama di daerah yang lebih kering. Kumbang, yang sering memiliki tanduk mencolok di kepala dan protoraks, menggali liang yang mereka makan (biasanya jamur, tetapi beberapa spesies menggunakan kotoran atau bahan organik yang membusuk) sebelum bertelur.

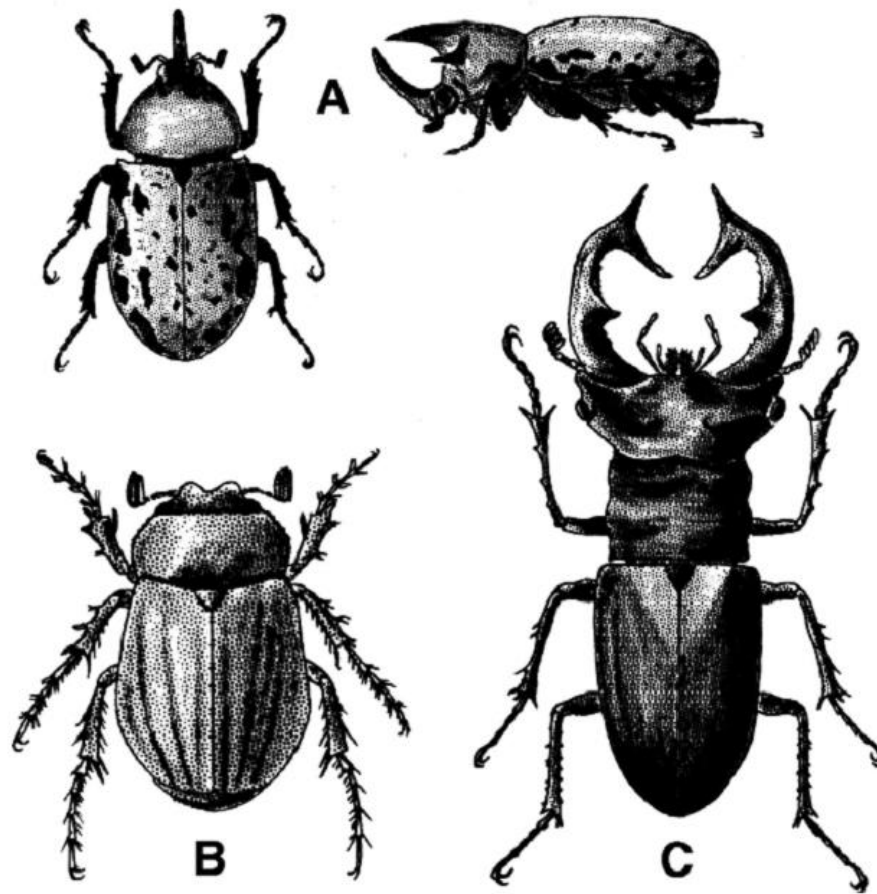


FIGURE 10.11. Scarabaeoidea. (A) A male rhinoceros beetle, *Dynastes tityus* (Scarabaeidae); (B) a May beetle, *Phyllophaga rugosa* (Scarabaeidae); and (C) the giant stag beetle, *Lucanus elaphus* (Lucanidae). [From L. A. Swan and C. S. Papp, 1972, *The Common Insects of North America*. Copyright 1972 by L. A. Swan and C. S. Papp. Reprinted by permission of Harper & Row Publishers, Inc.]

Superfamili Dascilloidea

DASCILLIDAE (70 spesies) ditemukan di daerah lembab di Amerika Utara bagian barat, Eropa, Asia Tenggara, dan Australia; dewasa hidup di bunga, larva di tanah tempat mereka memakan bahan organik. KARUMIIDAE (10 spesies) terdapat di daerah yang lebih kering di Amerika Utara dan Selatan, Afrika Utara, dan Asia Kecil, dan berasosiasi dengan rayap. Betina tidak bersayap. RHIPICERIDAE (50 spesies) hidup di Amerika Utara dan Selatan, Afrika bagian timur dan selatan, Eropa bagian selatan, Asia, dan Australia. Sedikit yang diketahui tentang kebiasaan mereka meskipun satu spesies adalah parasit jangkrik.

Seri Elateriformia

Crowson (1960) menyarankan bahwa Elateriformia dan Scarabaeiformia mungkin memiliki nenek moyang yang sama yang mungkin mirip dengan Dascillidae baru-baru ini dalam bentuk umum tetapi yang semi-akuatik dalam kebiasaan dan memakan alga. Crowson menunjukkan bahwa berbeda dengan Adephaga, Staphyliniformia, dan Cucujiformia, di mana hidup larva pendek dan umur dewasa panjang, pada larva Elateriformia berumur panjang dan dewasa berumur pendek, sering tidak mengambil makanan protein. Jadi, adaptasi larva biasanya lebih penting daripada orang dewasa. Dalam seri enam superfamilies diakui.

Superfamily Byrrhoidea

300 spesies Byrrhoidea ditempatkan dalam famili BYRRHIDAE (kumbang pil). Keluarga ini sebagian besar terbatas pada daerah beriklim sedang, di mana orang dewasa dan larva biasanya memakan lumut dan lumut hati. Beberapa spesies menyamarkan diri dengan meniru kotoran mamalia.

Superfamili Dryopoidea Sebagian besar sedikit lebih dari 2100 spesies Dryopoidea adalah sub akuatik atau akuatik. Orang dewasa umumnya hidup di lumpur atau di vegetasi di tepi kolam atau sungai meskipun ELMIDAE benar-benar akuatik, hidup di air mengalir dan memperoleh oksigen melalui plastron atau gelembung udara (lihat Bab 15, Bagian 4.2). Larva juga akuatik dan menunjukkan sejumlah adaptasi untuk cara hidup ini. Dari sembilan famili yang termasuk dalam kelompok Crowson (1981), Elmidae merupakan yang terbesar dengan 700 spesies dan terdapat di seluruh dunia. PTILODACTYLIDAE (300 spesies) terutama tropis; dewasa ditemukan di dedaunan, larva di serasah daun, kayu busuk, dan puing-puing di tepi sungai. HETEROCERIDAE (300 spesies) membentuk kelompok di seluruh dunia yang hidup di terowongan yang dibangun di pasir lumpur di tepi sungai atau kolam. Mereka memakan ganggang, diatom, dll.

Superfamily Buprestoidea

Sebanyak 15.000 spesies Buprestoidea ditempatkan dalam satu famili BUPRESTIDAE (Gambar 10.12). Mereka umumnya dikenal sebagai "kumbang permata" karena warnanya yang biasanya cemerlang. Famili ini sangat umum di hutan di mana orang dewasa ditemukan pada bunga, sedangkan larva, yang biasa disebut penggerek berkepala datar karena protoraksnya yang melebar dan pipih (Gambar 10.12B), kadang-kadang dapat menjadi hama yang serius saat mereka mengebor kayu (hidup atau mati) atau tanaman herba di mana mereka menyebabkan galls.

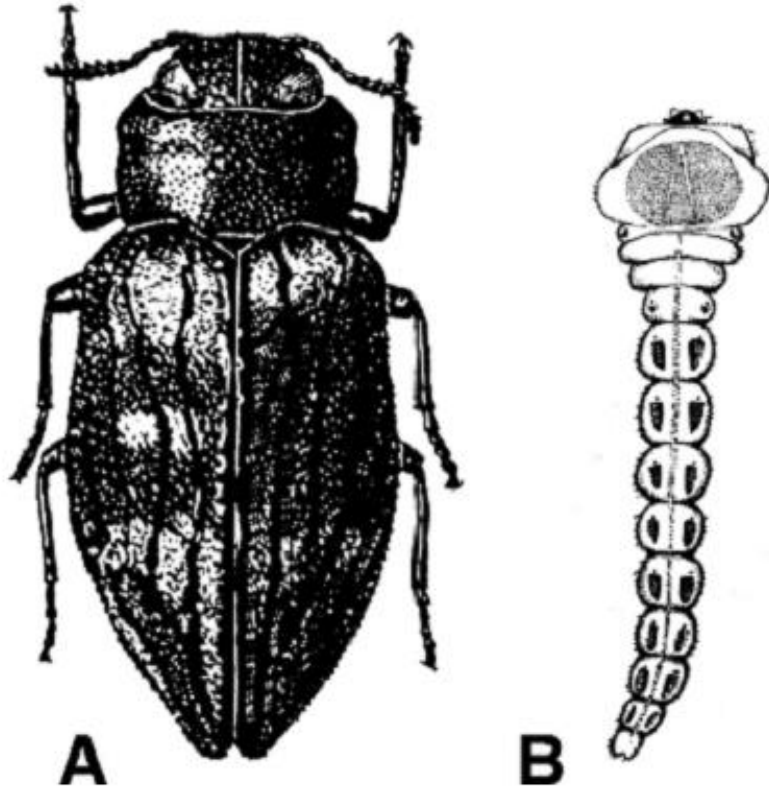


FIGURE 10.12. Buprestoidea. (A) *Chrysobothris femorata* (Buprestidae); and (B) *Chrysobothris* sp. larva. [A, from E. S. Dillon and L. S. Dillon, 1972, *A Manual of Common Beetles of Eastern N. America*. By permission of Dover Publications, New York. B, from A. D. Imms, 1957, *A General Textbook of Entomology*, 9th ed., (revised by O. W. Richards and R. G. Davies). Methuen and Co.]

Superfamily Artematopoidea

Seperti yang dibangun oleh Crowson (1981), kelompok ini mencakup tiga famili, CALLIRHIPIDAE (150 spesies, di seluruh dunia), ARTEMATOPIDAE (60 spesies, holarctic, Central dan Amerika Selatan), dan BRACHYPSECTRIDAE (3 spesies, Amerika Utara bagian barat, India selatan, dan Malaysia). Penulis lain menempatkan keluarga ini di Byrrhoidea atau Dryopoidea, Elateroidea, dan Cantharoidea, masing-masing.

Superfamily Elateroidea

Sekitar 9000 dari sekitar 10.500 spesies Elateroidea milik keluarga kosmopolitan ELATERIDAE (Gambar 10.13), yang dewasa dan larvanya masing-masing dikenal sebagai kumbang klik dan cacing kawat. Orang dewasa ditemukan di bunga atau di bawah kulit kayu. Larva hidup di tanah, serasah, kayu busuk, dll., dan bersifat fitofag (sering menyebabkan kerusakan luas pada tanaman sereal, kacang-kacangan, kapas, dan kentang), saprofit, atau predator, memperoleh makanannya dalam bentuk cair setelah pencernaan ekstra oral. EUCNEMIDAE (1200 spesies) adalah kelompok lain yang tersebar luas, terutama umum di daerah Tropis, yang anggotanya, seperti elaterid, mengeluarkan bunyi klik saat mereka menjentikkan diri ke udara sehingga kadang-kadang disebut kumbang klik palsu. Larva terdapat pada kayu yang membusuk dan kemungkinan besar memakan jamur atau jamur lendir.

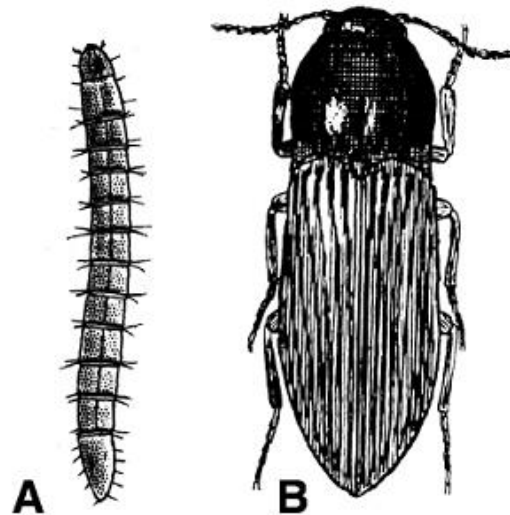


FIGURE 10.13. Elateroidea. The wheat wireworm, *Agriotes mancus* (Elateridae). (A) Larva and (B) adult. [From L. A. Swan and C. S. Papp, 1972, *The Common Insects of North America*. Copyright 1972 by L. A. Swan and C. S. Papp. Reprinted by permission of Harper & Row Publishers, Inc.]

Superfamily Cantharoidea

Hampir 11.000 spesies Cantharoidea diketahui, sebagian besar dikelompokkan ke dalam tiga famili. Keluarga CANTHARIDAE di seluruh dunia (Gambar 10.14A) berisi sekitar 5000 spesies kumbang bertubuh lunak, umumnya berbulu, umumnya dikenal sebagai kumbang tentara dan ditemukan pada bunga tempat mereka memakan serbuk sari dan nektar. Larva dalam kebiasaan minyak dan sampah di mana mereka sebagian besar predator. Sekitar 2000 spesies LAMPYRIDAE (kunang-kunang) (Gambar 10.14B) terkenal karena kemampuannya, baik pada tahap dewasa maupun remaja, untuk menghasilkan cahaya. Fitur ini memiliki signifikansi seksual yang jelas pada serangga dewasa. Namun, tujuannya sama sekali tidak jelas pada tahap larva dan kepompong, Sivinski (1981) menyarankan bahwa itu mungkin suatu bentuk warna peringatan terhadap pemangsa. Pada orang dewasa, cahaya dihasilkan oleh sel-sel khusus di perut; pada larva dan pupa, seluruh tubuhnya bercahaya samar-samar. LYCIDAE (kumbang bersayap jaring) (3500 spesies) (Gambar 10.14C) berwarna cerah, kumbang menjijikkan yang ditemukan di batang pohon atau dedaunan. Mereka biasanya ditiru oleh serangga lain, terutama ngengat, lalat, tawon, dan kumbang lainnya. Larva hidup di tanah atau serasah, atau di bawah kulit kayu, di mana mereka memakan tumbuh-tumbuhan yang membusuk dan, mungkin, jamur lendir dan ragi.

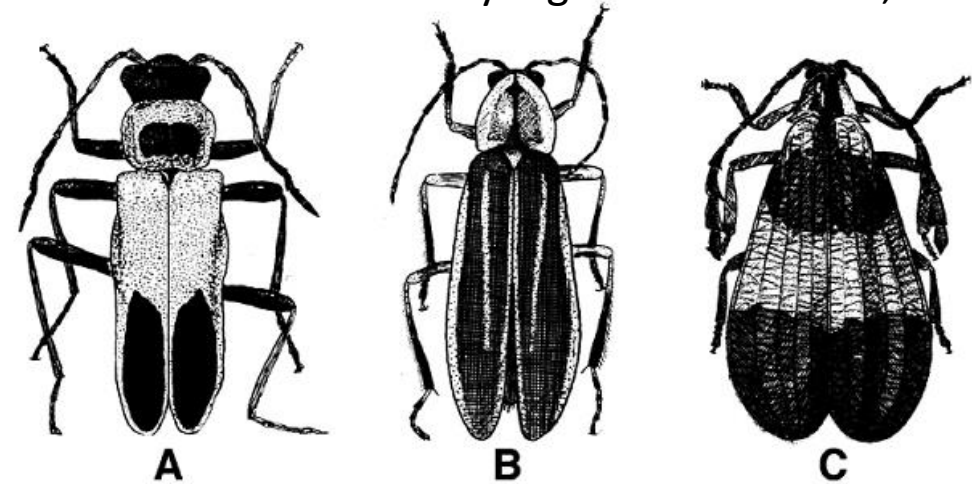


FIGURE 10.14. Cantharoidea. (A) A soldier beetle, *Chauliognathus pennsylvanicus* (Cantharidae); (B) a firefly, *Photuris pennsylvanica* (Lampyridae); and (C) a net-winged beetle, *Calopteron reticulatum* (Lycidae). [From E. S. Dillon and L. S. Dillon, 1972, *A Manual of Common Beetles of Eastern N. America*. By permission of Dover Publications, New York.]

Seri Bostrichiformia

Seperti yang saat ini terbentuk, ini kemungkinan merupakan kelompok parafiletik, dan hubungan di antara dan di dalam taksa yang lebih tinggi tidak dipahami dengan baik, terutama susunan Dermestoidea dan hubungannya dengan Cucujiformia.

Superfamily Dermestoidea

Sebagian besar dari 900 atau lebih spesies Dermestoidea termasuk dalam famili DERMESTIDAE (kumbang kulit dan karpet) (Gambar 10.15), kelompok yang berisi sejumlah spesies kosmopolitan yang penting secara ekonomi. Orang dewasa dapat ditemukan pada bunga, memakan nektar dan serbuk sari, atau pada makanan larva. Larva adalah pemulung pada berbagai bahan tumbuhan dan hewan termasuk bulu, kulit, wol, spesimen museum, pakaian, karpet, dan berbagai makanan seperti bacon dan keju. Dermestes, Anthrenus, Attagenus, dan Trogoderma merupakan genus yang mengandung spesies penting secara ekonomi.

