Pedoman Mengoleksi, Preservasi serta Kurasi Serangga & Arthropoda Lain

PUSAT KARANTINA TUMBUHAN DAN KEAMANAN HAYATI NABATI
BADAN KARANTINA PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN
2015

PENYEMPURNAAN KEBIJAKAN

PEDOMAN
MENGOLEKSI, PRESERVASI SERTA KURASI SERANGGA DAN ARTHROPODA LAIN

PUSAT KARANTINA TUMBUHAN DAN

KEAMANAN HAYATI NABATI

BADAN KARANTINA PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN
2015

TIM PENYUSUN

Pusat Karantina Tumbuhan dan Keamanan Hayati Nabati:

Dwi Wahidati Oktarima, SP., M.Si

KATA PENGANTAR

Sesuai dengan tugas pokok dan fungsinya, Pusat Karantina Tumbuhan dan Keamanan Hayati Nabati berusaha menyediakan perangkat pendukung dalam bentuk pedoman yang mencakup berbagai aspek dan berbagai tujuan, diantaranya adalah Pedoman Mengoleksi, Preservasi serta Kurasi Serangga dan Arthropoda Lain.

Pedoman Mengoleksi, Preservasi serta Kurasi Serangga dan Arthropoda Lain disusun dengan maksud memenuhi kebutuhan UPT akan standar untuk Mengoleksi, Preservasi serta Kurasi Serangga dan Arthropoda Lain.

Dengan tersusunnya Pedoman Mengoleksi, Preservasi serta Kurasi Serangga dan Arthropoda Lain, maka sudah sepatutnya kami memanjatkan puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat perkenan dan limpahan rakhmat-Nya hal tersebut bisa terwujud. Disamping itu, kami menyadari bahwa tanpa bantuan dan kerja keras berbagai pihak pedoman ini tidak akan pernah ada. Oleh sebab itu dengan kerendahan hati kami mengucapkan terima kasih kepada Bapak/Ibu yang telah memberikan masukan, sumbangan pemikiran dan informasi lainnya sehingga pedoman ini dapat disusun.

Mudah-mudahan bermanfaat.

Jakarta, 2015

Kepala
Pusat Karantina Tumbuhan
dan Keamanan Hayati Nabati

DAFTAR ISI

Halaman

Kata Pengantar i

Daftar Isi ii

Daftar Gambar v

PENDAHULUAN 1

Latar Belakang 1
Tujuan 1
Ruang Lingkup 1
Pengertian Umum 1
Dasar Hukum 2

Bab I KLASIFIKASI SERANGGA 3

Ordo Collembola 3
Ordo Protura 3
Ordo Diplura 4
Ordo Archaeognatha 4
Ordo Tysanura 5
Ordo Ephemeroptera 5
Ordo Odonata 6
Ordo Plecoptera 7
Ordo Blattodea 7
Ordo Isoptera 8
Ordo Mantodea 8
Ordo Grylloblattodea 9
Ordo Dermaptera 9
Ordo Othoptera 10
Ordo Phasmatodea 11
Ordo Embioptera 12
Ordo Zoraptera 12
Ordo Psocoptera 13
Ordo Pthiriaptera 13
Ordo Thysanoptera 14
Ordo Hemiptera 15
Ordo Strepsiptera 16
Ordo Megaloptera 17
Ordo Raphidioptera 17
Ordo Neuroptera 18
Ordo Coleoptera 18
Ordo Mecoptera 20
Ordo Siphonaptera 20
Ordo Diptera 21

Ordo Trichoptera 22
Ordo Lepidoptera 23
Ordo Hymenoptera 24
Bab II PENGUMPULAN SPESIMEN DI LAPANGAN 26
Perlengkapan Mengoleksi 26
Aspirator 26
Jaring Serangga 27
Metode Pengumpulan Spesimen 29
Metode Pengumpulan Aktif 29
Penangkapan Langsung dengan Tangan 29
Pengumpulan dengan Teknik Guncangan 30
Pengumpulan dengan Jaring Serangga 30
Pengumpulan dengan Bahan Kimia 31
Metode Pengumpulan Pasif 32
Pengumpulan dengan Lubang Jebakan 32
Pengumpulan dengan Perangkap Nampan Kuning 33
Pengumpulan dengan Perangkap Berperekat 34
Pengumpulan dengan Perangkap Malaise 34
Pengumpulan dengan Perangkap Cahaya 35
Pengumpulan dengan Ekstraksi Serasah 36
Pemeliharaan (*Rearing*) 38
Bab III PRESERVASI 40
Mematikan dan Penyimpanan Sementara Spesimen 40
Mematikan Spesimen 40
Penyimpanan Sementara Spesimen 42
Preservasi Spesimen 43
Cara Pembuatan Preparat Slide Untuk Tungau 53
Preparasi Mounting Tungau Semi Permanen 53
Preparasi Mounting Tungau Permanen 54
Cara Pembuatan Preparat Slide untuk Thrips 55
Preparasi Mounting Thrips Semi Permanen 55
Preparasi Mounting Thrips Permanen 56
Cara Pembuatan Preparat Slide untuk *Mealybug* 57
Preparasi Mounting *Mealybug* Semi Permanen 57
Preparasi Mounting *Mealybug* Permanen 60
Cara Pembuatan Preparat Slide untuk Kutu Daun dan Siphonaptera 62
Pelabelan 63
Pelabelan Spesimen yang di-*pinning* 63
Pelabelan Spesimen dalam Alkohol 64
Pelabelan Preparat Slide 65

Bab IV PENYIMPANAN DAN KURASI 66
Tipe Koleksi 66
Koleksi Kering 66
Koleksi Basah 67
Koleksi Preparat Slide 68
Pencegahan Spesimen dari Infestasi Jamur dan Hama 69
Penelusuran Data Spesimen 69
Spesimen dengan Arti Penting Khusus 69
Pengiriman Spesimen 70
Bab V DAFTAR PUSTAKA 30

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1 Collembola 3
Gambar 2 Protura 4
Gambar 3 Diplura 4
Gambar 4 Archaeognatha 4
Gambar 5 Thysanura 5
Gambar 6 Ephemeroptera 6
Gambar 7 Odonata 6
Gambar 8 Imago Plecoptera