Superfamily Bostrichoidea

Sekitar setengah dari 2800 spesies Bostrichoide termasuk dalam famili ANOBIIDAE, yang termasuk kumbang "pengawas kematian", disebut demikian karena suara ketukan yang mereka buat saat mereka melahirkan dianggap sebagai tanda kematian di masa depan di rumah. Sebagian besar spesies adalah penggerek kayu pada tahap larva, tetapi orang dewasa meninggalkan kayu untuk tujuan kawin. Beberapa spesies tidak hidup di kayu tetapi menyerang produk yang disimpan seperti produk sereal dan tembakau. Spesies yang penting secara ekonomi termasuk kumbang furnitur kosmopolitan, Anobium punctatum, dan kumbang toko obat atau kumbang biskuit, Stegobium paniceum (Gambar 10.16A). Keluarga terkait PTINIDAE (kumbang laba-laba) (Gambar 10.16B), dengan sekitar 450 spesies, termasuk tidak ada bentuk penggerek kayu, tetapi hanya kumbang yang berasosiasi dengan makanan yang disimpan, dan bahan hewani atau nabati yang dikeringkan: BOSTRICHIDAE (sekitar 450 spesies) (Gambar 10.16C) terutama mengebor kayu yang ditebang atau kayu kering. Orang dewasa menyerupai skolitid tetapi mungkin dibedakan oleh kepala mereka yang sangat terdefleksi dan pronotum seperti serak. Spesies Lyctusa umumnya dikenal sebagai kumbang bubuk, karena mereka biasanya mengurangi kayu kering tempat mereka menggali menjadi bubuk. Rhizopertha dominica (penggerek biji-bijian yang lebih kecil) adalah hama utama dari biji-bijian yang disimpan.

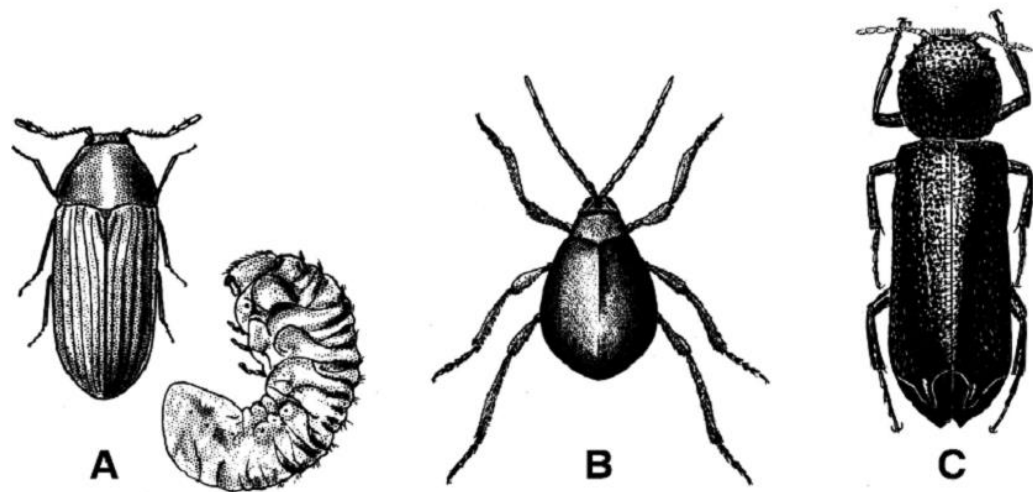


FIGURE 10.16. Bostrichoidea. (A) The drugstore beetle, *Stegobium paniceum* (Anobiidae) adult and larva; (B) the humpbacked spider beetle, *Gibbium psylloides* (Ptinidae); and (C) the apple twig borer, *Amphicerus hamatus* (Bostrichidae). [A, B, from L.A. Swan and C. S. Papp, 1972, *The Common Insects of North America*. Copyright 1972 by L. A. Swan and C. S. Papp. Reprinted by permission of Harper & Row Publishers, Inc. C, from E. S. Dillon and L. S. Dillon, 1972, *A Manual of Common Beetles of Eastern N. America*. By permission of Dover Publications, New York.]

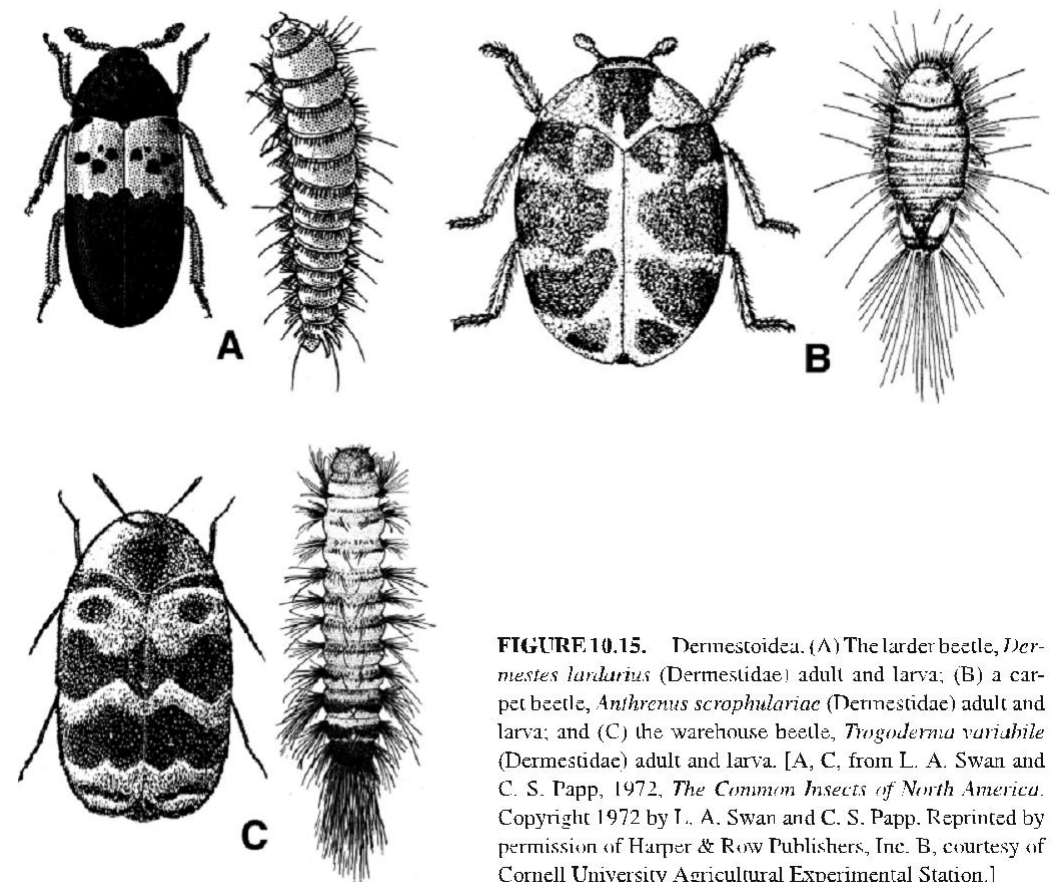


FIGURE 10.15. Dermestoidea. (A) The larder beetle, *Dermestes lardarius* (Dermestidae) adult and larva; (B) a carpet beetle, *Anthrenus scrophulariae* (Dermestidae) adult and larva; and (C) the warehouse beetle, *Trogoderma variabile* (Dermestidae) adult and larva. [A, C, from L. A. Swan and C. S. Papp, 1972, *The Common Insects of North America*. Copyright 1972 by L. A. Swan and C. S. Papp. Reprinted by permission of Harper & Row Publishers, Inc. B, courtesy of Cornell University Agricultural Experimental Station.]

Seri Cucujiformia

Dalam kelompok Cucujiformia yang sangat besar tetapi monofiletik ada lima superfamili. Tiga W dari ini, Cleroidea, Lymexyloidea, dan Cucujoidea, dianggap sebagai kelompok "primitif" atau "lebih rendah" jika dibandingkan dengan dua lainnya, Chrysomeloidea dan Curculionoidea.

Superfamily Cleroidea

Superfamili ini terdiri dari sekitar 10.000 spesies, lebih dari 4000 di antaranya milik keluarga tropis CLERIDAE (Gambar 10.17B). Kumbang kotak-kotak, seperti clerid umumnya dikenal karena pola warnanya yang mencolok, adalah kumbang berbulu yang terutama ditemukan di batang pohon atau di mana mereka memangsa serangga lain, terutama larva kumbang skolitid. Beberapa spesies ditemukan dalam produk simpanan dengan kandungan lemak tinggi, misalnya ham, keju, dan kopra. MELYRIDAE (Gambar 10.17A) (5000 spesies) ditemukan di seluruh dunia tetapi sangat beragam di wilayah Mediterania.

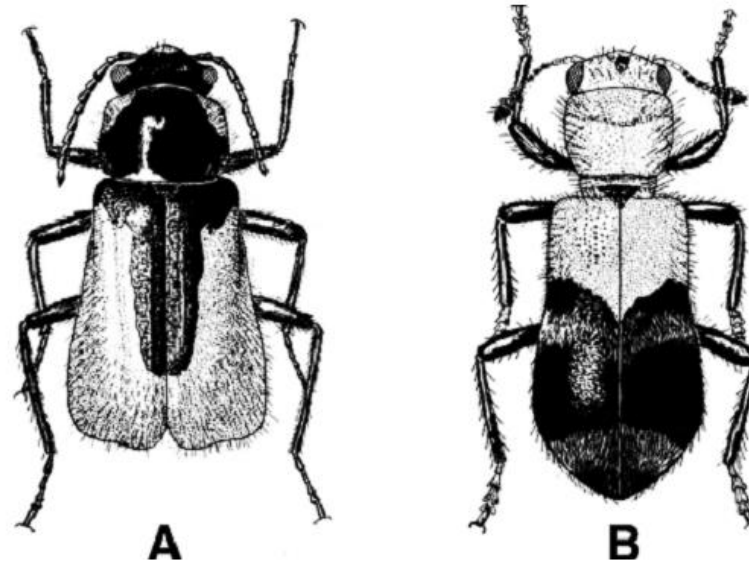


FIGURE 10.17. Cleroidea. (A) A soft-winged flower beetle, *Malachius aeneus* (Melyridae); and (B) a checkered beetle, *Enoclerus nigripes* (Cleridae). [From E. S. Dillon and L. S. Dillon, 1972, *A Manual of Common Beetles of Eastern N. America*. By permission of Dover Publications, New York.]

Superfamily Lymexyloidea

Lymexyloidea adalah kelompok kurang dari 50 spesies, yang semuanya ditempatkan dalam satu keluarga, LYMEXYLIDAE. Baik serangga dewasa maupun larva adalah serangga memanjang yang mengebor di tunggul pohon dan batang L yang mulai membusuk. Mereka memakan jamur yang tumbuh di terowongan, pemindahan jamur ke lokasi baru dipengaruhi oleh betina yang membawa spora dalam kantong di dekat ujung ovipositor mereka. Crowson (1981) memasukkan Strepsiptera (Bagian 6) dalam hal ini superfamili, sebagai keluarga Stylopidae. Bukti lemah yang mendukung pengaturan ini telah ditinjau oleh Lawrence dan Newton (1982).

Superfamily Cucujoidea

Meskipun tidak diberi nomor oleh Chrysomeloidea dan Curculionoidea dalam istilah spesies, Cucujoidea adalah superfamili kumbang yang paling beragam yang ditunjukkan oleh sejumlah besar famili (lebih dari 50) yang dikandungnya. Sebagian besar relatif kecil, yaitu mengandung kurang dari 500 spesies, dan sebagian besar dari sekitar 45.000 spesies dalam superfamili terkandung dalam beberapa keluarga yang sangat besar yang diuraikan di bawah ini. Crowson (1981) membagi superfamili menjadi dua bagian, Clavicornia dan Heteromera, yang oleh penulis lain (misalnya, Lawrence dan Britton, 1991) dinaikkan ke tingkat superfamili, yaitu Cucujoidea (sensu stricto) dan Tenebrionoidea. Di dalam Clavicornia, NITIDULIDAE (kumbang getah) (Gambar 10.18A) (3000 spesies) merupakan salah satu famili yang paling beragam dalam hal kebiasaan mereka.

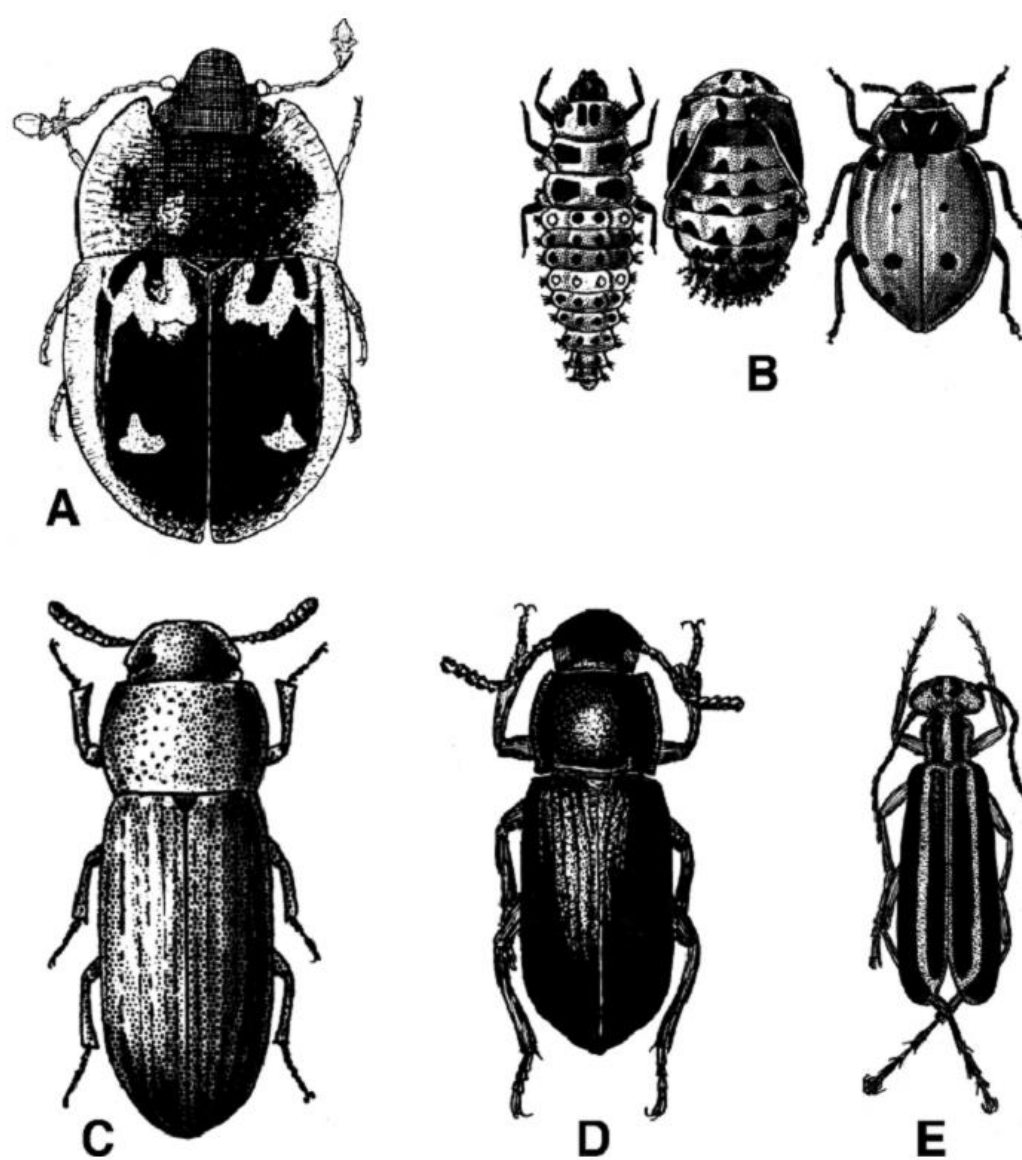


FIGURE 10.18. Cucujoidea. (A) A sap beetle, *Prometopia sexmaculata* (Nitidulidae); (B) larva, pupa, and adult of the convergent ladybug, *Hippodamia convergens* (Coccinellidae); (C) the confused flour beetle, *Tribolium confusum* (Tenebrionidae); (D) adult of the yellow mealworm, *Tenebrio molitor* (Tenebrionidae); and (E) the striped blister beetle, *Epicauta vittata* (Meloidae). [A, D, E, from E. S. Dillon and L. S. Dillon, 1972, *A Manual of Common Beetles of Eastern N. America*. By permission of Dover Publications, New York. B, C, from L. A. Swan and C. S. Papp, *The Common Insects of North America*. Copyright 1972 by L. A. Swan and C. S. Papp. Reprinted by permission of Harper & Row Publishers, Inc.]

Superfamily Chrysomeloidea

Meskipun kelompoknya hampir sebesar Cucujoidea, superfamili Chrysomeloidea jauh lebih seragam, dibagi oleh Crowson (1981) menjadi lima famili, dua di antaranya sangat besar, dan dua kecil. Baik orang dewasa maupun larva adalah fitofag atau xylophagous.

CERAMBYCIDAE (35.000 spesies) umumnya dikenal sebagai kumbang bertanduk panjang (Gambar 10.19A). Keluarga, yang sebagian besar tropis tetapi memiliki perwakilan di seluruh dunia, mengandung beberapa serangga terbesar, dengan beberapa spesies dewasa lebih dari 7 cm (tidak termasuk antena). Kelompok ini mencakup dua hama kosmopolitan, kumbang kacang, *Bruchus pisorum*, yang memakan kacang polong yang sedang tumbuh, meskipun tidak disimpan (yaitu, dikeringkan), dan kumbang kacang, *Acanthoscelides obtectus* (Gambar 10.19B), yang memakan kacang dan kacang polong, baik di lapangan atau di penyimpanan. Di sisi lain, dua spesies *Acanthoscelides* Meksiko telah diimpor ke Australia untuk pengendalian biologis tanaman sensitif raksasa, *Mimosa pigra*. Sekitar 35.000 spesies CHRYSOMELIDAE (kumbang daun) telah dideskripsikan. Orang dewasa sering cerah kumbang berwarna yang memakan dedaunan dan bunga. Larva bervariasi dalam kebiasaan mereka. Mereka mungkin memakan daun atau batang yang terbuka, atau menambangnya. Beberapa hidup di bawah tanah dan memakan akar. Yang lain tinggal di sarang semut dan beberapa di air. Famili ini mencakup sejumlah besar spesies hama, mungkin yang paling terkenal adalah kumbang kentang Colorado, *Leptinotarsa decemlineata* (Gambar 10.19C), yang termasuk dalam subfamili CHRYSOMELINAE. Sebagian besar spesies hama, bagaimanapun, berada di subfamili GALERUCINAE dan ALTICINAE. Misalnya, *Acalymma vittata*, kumbang mentimun belang, pada tahap dewasa memakan berbagai cucurbit dan, sebagai larva, pada akar berbagai tanaman. Spesies ini diketahui berperan sebagai vektor penyakit tertentu yang menyebabkan layu.

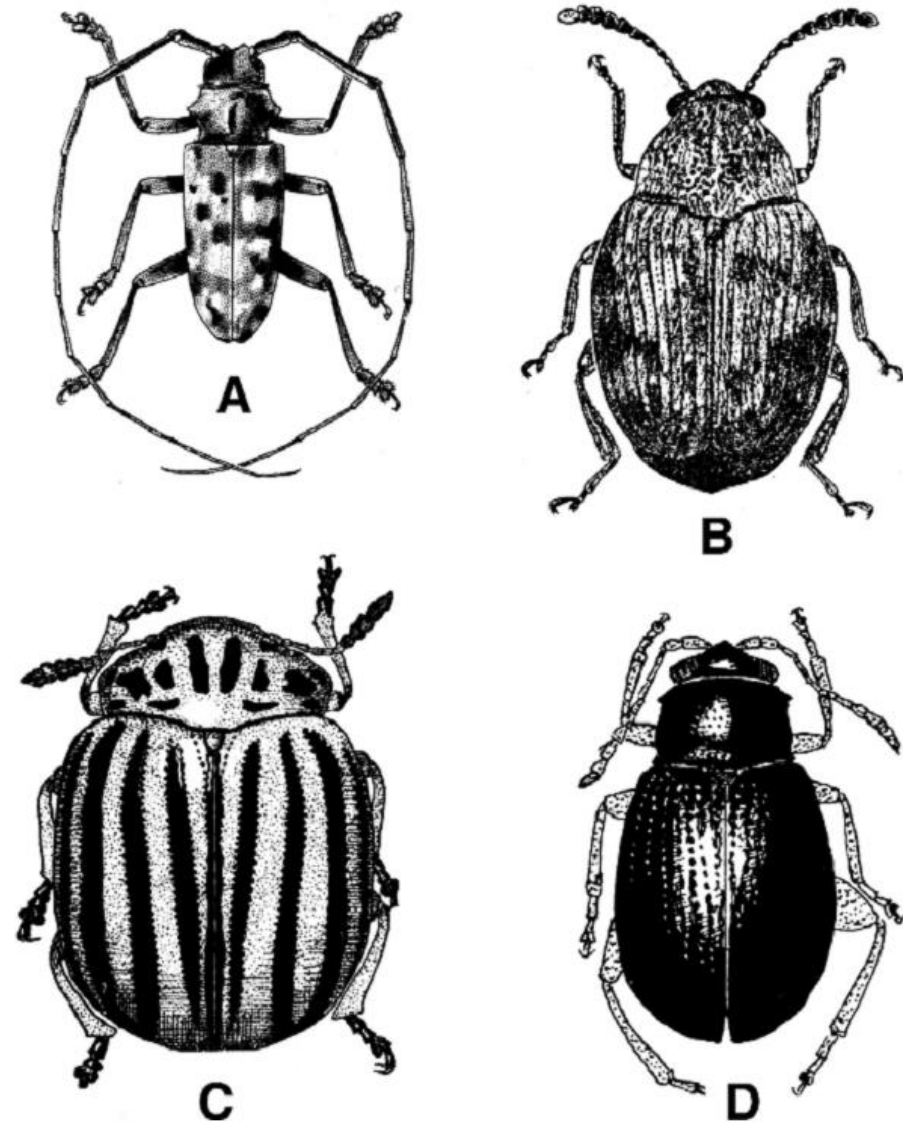
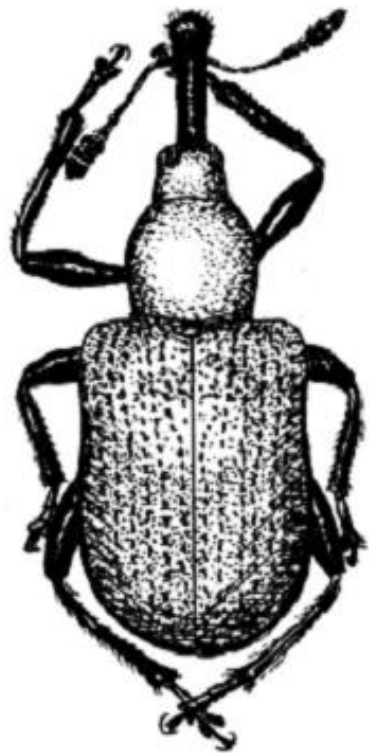


FIGURE 10.19. Chrysomeloidea. (A) The spotted pine sawyer, *Monochamus maculosus* (Cerambycidae); (B) the bean weevil, *Acanthoscelides obtectus* (Bruchidae); (C) the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Chrysomelidae); and (D) the potato flea beetle, *Epitrix cucumeris* (Chrysomelidae). [A, from L. A. Swan and C. S. Papp, 1972, *The Common Insects of North America*. Copyright 1972 by L. A. Swan and C. S. Papp. Reprinted by permission of Harper & Row Publishers, Inc. B, from R. H. Arnett, Jr., 1968, *The Beetles of the United States (A Manual for Identification)*. By permission of the author. C, D, from E. S. Dillon and L. S. Dillon, 1972, *A Manual of Common Beetles of Eastern N. America*. By permission of Dover Publications, New York.]

Superfamili Curculionoidea

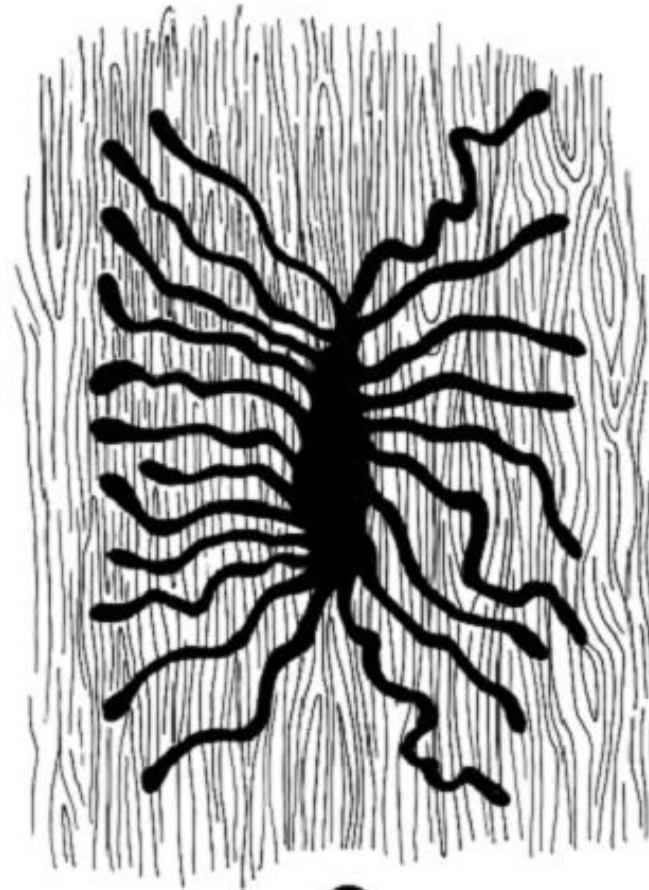
Kebanyakan Curculionoidea dewasa mudah dikenali dengan pemanjangan kepala hingga membentuk rostrum yang di ujungnya terdapat bagian mulut. Diperkirakan bahwa superfamili sudah mencakup lebih dari 57.000 spesies yang dideskripsikan, sekitar 50.000 di antaranya termasuk dalam famili CURCULIONIDAE (kumbang, kumbang moncong) (Gambar 10.20A). Pengaturan sejumlah besar spesies ini ke dalam subfamili dan taksa dengan peringkat lebih rendah mungkin merupakan masalah utama untuk sistematika coleopteran pada saat ini. Beberapa pihak berwenang mengakui lebih dari 100 subfamili, meskipun beberapa di antaranya diberi status keluarga oleh orang lain. Hampir semua kejahatan kita adalah fitofag, dan semua bagian tumbuhan dieksploitasi. Orang dewasa mengebor biji, buah, dan bagian tumbuhan lainnya. Larva biasanya makan di dalam tanaman atau secara eksternal di bawah tanah. Tidak mengherankan, kelompok ini mencakup sejumlah besar hama, misalnya, lumbung dan kumbang padi, *Sitophilus* (=Calandra) *granarius* dan *S. oryzae*, masing-masing, yang menyerang biji sereal, kacang polong, dan kacang-kacangan, dan berbagai spesies *Anthonomus*, yang paling terkenal adalah *A. grandis*, kumbang buah kapas, yang menyerang kapas. Dua subfamili yang membutuhkan penyebutan khusus adalah PLATYPODINAE (penggerek lubang jarum) dan SCOLYTINAE (kumbang kulit kayu, kumbang ambrosia) (Gambar 10.20B), keduanya sering diberi peringkat famili. Anggota dari dua kelompok ini adalah penggerek kayu dan, tidak seperti kebanyakan kumbang, kumbang dewasa tidak memiliki mimbar yang berkembang dengan baik. Di kedua subfamili kumbang umumnya hidup di bawah kulit pohon di mana mereka membangun pola karakteristik terowongan (Gambar 10.20C). Banyak spesies menyerang pohon yang sehat, yang mereka sandang dan bunuh. Kumbang biasanya memakan jamur, yang mereka tanam di terowongan. Di Amerika Utara Penyakit elm Belanda ditularkan oleh kumbang kulit kayu elm Eropa yang lebih kecil, *Scolytus multistriatus*, diperkenalkan ke Amerika Serikat sekitar tahun 1900-an, dan oleh kumbang kulit kayu elm asli, *Hylurgopinus rufipes*.



A



B



C

FIGURE 10.20. Curculionoidea. (A) The rose curculio, *Rhynchites bicolor* (Curculionidae); (B) the shothole borer, *Scolytus rugulosus* (Curculionidae); and (C) boring pattern of *S. rugulosus* [A, B, from E. S. Dillon and L. S. Dillon, 1972, *A Manual of Common Beetles of Eastern N. America*. By permission of Dover Publications, New York. C, from L. A. Swan and C. S. Papp, 1972, *The Common Insects of North America*. Copyright 1972 by L. A. Swan and C. S. Papp. Reprinted by permission of Harper & Row Publishers, Inc.]

E. Strepsiptera

Sinonim: Stylopida

Nama umum: stylopoids

Jantan hidup bebas; bagian mulut mengalami degenerasi, antena mencolok dan pipih; sayap depan mengecil, metathorax dan sayap belakang berkembang dengan baik, kaki depan dan tengah kurang trokanter. Betina larviform dan vivipar, biasanya parasitoid dan tertutup puparium; dengan tiga sampai lima bukaan genital segmental sekunder. Larva heteromorfik; pupa adecticous dan exarate pada jantan, ditekan pada betina kecuali Mengenillidae.

Strepsiptera adalah ordo yang berisi sekitar 560 spesies yang dijelaskan dari serangga yang paling khusus, yang jantan hidup bebas, betina biasanya parasitoid, dan larva selalu demikian pada serangga lain. Urutan telah dicatat dari semua wilayah geografi utama dan mencakup lebih dari 100 spesies di Amerika Utara, sekitar 30 di Australia, dan 15 di Inggris.

Struktur

Jantan dewasa.

Jantan (Gambar 10.21A) berukuran kecil (panjang 1,5–4,0 mm) dan biasanya berwarna hitam atau kecoklatan. Kepala sangat berbeda dengan antena pipih dan mata majemuk seperti buah beri yang menonjol. Bagian mulutnya mandibula tetapi selalu mengecil. Prothorax dan mesothorax kecil, metathorax sangat besar dan biasanya mencapai sekitar setengah panjang tubuh. Sayap depan berkurang dan tanpa vena. Mereka mungkin berfungsi seperti halter Diptera. Sayap belakang besar tetapi memiliki sedikit urat. Kakinya lemah dan dua pasang pertama tidak memiliki trokanter. Mereka digunakan untuk berpegangan pada betina selama persetubuhan. Perutnya beruas 10, memiliki aedeagus yang biasanya bengkok, tetapi tidak memiliki cerci.

Betina dewasa.

Hanya dalam satu famili, Menganillidae, adalah betina yang hidup bebas dan larviform; semua Strepsiptera betina lainnya adalah parasitoid. Hanya kepala dan dada yang sangat berkurang yang menonjol dari tubuh inang, perut tetap tertutup di dalam kutikula larva terakhir, puparium, yang berada di dalam perut inang (Gambar 10.21B). Antara puparium dan permukaan perut betina yang sebenarnya terletak rongga yang rata, saluran induk. Ini adalah bagian yang panjang dimana inseminasi terjadi dan larva instar pertama muncul.

Larva dan Pupa.

Larva instar pertama adalah makhluk hidup bebas yang sangat kecil (0,08-0,30 mm), yang dikenal sebagai triungulin (Gambar 10.21C). Ini memiliki antena kecil dan bagian mulut yang berkurang, tetapi kaki yang terbentuk dengan baik dan caudalsetae yang panjang. Jika ini mencapai inang yang cocok, ia bermetamorfosis menjadi bentuk apodous, seperti grub. Kepompong yang adecticous dan exarate pada laki-laki tetapi ditekan pada perempuan kecuali di Menganillidae.

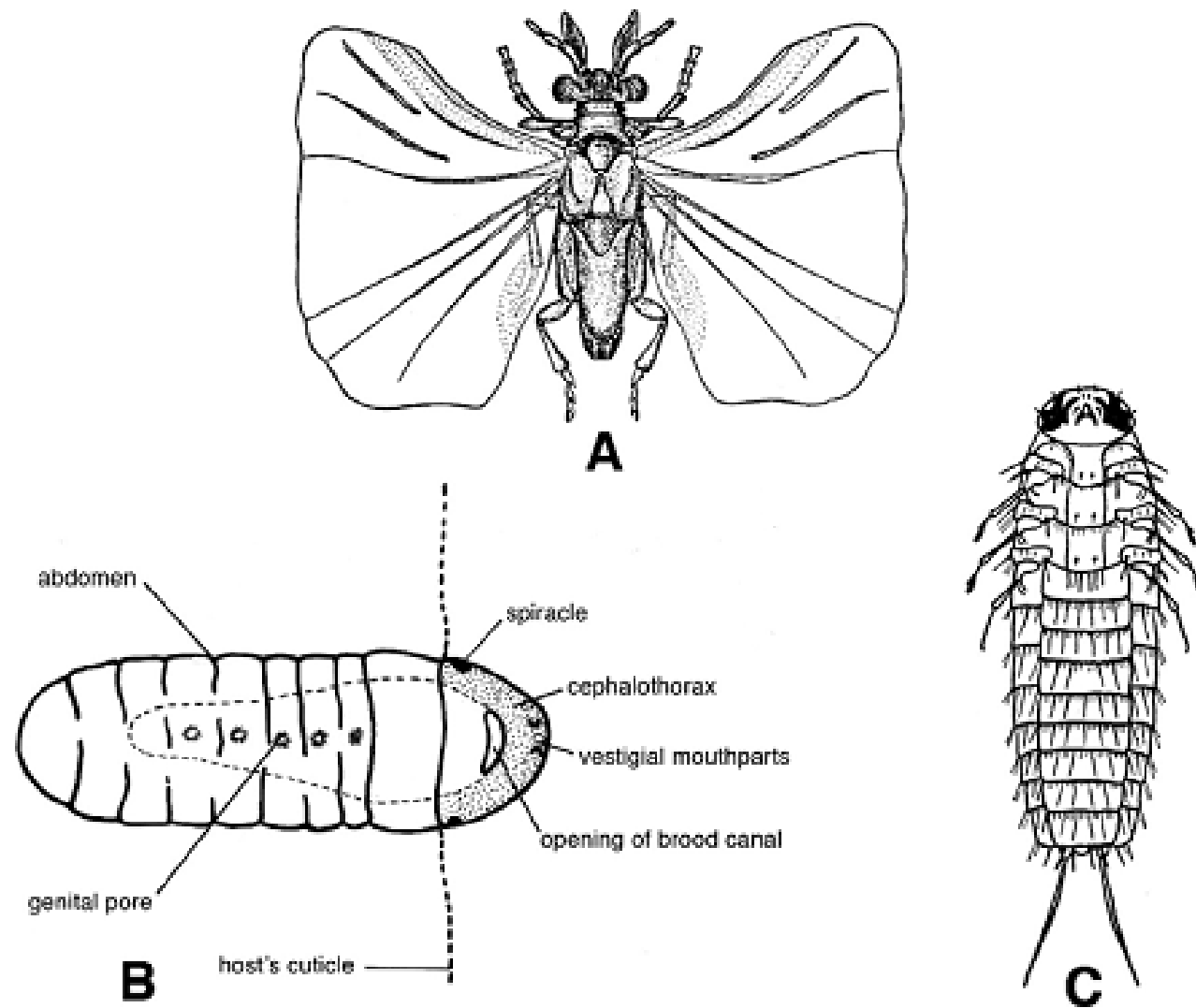


FIGURE 10.21. Strepsiptera. (A) *Stylops pacifica* (Stylopidae) male; (B) diagrammatic representation of a female strepsipteran in host (ventral view); and (C) triungulin larva of *S. pacifica* (ventral view). [A, C, from R. M. Bohart, 1941, A revision of the Strepsiptera with special reference to the species of N. America, *Calif. Univ. Publ. Entomol.* 7(6):91–160. By permission of University of California Press. B, from R. R. Askew, 1971, *Parasitic Insects*. By permission of Heinemann Educational Books Ltd.]

Filogeni dan Klasifikasi

Subordo Mengenillidia

Dalam subordo ini, pejantan dikenali dengan tarsi beruas lima yang diakhiri dengan sepasang cakar yang kuat, tetapi tidak memiliki bintik-bintik sensorik. Betina (dari spesies yang masih ada) hidup bebas, serangga bentuk larvi, dengan mata, kaki, antena, dan lubang genital tunggal. Subordo termasuk dua keluarga, MENGEIDAE, hanya diketahui dari laki-laki satuspesies (*Mengea tertiararia*) di Baltic amber, dan MENGENILLIDAE (12 spesies), yang merupakan parasitoid *Zygentoma* dan terdapat di daerah Mediterania, Asia, dan Australia.

Subordo Stylopida

Jantan memiliki tarsi beruas dua sampai empat (jarang lima), dengan atau tanpa cakar dan bintik-bintik sensorik. Betina adalah parasitoid, tetap berada di dalam inang dengan hanya ujung anterior tubuh yang diekstrusi; mata, kaki, dan antena tidak ada. Hampir setengah dari spesies Strepsiptera yang dideskripsikan termasuk dalam famili STYLOPIDAE (275 spesies), kelompok kosmopolitan yang inangnya meliputi tawon vespid dan sphecid serta beberapa famili lebah. Kelompok besar dan luas lainnya adalah HALICTOPHAGIDAE (112 spesies), yang merupakan parasitoid dari Auchenorrhyncha, Heteroptera, Orthoptera, Blattodea, dan Diptera. CORIOXENIDAE (36 spesies) dan ELENCHIDAE (24 spesies) juga tersebar luas, masing-masing sebagai parasitoid Heteroptera dan homopteran. 99 spesies MYRMECOLACIDAE sebagian besar tersebar di daerah tropis. Larva betina merupakan parasitoid Orthoptera dan Mantidae ensiferan; larva jantan terjadi pada semut. Dua spesies yang termasuk dalam famili CALLIPHARIXENIDAE, dari Asia Tenggara, adalah hanya dikenal sebagai betina dan larva instar pertama. Inangnya adalah Scutelleridae (Heteroptera). BOHARTILLIDAE (satu spesies hidup dari scolioid waspin Honduras dan satu fosilspesies dalam amber Dominika) hanya dikenal sebagai jantan.

F. Hymenoptera

Sinonim: Vespida

Nama umum: lebah, tawon, semut, lalat gergaji

Serangga berukuran kecil hingga sedang; kepala biasanya dengan mata majemuk yang berkembang dengan baik, mulut rahang bawah (walaupun biasanya disesuaikan untuk mengisap juga); dua pasang sayap transparan hadir di sebagian besar spesies, sayap depan dan belakang digabungkan, venasi berkurang; abdomen pada sebagian besar spesies sangat menyempit antara segmen 1 dan 2, dengan segmen pertama menyatu erat dengan metathorax; betina dengan ovipositor yang dimodifikasi pada beberapa spesies untuk tujuan selain bertelur. Larva seperti ulat (Symphyta) atau seperti belatung (Apocrita). Kepompong dan pada sebagian besar spesies berkembang biak, sering kali dalam kepompong.

Ordo Hymenoptera mencakup sekitar 130.000 spesies yang dideskripsikan, di mana sekitar 18.000 di antaranya terjadi di Amerika Utara, 15.000 di Australia, dan 6500 di Inggris. Dalam evolusi ordo, yang berisi beberapa serangga paling maju dan sangat terspesialisasi, penekanan tidak terlalu banyak diberikan pada modifikasi struktural dan fisiologis seperti yang terjadi pada ordo lain, tetapi pada pengembangan pola perilaku yang kompleks. Ini terutama terkait dengan penyediaan makanan untuk keturunan dan pada akhirnya mengarah pada evolusi sosialitas dalam beberapa kelompok.

Dewasa.

Kepala hypognathous biasanya sangat mobile dan memiliki mata majemuk yang sangat besar, pada beberapa spesies holoptik. Tiga ocelli biasanya hadir. Antena mengandung antara 9 dan 70 segmen dan kadang-kadang dimorfik seksual. Mulut menunjukkan berbagai informasi dari tipe mandibula umum yang ditemukan di subordo Symphyta hingga tipe penghisap yang sangat khusus yang ditemukan di Apokrita paling maju, seperti lebah. Prothorax kecil; tergumnya seperti kerah dan menyatukan mesonotum besar. Prosternum sangat kecil dan biasanya hanya dapat dilihat dengan susah payah. Dua pasang sayap umumnya hadir, dengan sayap depan lebih besar dari pasangan belakang. Venasi jauh berkurang, dan, jarang, vena sama sekali tidak ada. Sayap depan dan belakang digabungkan dengan alat hamuli. Brachyptery atau aptery terjadi, misalnya, pada semut pekerja dan beberapa Chalcidoidea. Hymenoptera unik di antara Insecta karena trochantellus hadir setidaknya di beberapa kaki. Ini sebenarnya bagian dari tulang paha, meskipun muncul sebagai segmen kedua dari trokanter. Kaki sering terspesialisasi untuk fungsi tertentu, misalnya, menggali, menggenggam, dan membawa mangsa, dan mengumpulkan serbuk sari.

Larva dan Pupa.

Larva Symphyta memiliki kepala yang berbeda, sklerotisasi baik, dan 3 segmen toraks dan 9 atau 10 perut. Bagian mulut mandibula berkembang dengan baik. Jika larva adalah pengumpan permukaan, lalat sinsaw, biasanya memiliki kaki toraks yang berkembang dengan baik dan enam hingga delapan pasang proleg.

Filogeni dan Klasifikasi

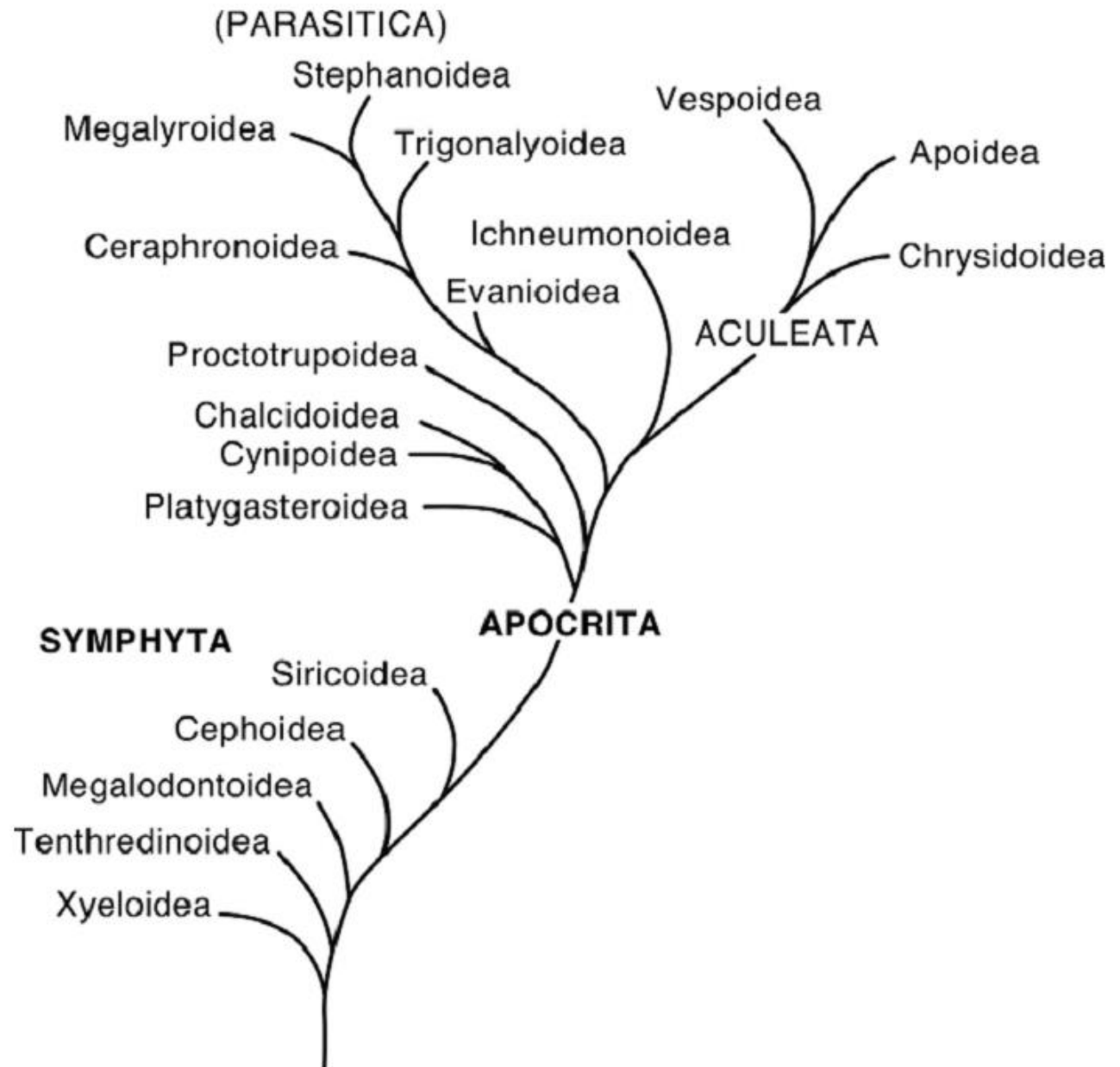


FIGURE 10.22. A possible phylogeny of the Hymenoptera.

Subordo Symphyta

Dewasa dari subordo Symphyta, perutnya melekat luas pada toraks, dan tidak ada penyempitan yang mencolok antara segmen perut pertama dan kedua. Larva memiliki kepala yang berkembang dengan baik, serta toraks, dan, pada sebagian besar spesies, kaki perut.

Superfamily Xyeloidea

Xyeloidea membentuk superfamili kecil (50 spesies) dan sangat primitif yang mengandung keluarga tunggal XYELIDAE. Orang dewasa memakan bunga dan memiliki venasi sayap yang umum. Larva ditemukan di bunga dan memiliki proleg di semua segmen perut. Keluarga memiliki distribusi holarktik, dengan sebagian besar spesies di Amerika Utara.

Superfamily Megalodontoidea

Superfamili primitif Megalodontoidea mencakup dua famili kecil, PAMPHILIIDAE (170 spesies, holarctic) dan MEGALODONTIDAE (45 spesies, palearctic). Orang dewasa memakan bunga, sementara larva, yang tidak memiliki kaki, hidup berkelompok di daun yang berselaput jaring.

Superfamily Tenthredinoidea

Tenthredinoidea membentuk kelompok parafiletik yang sangat besar dan kemungkinan besar dengan kebiasaan yang beragam. ♂ Betina memiliki gergaji seperti daripada ovipositor yang membosankan dan biasa disebut lalat gergaji. Lebih dari 3000 spesies termasuk dalam famili kosmopolitan (kecuali Australia) TENTHREDINIDAE. Orang dewasa sering karnivora. Partenogenesis adalah umum, dan larva biasanya seperti ulat dalam bentuk dan kebiasaan. Beberapa adalah penambang daun dan apodous. Beberapa spesies penting secara ekonomi, misalnya *Nematus ribesii*, currant worm (Gambar 10.23A), dan *Pristiphora erichsonii*, larchsawfly. Sekitar 800 spesies dari keluarga ARGIDAE terutama tropis dan beriklim hangat telah dideskripsikan. Larva dari beberapa spesies suka berteman, hidup di bawah selimut sutra; lainnya adalah penambang daun. Betina dari beberapa spesies melindungi keturunannya. The PERGIDAE (400 spesies) terutama ditemukan di Australia dan Amerika Tengah dan Selatan. Larva biasanya pemakan suka berteman di dedaunan, jarang penambang daun. Beberapa spesies Australia pemakan kayu putih mengakumulasi minyak kayu putih dalam divertikulum usus khusus dan memuntahkannya ketika terganggu. Famili lain, yang tidak besar tetapi mengandung spesies penting secara ekonomi, adalah CIMBICIDAE holarctic dan oriental yang utama (130 spesies, termasuk *Cimbex americana*) (Gambar 10.23B), yang menggunduli berbagai pohon berdaun lebar, dan DIPRIONIDAE holarctic (conifer sawflies) (90 spesies) (Gambar 10.23C), yang mencakup beberapa hama hutan terpenting di Amerika Utara (*Neodiprion spp.* dan *Diprion spp.*).

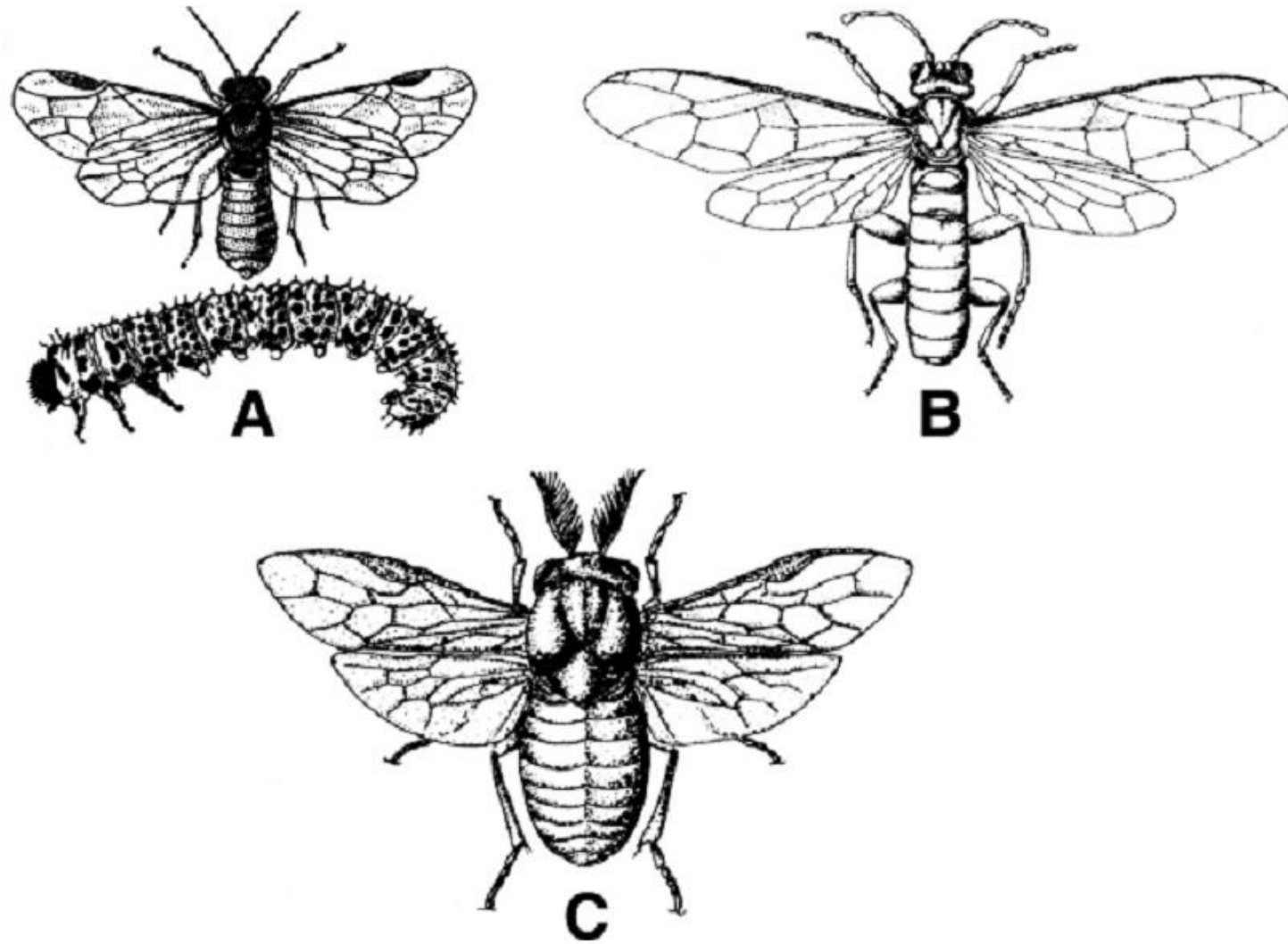


FIGURE 10.23. Tenthredinoidea. (A) The imported currant worm, *Nematus ribesii* (Tenthredinidae) adult and larva; (B) the elm sawfly, *Cimbex americana* (Cimbicidae); and (C) the redheaded pine sawfly, *Neodiprion lecontei* (Diprionidae). [A, from L. A. Swan and C. S. Papp, 1972, *The Common Insects of North America*. Copyright by L. A. Swan and C. S. Papp. Reprinted by permission of Harper & Row Publishers, Inc. B, C, from the U.S. Department of Agriculture.]

Superfamily Siricoidea

Siricoidea betina memiliki ovipositor yang membosankan, dan larva telah mengurangi kaki toraks, tidak memiliki proleg, dan hidup di kayu. 250 spesies dalam kemungkinan kelompok parafiletik ini (Vilhelmsen, 2001) dibagi kira-kira merata di antara tiga famili, XIPHYDRIIDAE, SIRICIDAE, dan ORUSSIDAE. Siricid dewasa (ekor tanduk) (Gambar 10.24) adalah serangga besar berwarna cerah yang ditemukan di hutan belahan bumi utara yang beriklim sedang. Larva menggali secara ekstensif di inti kayu pohon gugur dan pohon cemara dan dapat menyebabkan banyak kerusakan, terutama spesies yang hidup bersimbiosis dengan jamur penghasil busuk. Meskipun merupakan kelompok kosmopolitan, orussid (tawon kayu parasit) pada dasarnya tersebar di daerah tropis dan Australia. Betina memiliki ovipositor yang sangat panjang yang melingkar di dalam tubuh saat tidak digunakan. Struktur ini digunakan untuk meletakkan telur yang sangat memanjang dan tipis ke tubuh larva ekor tanduk dan larva kumbang buprestid di terowongan mereka. Xiphydriidae (tawon kayu) memiliki penampilan yang mirip dengan ekor tanduk, meskipun biasanya lebih kecil. Keluarga ini kosmopolitan (kecuali Afrika). Larva menambang di cabang dan batang kecil pohon dan semak angiosperma.

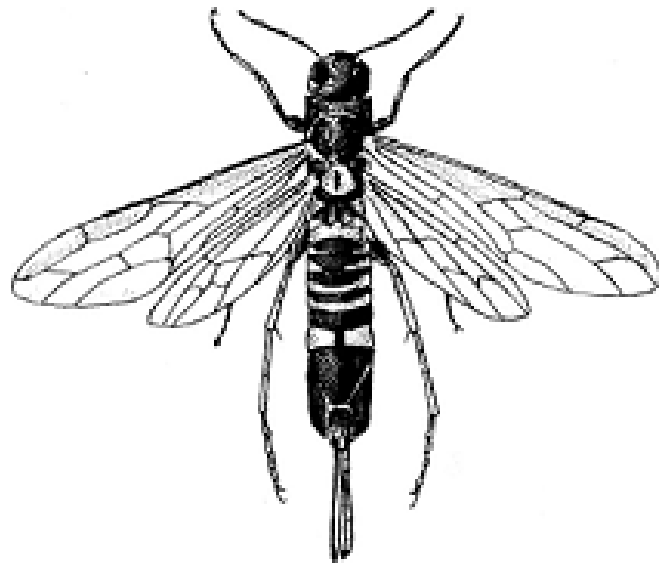


FIGURE 10.24. Siricoidea. The pigeon tremex, *Tremex columba* (Siricidae). [From H. E. Evans and M. J. W. Eberhard, 1970, *The Wasps*. By permission of the University of Michigan Press.]

Superfamily Cephoidea

Semua Cephoidea termasuk dalam famili CEPHIDAE (stem sawflies), kelompok besar Eurasia yang terdiri dari sekitar 100 spesies. Larva mengebor batang rerumputan dan buah beri. Beberapa spesies memiliki kepentingan ekonomi yang cukup besar, misalnya *Cephus cinctus*, sawfly batang gandum (Gambar 10.25).

FIGURE 10.25. Cephoidea. The wheat stem sawfly, *Cephus cinctus* (Cephidae). [From L. A. Swan and C. S. Papp, 1972, *The Common Insects of North America*. Copyright 1972 by L. A. Swan and C. S. Papp. Reprinted by permission of Harper & Row Publishers, Inc.]



Subordo Apokrita

Hampir semua Apokrita dewasa memiliki segmen perut pertama (propodeum) yang menyatu erat dengan toraks dan penyempitan antara segmen perut pertama dan kedua. Larva adalah apodous dan memiliki kapsul kepala yang berkurang. 10 superfamili pertama sebelumnya termasuk dalam Parasticta, sekarang dikenal sebagai kelompok paraphyletic.

Superfamily Megalyroidea

Kelompok yang sangat kecil ini, terdiri dari sekitar 50 spesies dalam satu famili, MEGALYRIDAE, terdapat terutama di daerah tropis Dunia Lama. Larva tawon berbadan kekar ini adalah parasitoidoid larva kumbang di bawah kulit pohon.

Superfamily Stephanoidea

Kadang-kadang termasuk dalam Megalyroidea, 100 spesies dalam kelompok ini ditempatkan dalam keluarga STEPHANIDAE, yang memiliki distribusi tropis. Tawon dewasa adalah tawon ramping dengan kaki belakang yang sangat dimodifikasi yang dianggap dapat mendeteksi suara yang dibuat oleh pengebor kayularva kumbang yang berfungsi sebagai inang bagi larvanya.

Superfamily Trigonalyoidea

Trigonalyoidea membentuk kelompok kecil (100 spesies di seluruh dunia) dari Apokrita kuno tetapi sangat khusus yang anggotanya semuanya termasuk dalam keluarga TRIGONALYIDAE. Secara struktural mereka memiliki kombinasi fitur Parasitica dan Aculeata. Trigonalyids adalah hiperparasit larva lalat gergaji atau ulat lepidopteran. Telur diletakkan pada jaringan tanaman, yang kemudian dimakan oleh larva lalat gergaji atau ulat. Ini kemudian diparasit oleh Hymenoptera lainnya (ichneumons) atau Diptera (tachinids), yang pada gilirannya menjadi inang utama untuk trigonalyids.

Superfamily Cerapronoidea

Tawon kecil (1 hingga 3 mm) ini tersusun dalam dua famili kosmopolitan, MEGASPILIDAE (450 spesies) dan CERAPHRONIDAE (360 spesies). Yang pertama adalah parasitoid utama Coccoidea, Neuroptera, dan puparia Diptera atau hiperparasit Braconidae yang menginfestasi kutu. Seraphronids, juga, mungkin endoparasitoid (dalam Thysanoptera, Lepidoptera, Neuroptera, Cecidomyiidae, dan puparia Diptera) atau hiperparasit (diambil dari kepompong Braconidae). Beberapa spesies telah dikumpulkansarang semut, di mana mereka mungkin parasitoid Diptera myrmecophilus.

Superfamili Ichneumonoidea

Kelompok ini terdiri dari dua famili terbesar Hymenoptera, ICHNEUMONIDAE (lalat ichneumon) (Gambar 10.26A) dengan sekitar 20.000 spesies (sekitar 3500 di Amerika Utara), dan BRACONIDAE (Gambar 10.26B), dengan sekitar 35.000–40.000 spesies (2000 di Utara Amerika). Ichneumonoids terutama soflarva parasitoid dan kepompong endopterygot (semua ordo kecuali Megaloptera dan Siphonaptera), bertelur baik di lokasi tersembunyi pada inang (kondisi primitif) atau di inang, ketika berbagai strategi digunakan untuk menghindari serangan oleh kekebalan inang sistem. Racun dapat disuntikkan ke inang sebelum oviposisi, racun melumpuhkan atau membunuh penerima. Ichneumonids sebagian besar terbatas pada tahap remaja endopterygotes, meskipun beberapa menggunakan telur kalajengking dan laba-laba pseudo, atau laba-laba dewasa, sebagai inang. Braconidae adalah parasitoid dari exopterygotes, terutama homoptera (terutama kutu daun), Heteroptera, Isoptera, dan Psocoptera, kadang-kadang menunjukkan spesifisitas inang yang sangat tinggi, tetapi tidak menyerang laba-laba. Banyak spesies bermanfaat bagi manusia karena mereka adalah agen kontrol alami utama pada populasi serangga hama. Contohnya adalah Bracon cephi, parasitoid larva sawfly batang gandum, dan beberapa spesies Apaanteles dan Cotesia yang menyerang ulat kubis, ulat tanduk tembakau, larva ngengat pakaian, dan ulat ngengat gipsi, antara lain. Beberapa ichneumon dan braconid telah digunakan dalam pengendalian hayati hama

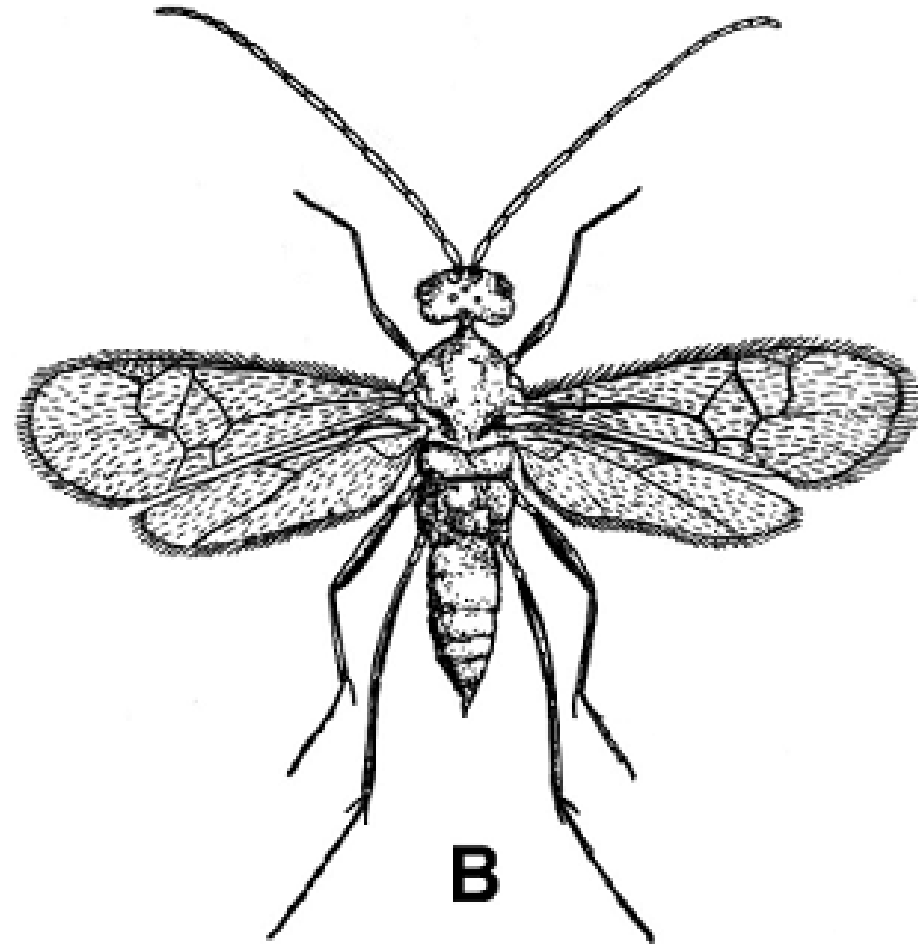
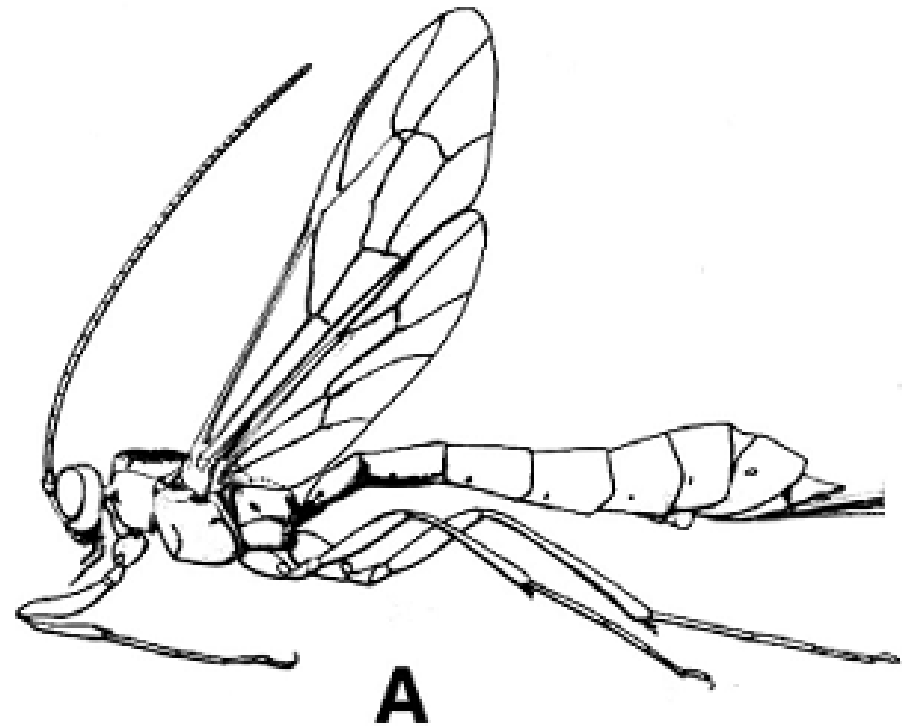


FIGURE 10.26. Ichneumonoidea. (A) An ichneumon fly, *Rhyssa persuasoria* (Ichneumonidae). Note that the entire ovipositor is not drawn; and (B) a braconid, *Apanteles cajae* (Braconidae). [A, reproduced by permission of the Smithsonian Institution Press from *United States National Museum Bulletin 216, Part 2 (Ichneumon-Flies of America North of Mexico: 2. Subfamilies Ephialtinae Xoridinae Acaenitinae)* by Henry and Marjorie Townes: FIGURE 302b, pages 598. Washington D.C., 1960, Smithsonian Institution. B, from R. R. Askew, 1971, *Parasitic Insects*. By permission of Heinemann Educational Books Ltd.]

Superfamily Evanioidea

Famili penyusunnya adalah AULACIDAE (150 spesies di seluruh dunia), GASTERUPTIIDAE (500 spesies, terutama tropis), dan EVANIIDAE (400 spesies, terutama tropis tetapi beberapa spesies kosmopolitan, tinggal di bangunan tempat inangnya berada). Asam aula adalah parasitoid larva penggerek kayu Coleoptera dan Xiphydriidae. Gasteruptiid betina bertelur di sarang lebah dan tawon soliter; larva memakan telur inang dan kemudian serbuk sari atau mangsa disimpan di dalam sel. Evaniids secara eksklusif parasit cockroaches, larva memakan telur kemudian menjadi kepompong di dalam cangkang telur inang.

Superfamily Proctotrupoidea

Hampir semua dari sekitar 2700 spesies dalam kelompok ini termasuk dalam dua famili DIAPRIIDAE dan PROCTOTRUPIDAE. Diapriidae (2300 spesies di seluruh dunia) terutama parasit larva dan pupa Diptera, terutama spesies yang hidup di habitat lembab, meskipun beberapa menggunakan larva kumbang, semut, atau rayap sebagai inang. Proctotrupids larva (300 spesies di seluruh dunia) sebagian besar merupakan parasitoid larva kumbang yang hidup di serasah atau kayu busuk, meskipun beberapa spesies f memakan larva Diptera mycetophilid.

Superfamily Platygasteroidea

Seringkali termasuk dalam superfamili sebelumnya, dua keluarga besar dan kosmopolitan yang membentuk Platygasteroidea berbeda dari kelompok di atas dalam struktur dan operasi ovipositor mereka dan dalam struktur antena betina. SCELIONIDAE (3000 spesies) adalah parasit telur dari berbagai serangga, terutama Lepidoptera, Hemiptera dan orthopteroid, dan laba-laba. Betina dari beberapa spesies adalah phoretic; yaitu, mereka menemukan dan dibawa pada inang yang sesuai sampai yang terakhir mulai bertelur. Scelionid kemudian meninggalkan inang dan bertelur di antara telur inang. PLATYGASTERIDAE (1100 spesies) adalah parasit telur atau larva, terutama Cecidomyiidae, termasuk jumlah spesies hama, misalnya, lalat Hessian, di mana mereka melakukan pengendalian populasi yang besar. Inang lainnya termasuk cerambycids, homopterans, dan tawon sphecids. Beberapa spesies bersifat poliembriodik (Bab 20, Bagian 8.2), dan betina mungkin sangat spesifik sehubungan dengan jaringan inang tempat telur diletakkan.

Superfamily Cynipoidea

Sebagian besar dari 2300 spesies sejauh ini dianggap berasal dari Cynipoidea milik keluarga CYNIPIDAE, subfamili CYNIPINAE (tawon empedu) (Gambar 10.27), dan merupakan pembuat empedu atau inquilines dalam empedu yang sudah terbentuk. Tumbuhan inang dan bentuk galla biasanya spesifik untuk spesies cynipid tertentu, meskipun pada beberapa spesies primitif berbagai tanaman inang dipilih. Pada beberapa spesies, sejarah hidupnya kompleks dengan dua generasi per tahun. Generasi pertama seluruhnya terdiri dari betina yang bereproduksi secara partenogenetik. Generasi kedua, yang berkembang di empedu yang berbeda pada tanaman yang berbeda, termasuk jantan dan betina. Sekitar 800 spesies dari famili EUCOILIDAE yang dominan tropis (kadang-kadang dianggap sebagai subfamili Cynipidae) adalah parasitoid internal larva lalat, terutama yang terkait dengan kotoran dan buah yang membusuk.



FIGURE 10.27. Cynipoidea. A gall wasp, *Diplolepis rosae* (Cynipidae). [From D. J. Borror, D. M. DeLong, and C. A. Triplehorn, 1976, *An Introduction to the Study of Insects*, 4th ed. By permission of Brooks/Cole, a division of Thomson Learning.]

Superfamily Chalciloidea

Ini adalah kelompok yang sangat beragam yang sebagian besar kecil hingga kecil, parasitoid atau serangga fitofag (biasanya pembentuk empedu), yang sebagian besar tersusun dalam sejumlah keluarga besar dan penting. Beberapa di antaranya termasuk spesies yang telah berhasil digunakan sebagai agen pengendali hayati terhadap hama serangga (sebagai contoh, lihat Tabel 24.6). Keluarga AGAONIDAE (figinsects) mengandung mungkin 650 spesies chalcidoids, yang menunjukkan beberapa fitur biologis yang luar biasa. Spesies ini dibatasi untuk hidup di wadah spesies atau varietas ara, yang bunganya diserbuki oleh betina dalam pencariannya untuk tempat bertelur. Ara Smirna, varietas yang dibudidayakan, membutuhkan penyerbukan silang dengan ara liar sebelum buah dapat terbentuk. Untuk memfasilitasi ini, penanam ara menempatkan cabang-cabang dari ara liar, dari mana tawon ara betina muncul, di antara mereka dari ara Smirna. Saat seekor betina mencari tempat bertelur yang cocok, dia secara tidak sengaja mengunjungi bunga ara Smirna, meskipun, karena bentuknya yang salah, dia tidak bertelur di dalamnya. TORYMIDAE (1150 spesies tersebar luas) menunjukkan berbagai sejarah kehidupan. Sebagian besar spesies adalah parasitoid serangga pembentuk empedu, meskipun beberapa dari mereka sendiri adalah pembentuk empedu atau inquilines dari galls. Beberapa parasitoid dari mantid oothecae, yang lain berkembang di sarang lebah atau tawon, dan beberapa memakan biji. CHALCIDAE, kelompok luas yang terdiri dari sekitar 1900 spesies, merupakan parasitoid larva atau pupa lepidopteran, dipteran, dan coleopteran, atau hiperparasit tachinid atau ichneumonflies. EURYTOMIDAE (Gambar 10.28A) merupakan famili kosmopolitan (1400 spesies) dengan kebiasaan yang sangat beragam. Umumnya anggotanya menghasilkan galls pada batang rerumputan, termasuk serealia. Spesies lain memakan biji, adalah inquilines di sarang lebah dan tawon, adalah parasitoid pada serangga pembentuk semua, atau parasit telur Orthoptera. Famili lain yang sangat besar adalah EULOPHIDAE (3900 spesies) (Gambar 10.28B), sebuah kelompok yang anggotanya merupakan parasitoid atau hiperparasit yang sangat kecil. Parasitoid adalah kontrol penting dari banyak serangga hama, terutama spesies penggali daun Lepidoptera, Diptera, Hymenoptera, dan Coleoptera, tetapi termasuk serangga skala, kutu daun, dan beberapa pemakan permukaan. TRICHOGRAMMATIDAE (675 spesies di seluruh dunia) (Gambar 10.28C) adalah parasit telur kecil, terutama Lepidoptera.

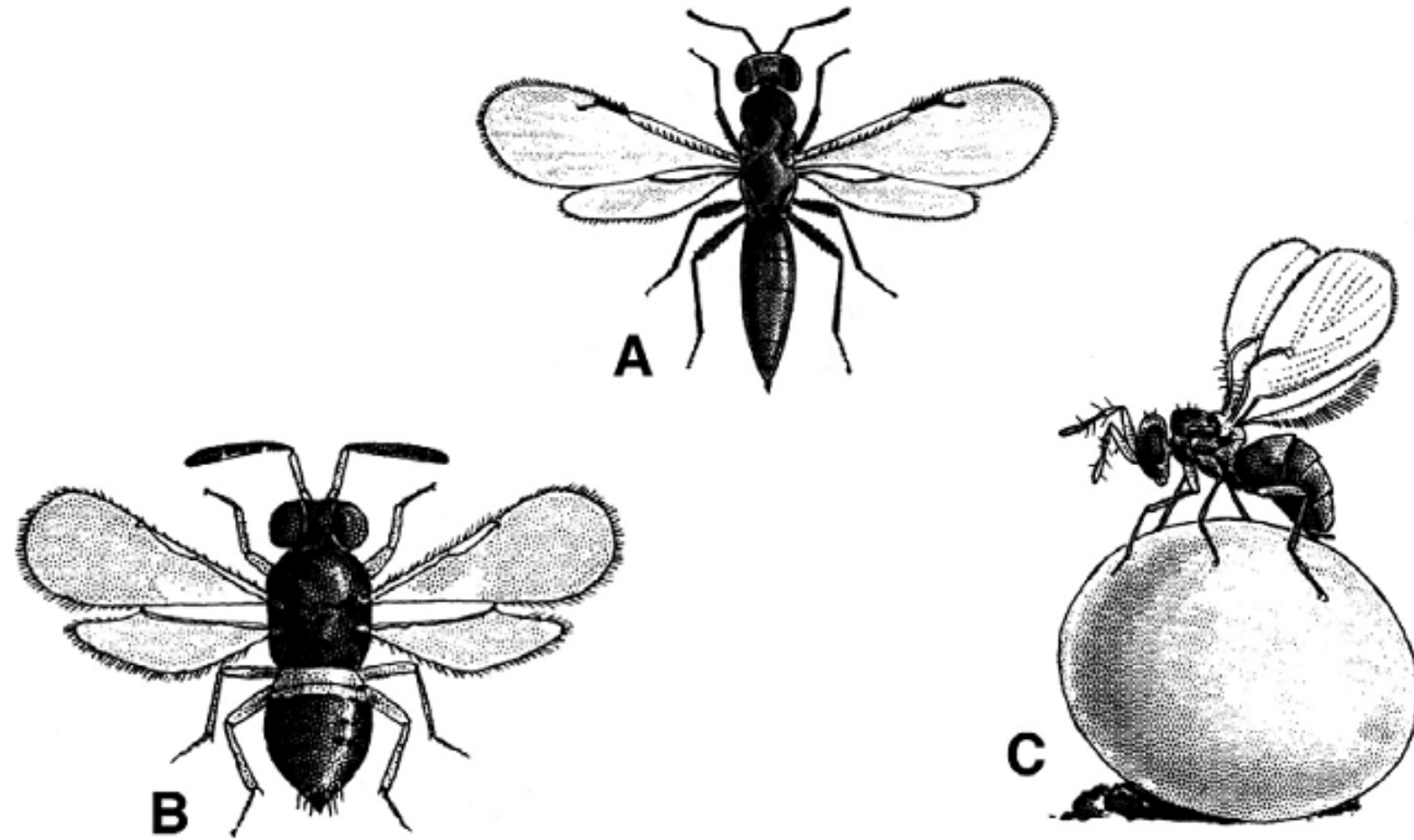


FIGURE 10.28. Chalcidoidea. (A) The wheat jointworm, *Harmolita* (= *Tetramesa*) *tritici* (Eurytomidae); (B) *Aphelinus mali* (Eulophidae), a parasitoid of the woolly apple aphid (*Eriosoma lanigerum*); and (C) ovipositing *Trichogramma minutum* (Trichogrammatidae), a parasitoid of the eggs of more than 200 species of Lepidoptera. [From L. A. Swan and C. S. Papp, 1972, *The Common Insects of North America*. Copyright 1972 by L. A. Swan and C. S. Papp. Reprinted by permission of Harper & Row Publishers, Inc.]

Infraorder Aculeata

Sebagai catatan, Aculeata diterima secara luas sebagai kelompok monofiletik. Klasifikasi sebelumnya membagi infraordo menjadi sebanyak delapan superfamili tetapi, baru-baru ini, telah dihargai bahwa beberapa di antaranya berlebihan dan bahwa sistem hanya tiga superfamili mencerminkan hubungan alami dan evolusi infraorder (Brothers, 1975; Gauld and Bolton, 1988).). Chrysoidea (Bethyloidea dari klasifikasi sebelumnya) adalah paling primitif tumbuh dan membentuk kelompok saudara bagi anggota infraorder lainnya. Vespoidea (termasuk Tiphiidae, Scoliidae, Formicoidea, Pompiloidea, dan Vespoidea dari sistem yang lebih tua) memerlukan studi lebih lanjut dan mungkin paraphyletic. Apoidea (= Apoidea + Sphecoidea dari klasifikasi sebelumnya) sekarang jelas ditetapkan sebagai takson monofiletik.

Superfamili Chrysoidea

Sebagian besar dari lebih dari 7500 spesies dalam kelompok ini diatur dalam tiga famili, CHRYSIDIDAE, BETHYLIDAE, dan DRYINIDAE, dua yang terakhir ditempatkan di superfamili Bethyloidea yang terpisah oleh beberapa pekerja sebelumnya. Chrysidids (3000 spesies) adalah sangat beragam di gurun beriklim kedua belahan bumi. Nama umum mereka, tawon kukuk, berasal dari kebiasaan mereka bertelur di sel tawon atau lebah yang menyendiri. Biasanya, telur tidak menetas sampai larva inang memakan persediaan makanannya sendiri. Bethylidae (2200 spesies) terutama tawon tropis dan subtropis, betina yang melumpuhkan inangnya (biasanya larva kumbang atau ulat, terkadang jauh lebih besar daripada bethylid). Beberapa spesies menyeret mangsanya ke lokasi terlindung, kebiasaan yang menandakan situasi di Scoliidae (tawon penggali), sebelum bertelur di atasnya. Dryinids (1100 spesies di seluruh dunia) adalah parasitoid Auchenorrhyncha yang belum matang dan dewasa, terutama Fulgoridae dan Cicadellidae, dan beberapa spesies telah digunakan sebagai agen pengendalian hayati, misalnya, terhadap hama tebu di Hawaii.

Superfamily Vespoidea

Seperti yang saat ini dibentuk, Vespoidea berisi 10 keluarga, meskipun sebagian besar dari sekitar 24.000 spesies yang dijelaskan (termasuk 2000 di Amerika Utara) jatuh ke dalam lima kelompok besar. SCOLIIDAE (tawon penggali) (Gambar 10.29A) berbentuk kecil tapi keluarga khas (300 spesies) tawon besar berbulu dengan distribusi kosmopolitan. Betina menggali ke dalam tanah, kayu yang membusuk, dll., Dan menemukan larva kumbang, biasanya scarabaeid, yang dia lumpuhkan, lalu laysaneggonit. Pada beberapa spesies betina membangun sel khusus di sekitar larva inang. TIPHIIDAE betina (1500 spesies di seluruh dunia) juga menyerang terutama larva scarabaeid, meskipun beberapa spesies mencari larva kumbang harimau, cerambycids, lebah soliter dan sosial dan tawon, dan jangkrik. Betina dari sekitar setengah spesies tidak bersayap dan diangkut ke bunga oleh jantan, atau diberi makan oleh jantan dengan nektar atau embun madu. MUTILLIDAE (semut beludru) (Gambar 10.29B) membentuk keluarga kosmopolitan yang besar (5000 spesies) dari tawon dimorfik seksual yang kuat, jantan bersayap, betina tidak bersayap dan beberapa kemiripan dalam bentuk dan perilakunya. Kedua jenis kelamin berbulu lebat dan sering berwarna aposematik. Mutillid terutama parasitoid dari lebah dan tawon sosial dan soliter, meskipun beberapa spesies bertelur pada larva Diptera, chrysomelid dan kumbang lainnya, dan Lepidoptera, dan pada cockroach oothecae. Anggota keluarga tropis POMPILIDAE (Gambar 10.30), dengan sekitar 4.200 spesies, biasanya disebut tawon laba-laba. Tawon besar, soliter, sering ditandai dengan mencolok ini adalah parasitoid laba-laba, jarang Arachnida lainnya. Mangsa dilumpuhkan atau dibunuh dan biasanya disimpan di sarang, yang mungkin berisi satu hingga beberapa sel, di tanah. Betina bertelur di setiap sel. Beberapa spesies adalah cleptoparasit dari pompilid lain; mereka mendeteksi sarang yang disediakan, menggantinya, memakan telur tawon asli dan meletakkannya di tempatnya.

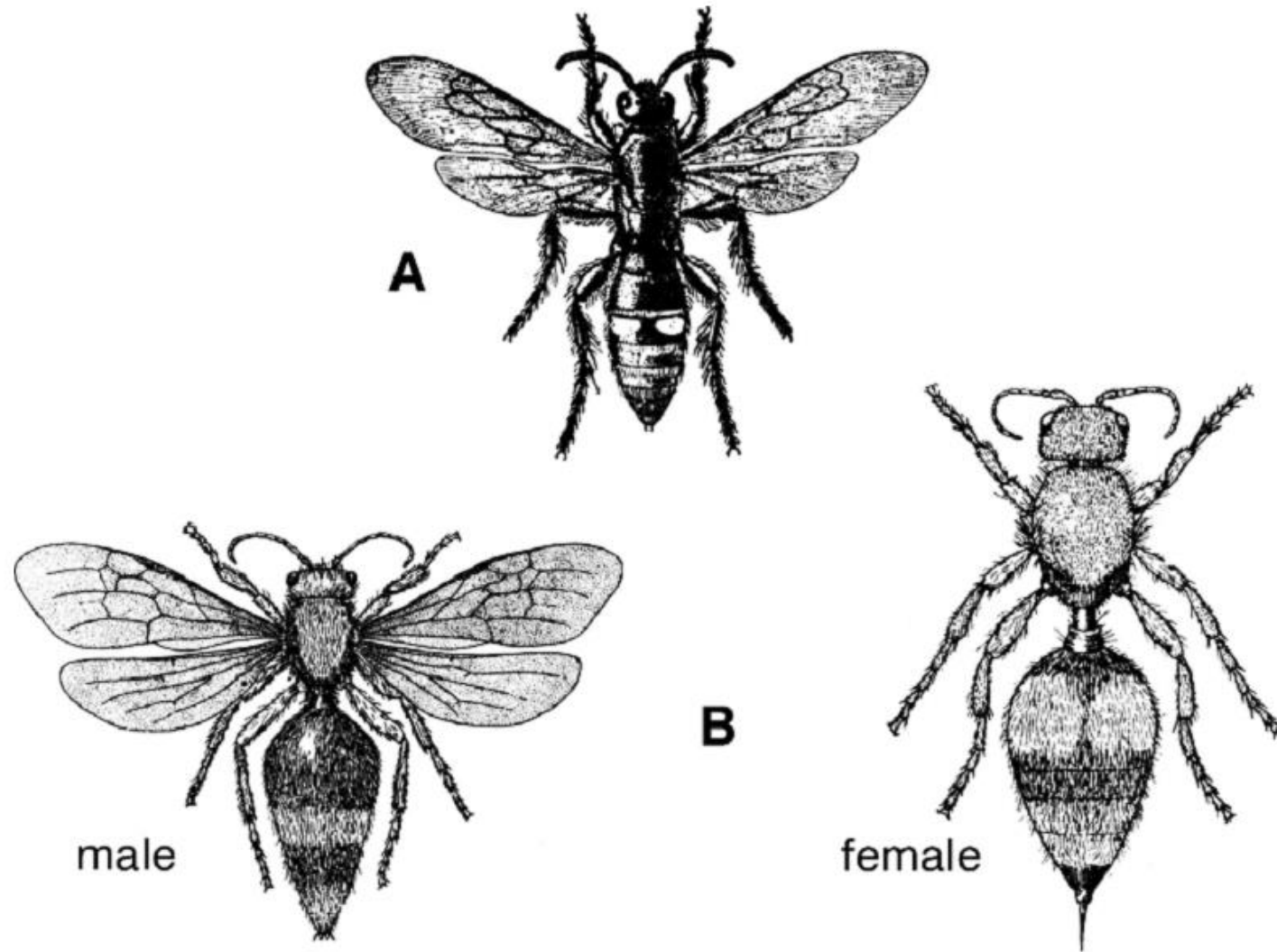


FIGURE 10.29. Vespoidea. (A) A digging wasp, *Scolia dubia* (Scoliidae); and (B) a velvet ant, *Dasymutilla occidentalis* (Mutillidae), male and female. [A, from L. A. Swan and C. S. Papp, 1972, *The Common Insects of North America*. Copyright 1972 by L. A. Swan and C. S. Papp. Reprinted by permission of Harper & Row, Publishers, Inc. B, from D. J. Borror, D. M. DeLong, and C. A. Triplehorn, 1976, *An Introduction to the Study of Insects*, 4th ed. By permission of Brooks/Cole, a division of Thomson Learning.]

Beberapa subfamili yang berbeda dikenali. Semut paling primitif, yang merupakan karnivora dan hanya membentuk koloni kecil, adalah PONERINAE (Gambar 10.31), yang bersarang di tanah atau batang kayu yang membusuk. Pada semut ponerine ada sedikit perbedaan struktural antara ratu dan pekerja, yang bersifat monomorfik. DORYLINAE adalah semut nomaden (semut tentara) dari daerah tropis. Seperti anggota subfamili sebelumnya, mereka adalah karnivora, dan dalam mencari makanan mereka dapat membentuk kolom besar yang panjangnya dapat mencapai 100 m atau lebih. Subfamili semut yang tersisa telah memecahkan masalah mendapatkan makanan yang cukup untuk koloni (yang mungkin berisi beberapa juta individu) dengan mengubah dari makanan karnivora ke makanan yang umumnya fitofag. Tidak mengherankan, mengingat biomassa mereka yang sangat besar, semut sangat penting dalam aliran energi dan pencampuran tanah dalam ekosistem. MYRMICINAE (Gambar 10.32) membentuk subfamili terbesar dan paling umum. Banyak spesies semut pemanen, disebut demikian karena mereka mengumpulkan benih yang mereka simpan di sarang. Yang lain menumbuhkan jamur pada potongan daun yang membusuk dan kotoran semut di ruang bawah tanah khusus. Pada subfamili inilah banyak spesies inquiline dan parasit menjadi milik. DOLICHODERINAE dan FORMISINE, yang merupakan subfamili terbesar kedua, umumnya merupakan pemakan nektar atau madu.

Pekerja biasanya memiliki integumen fleksibel yang membentangi luar biasa saat makanan diserap. Semut madu memiliki bentuk pekerja yang berbeda, lengkap (Gambar 10.33), yang menghabiskan hidupnya di sarang dan berfungsi sebagai botol hidup tempat makanan dapat disimpan. Banyak spesies telah menjalin hubungan simbiosis dengan serangga penghasil embun madu, terutama homoptera. Sebagai imbalan atas pasokan embun madu yang berlimpah, semut memindahkan serangga ke "padang rumput" baru, melindungi mereka jika ada gangguan, membangunkan perlindungan bagi mereka, dan menyimpan telur mereka selama musim dingin.



FIGURE 10.30. Vespoidea. A spider wasp, *Episyron quinquenotatus* (Pompilidae). [From D. J. Borror, D. M. DeLong, and C. A. Triplehorn, 1976, *An Introduction to the Study of Insects*, 4th ed. By permission of Brooks/Cole, a division of Thomson Learning.]

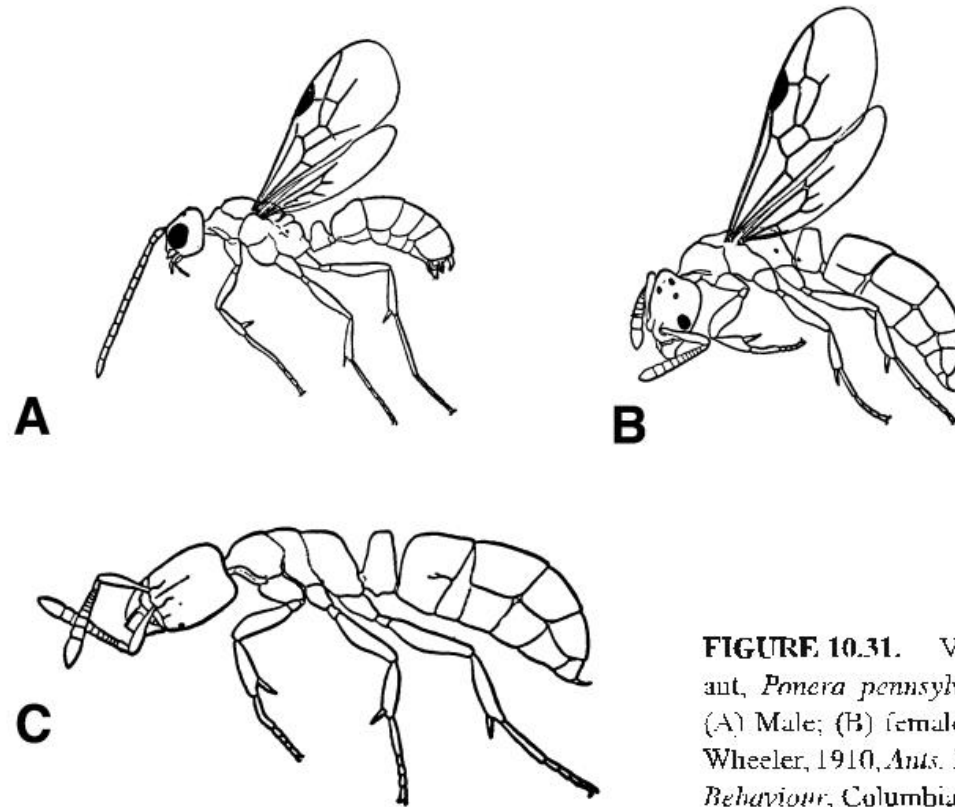


FIGURE 10.31. Vespoidea. Castes of the primitive ant, *Ponera pennsylvanica* (Formicidae: Ponerinae). (A) Male; (B) female; and (C) worker. [From W. M. Wheeler, 1910, *Ants. Their Structure, Development and Behaviour*, Columbia University Press.]

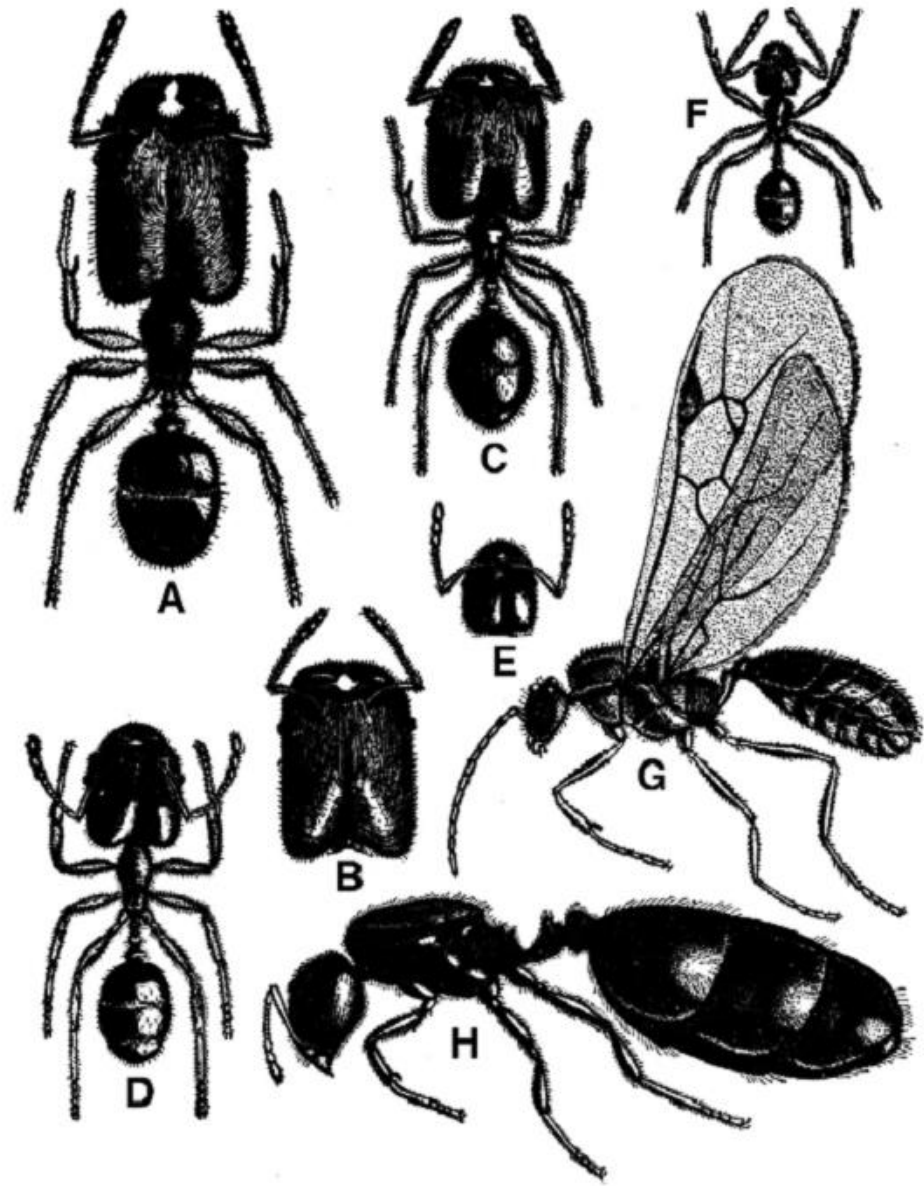


FIGURE 10.32. Vespoidea. Castes of *Pheidole instabilis* (Formicidae: Myrmicinae). (A) Soldier; (B–E) intermediate workers; (F) typical worker; (G) male; and (H) dealated female. [From W. M. Wheeler, 1910, *Ants. Their Structure, Development and Behaviour*, Columbia University Press.]

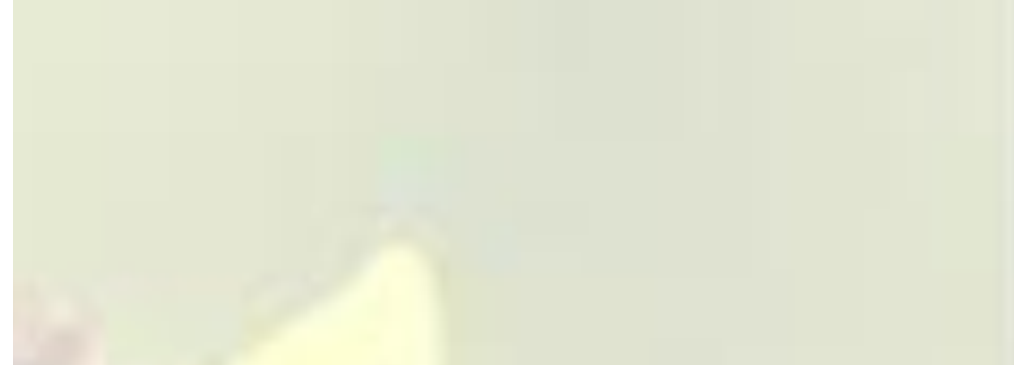


FIGURE 10.33. Vespoidea. Replete of the honey ant, *Myrmecocystus hortideorum* (Formicidae: Formicinae). [From W. M. Wheeler, 1910, *Ants. Their Structure, Development and Behaviour*, Columbia University Press.]



Dengan sekitar 4000 spesies, keluarga kosmopolitan (tetapi sebagian besar tropis) VESPIDAE termasuk tawon sejati. Bentuk soliter dan sosial terjadi, dan pada kedua larva biasanya dipelihara dalam sel yang dibangun secara khusus. Orang dewasa memakan nektar, melon, atau buah matang. Pada beberapa spesies, larva juga memakan serbuk sari dan nektar. Sebagian besar bentuk soliter dapat diatur dalam dua subfamili, MASARINAE dan EUMENINAE. Yang pertama adalah sekelompok kecil tawon yang sangat khusus yang menggali di tanah atau membangun sel lumpur yang terbuka dan memberi makan larva mereka dengan serbuk sari dan nektar. Eumenine bervariasi dalam kebiasaan membangun sarang mereka. Banyak membangun sel di kayu atau batang; yang lain, tawon tukang batu atau pembuat tembikar biasa (Gambar 10.34A), membangun sel-sel dari lumpur yang diikat ke ranting dan benda-benda lain. Setelah sel disediakan (biasanya dengan larva Lepidoptera, Coleoptera, atau Symphyta) dan bertelur, pintu masuk ditutup. Beberapa eumenine bersifat subsosial, yaitu betina berinteraksi dengan larva dengan terus memberinya makan melalui perkembangan. Sebagian besar tawon sosial termasuk dalam subfamili POLISTINAE (tawon kertas) dan VESPINAE (jaket kuning dan lebah) (Gambar 10.34B–D), yang pertama sangat beragam di Neotropis, yang terakhir di daerah holarktik dan oriental. Polistin membangun sarang kertas tahunan atau abadi (fragmen kayu yang dikunyah dicampur dengan air liur), biasanya terdiri dari satu sisir. Larva secara bertahap diberi makan dengan serangga pengunyah, terutama ulat bulu, dan terkadang madu. Koloni mungkin didirikan oleh beberapa betina, meskipun akhirnya hanya satu yang menjadi ratu, yaitu lapisan telur, betina yang tersisa, meskipun subur, menjadi pekerja. Di Vespinae, ratu tunggal mendirikan koloni, dan begitu keturunan pertamanya muncul dan dapat berfungsi sebagai pekerja, dia tidak meninggalkan sarang. Biasanya, sarang vespine multicombed dan dapat mencakup beberapa ribu individu. Pekerja secara morfologis cukup dapat dibedakan dari ratu.

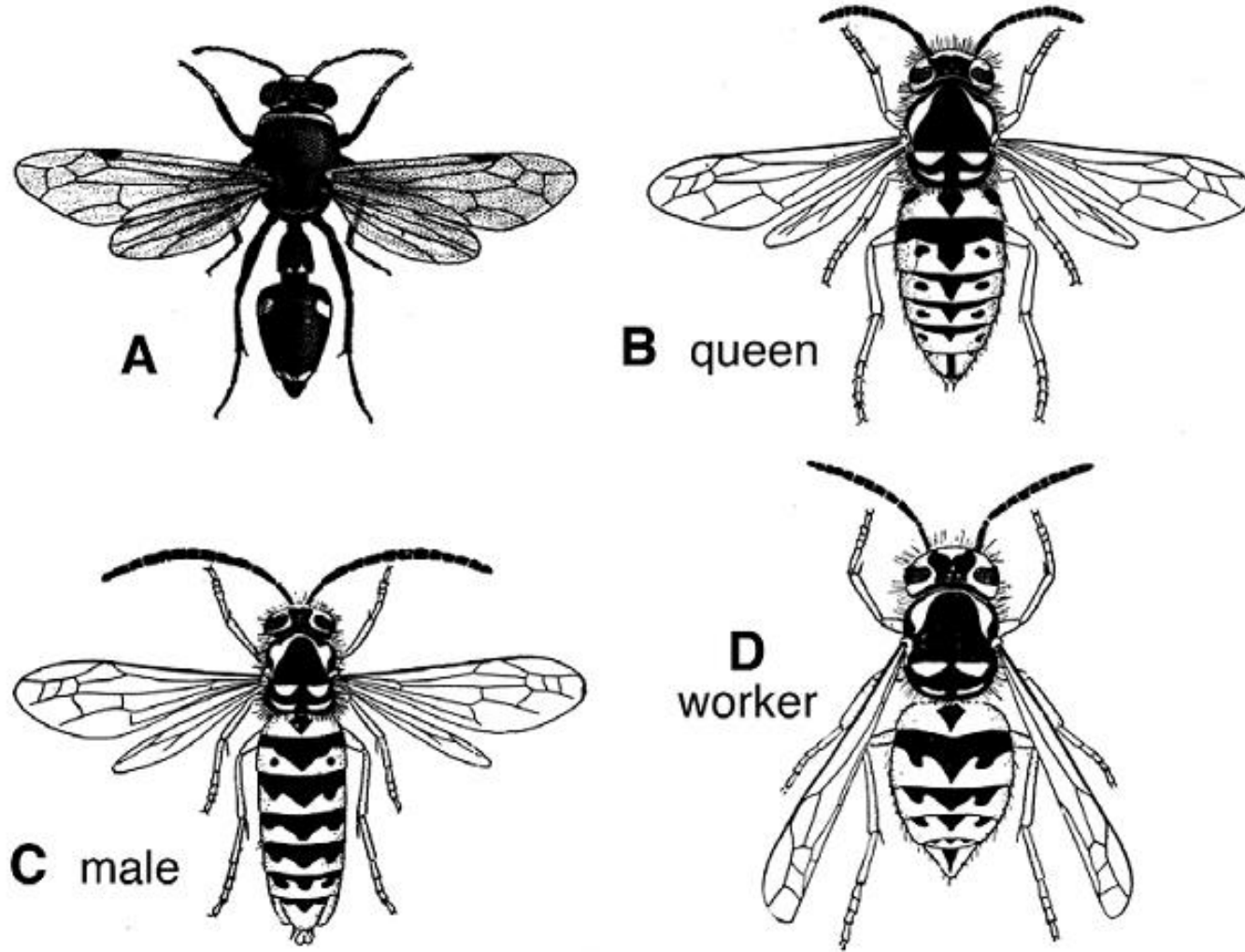


FIGURE 10.34. Vespoidea. (A) A potter wasp, *Eumenes fraterna* (Vespidae); and (B–D) a hornet, *Vespula pennsylvanica* (Vespidae) queen, male, and worker. [A, from L. A. Swan and C. S. Papp, 1972, *The Common Insects of North America*. Copyright 1972 by L. A. Swan and C. S. Papp. Reprinted by permission of Harper & Row Publishers, Inc. B–D, from E. O. Essig, 1954, *Insects of Western North America*. Reprinted with permission of the Macmillan Publishing Co., Inc. Copyright 1926 by Macmillan Publishing Co., Inc., renewed 1954 by E. O. Essig.]

Superfamily Apoidea

Superfamili ini hanya mencakup dua famili, SPHECIDAE dan APIDAE, meskipun sebagian besar klasifikasi sebelumnya membagi masing-masing kelompok ini menjadi sebanyak 10 famili yang berbeda. Sekitar 8000 Sphecidae telah dideskripsikan di seluruh dunia, termasuk sekitar 1200 di Amerika Utara. Umumnya disebut pengoles lumpur (Gambar 10.35), tawon pasir, tawon berpingsang benang, atau tawon penggali, sebagian besar Sphecidae hidup soliter dan menyediakan sel secara massal, meskipun beberapa spesies bersifat subsosial atau sosial, secara progresif menyediakan sel sepanjang hidup larva. Mangsanya, yang mungkin dilumpuhkan atau dibunuh langsung, terdiri dari berbagai macam serangga (baik yang belum dewasa maupun dewasa) dan arakhnida. Dibeberapa spesies memiliki tingkat kekhususan yang tinggi antara tawon dan mangsanya. Beberapa spesies adalah cleptoparasit dari sphecids lainnya



FIGURE 10.35. Apoidea. The black and yellow mud dauber, *Sceliphron caementarium* (Sphecidae). [From L. A. Swan and C. S. Papp, 1972, *The Common Insects of North America*. Copyright 1972 by L. A. Swan and C. S. Papp. Reprinted by permission of Harper & Row Publishers, Inc.]

ANDRENINAE (Gambar 10.36A) adalah lebah soliter umum di wilayah holarktik, dengan sekitar 2000 spesies, termasuk 1200 dari Amerika Utara. Andreninae biasanya bersarang di liang di tanah. Seringkali, sejumlah besar bersarang di "apartemen" yang sama. Setiap lebah dengan "suite"-nya sendiri. MEGACHILINAE membentuk subfamili lain yang sangat besar (3000 spesies), yang mencakup lebah pemotong daun yang sudah dikenal (Gambar 10.36B,C), betina yang membangun sarang dari pecahan daun. Namun, yang lain, membangun sarang dari lumpur hidup di liang, di bawah batu, dan di lubang lain yang sesuai. Beberapa spesies areparasitik pada lebah lain. *Megachile rotundata*, lebah pemotong daun alfalfa, dibudidayakan dalam skala besar di Amerika Utara untuk digunakan sebagai penyerbuk alfalfa. Lebah madu yang lebih lemah dapat menyerbuki tanaman ini tetapi mengalami kesulitan dalam memaksa masuk ke dalam bunga dan segera mengetahui bahwa ada sumber makanan yang lebih mudah. Lebah pemotong daun dapat meningkatkan hasil bijinya beberapa kali lipat.

ANTHOPHORINAE membentuk kelompok besar (4000 spesies) yang sebagian besar terdiri dari lebah soliter atau parasit. Betina dari bentuk soliter sering bersarang dalam jumlah besar berdekatan, biasanya di lubang di tanah (lebah penggali) atau menggali ke dalam kayu atau batang tanaman (lebah tukang kayu) (Gambar 10.36D,E). Di beberapa lebah tukang kayu ada organisasi sosial primitif di mana ratu, secara morfologis identik dengan keturunannya (pekerja), bertelur dan berumur panjang, sedangkan para pekerja biasanya tidak bertelur dan hidup hanya untuk waktu yang relatif singkat. Subfamili APINAE, kelompok kosmopolitan yang terdiri dari sekitar 1000 spesies, mencakup semua lebah yang sangat sosial dan beberapa spesies soliter neotropis. Subfamili termasuk lebah anggrek (suku EUGLOSSINI), lebah bumble (BOMBINI), lebah madu (APINI), dan lebah tak bersengat (MELIPONINI). Lebah anggrek adalah spesies neotropis, kebanyakan soliter, yang jantannya merupakan penyerbuk dari banyak spesies anggrek. Lebah bumble (Gambar 10.36F) adalah lebah yang umum, besar, berbulu, ditemukan terutama di wilayah holarktik.

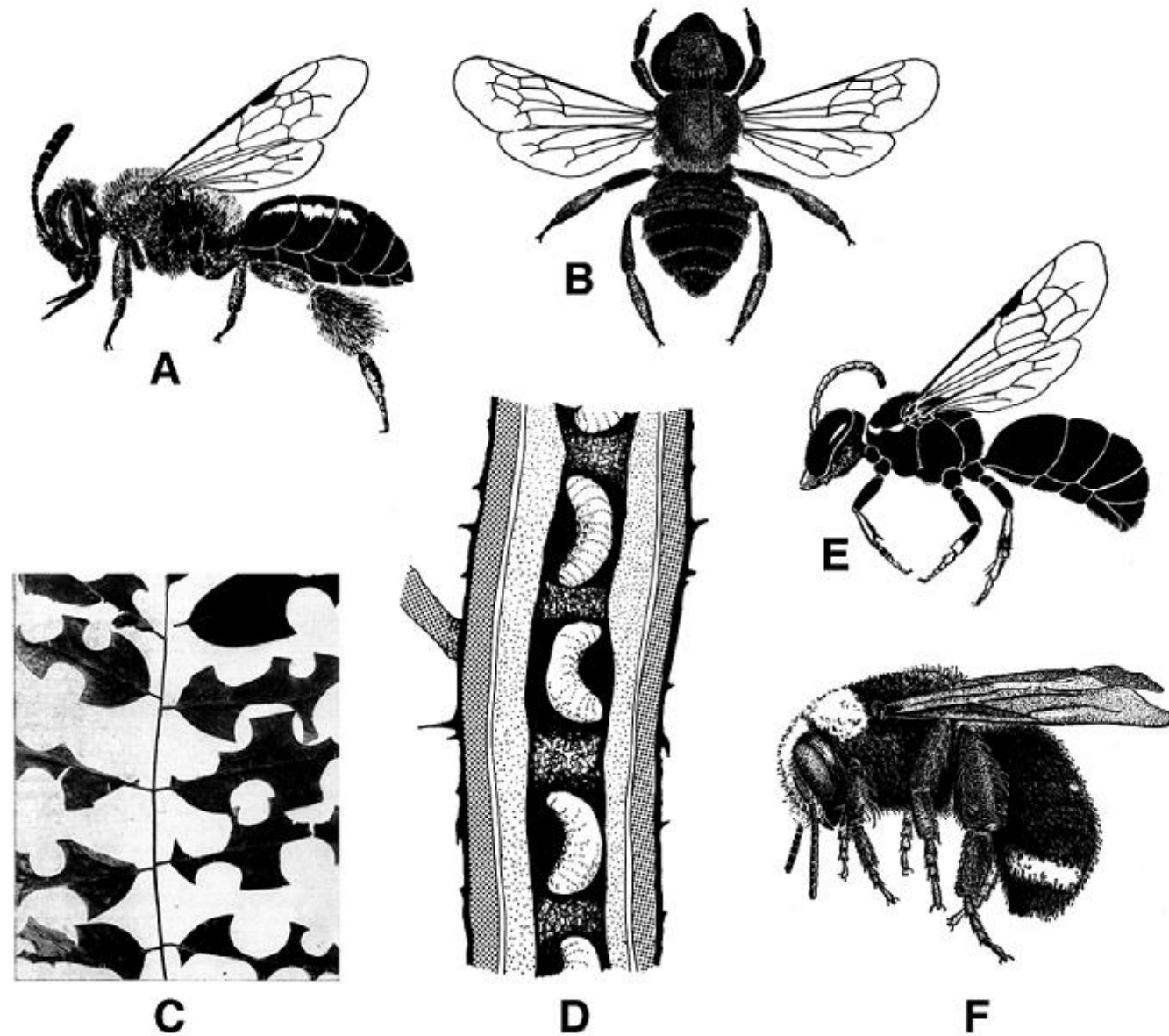


FIGURE 10.36. Apoidea: Apidae. (A) *Andrena* sp. (Andreninae); (B) a leaf-cutter bee, *Megachile latimanus* (Megachilinae); (C) the work of leaf-cutter bees; the removed portions of the leaves were used in nest building; (D) nest of the small carpenter bee, *Ceratina dupla* (Anthophorinae); (E) *Ceratina acantha* (Anthophorinae); and (F) the yellow-faced bumble bee, *Bombus vosnesenskii* (Apinae). [A–C, E, F, from E. O. Essig, 1954, *Insects of Western North America*. Reprinted with permission of the Macmillan Publishing Co., Inc. Copyright 1926 by Macmillan Publishing Co., Inc.; renewed 1954 by E. O. Essig.]

Termasuk dalam Apini adalah lima spesies Apis, yang paling dikenal adalah *A. mellifera*, lebah madu (Gambar 10.37), penduduk asli Eropa dan Afrika, tetapi sekarang kosmopolitan sebagai hasil perdagangan. Sebagian besar spesies lebah tanpa sengat sangat sosial, dengan ratu dan pekerja yang berdiferensiasi baik, dan sistem komunikasi yang sebanding dengan lebah madu. Namun, pada *Melipona* dan *Trigona mass* terjadi penyediaan sel induk, dan tidak ada kontak antara yang dewasa dan yang muda. Ratu muda *Trigona* dibesarkan dalam sel khusus, seperti halnya Apis. Namun, berbeda dengan *Apis*, ratu muda dan pembantunya membentuk sarang baru; ratu lama, karena terlalu besar dan berat untuk terbang, tidak dapat pindah ke tempat baru seperti yang terjadi di *Apis*.

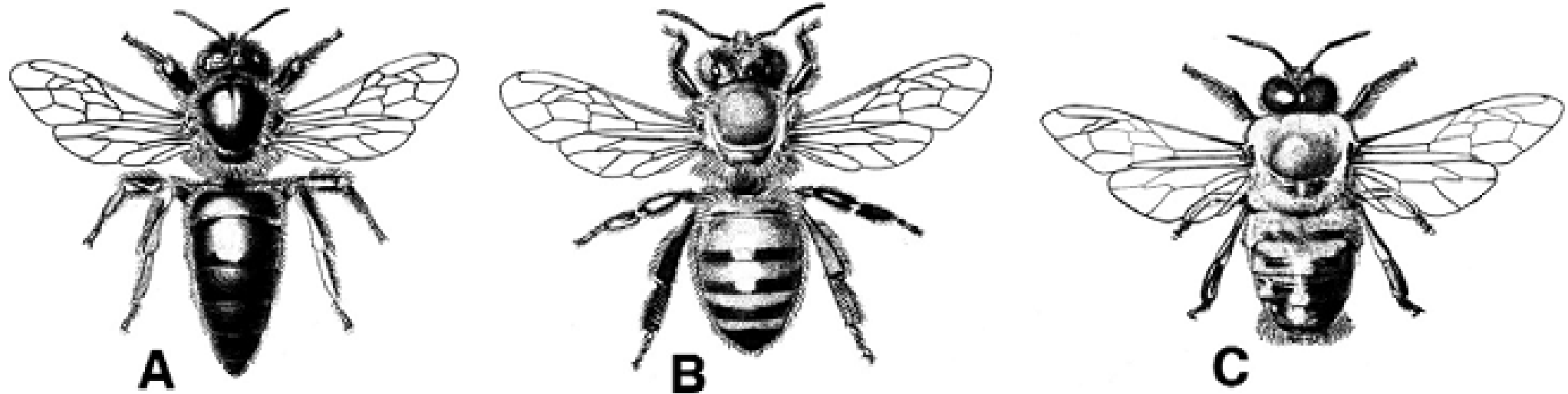
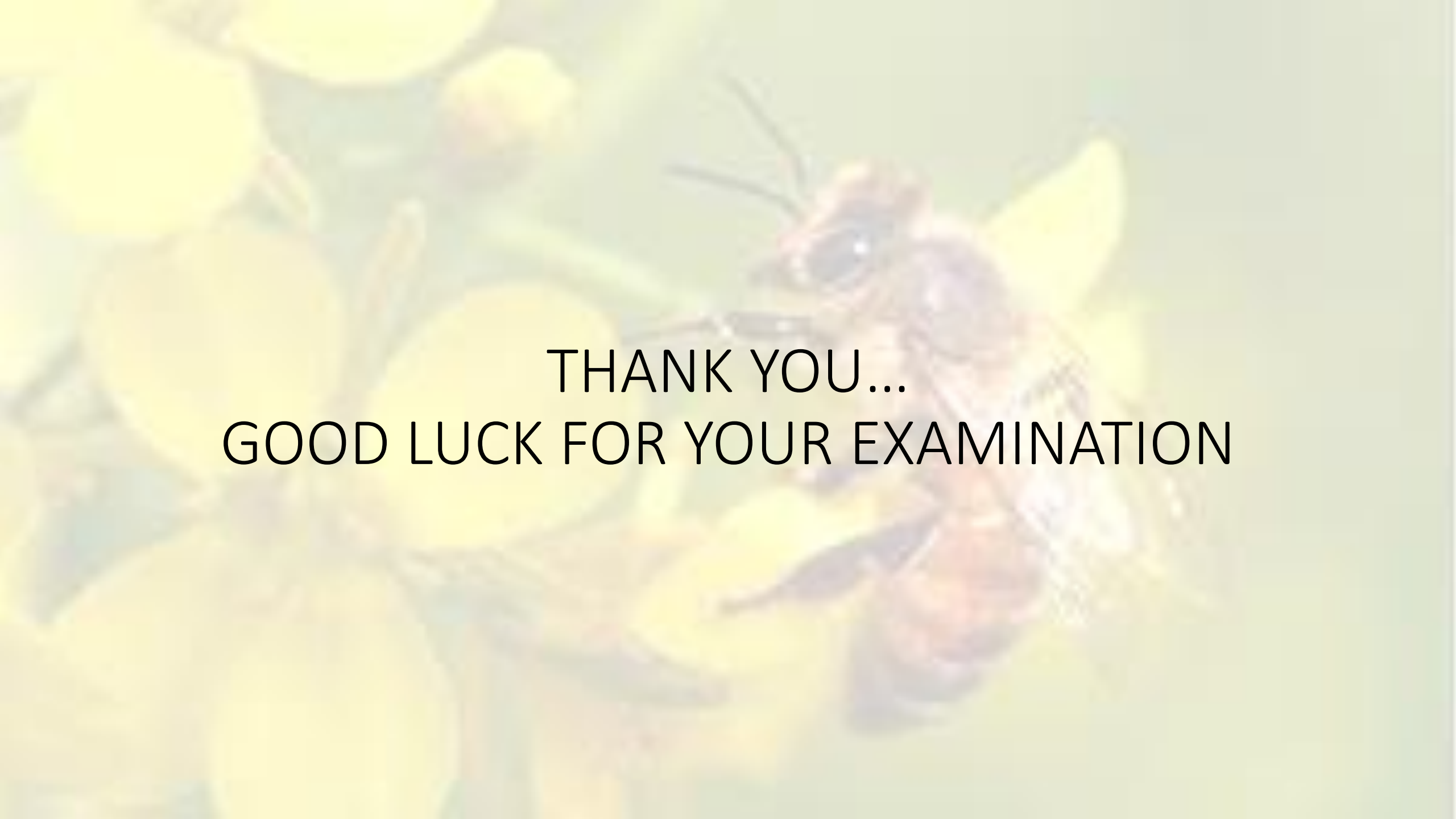


FIGURE 10.37. Apoidea. The honey bee, *Apis mellifera* (Apidae). (A) Queen, (B) worker, and (C) drone. [From G. Nixon. 1959, *The World of Bees*, Hutchinson. Reprinted by permission of The Random House Group Ltd.]

A close-up photograph of a bee on a yellow flower, with the image being semi-transparent. The bee is positioned on the right side of the frame, facing left. The flower is a bright yellow color with several petals visible. The background is a soft, out-of-focus green, suggesting a natural outdoor setting. The text is centered over the image in a black, sans-serif font.

THANK YOU...
GOOD LUCK FOR YOUR EXAMINATION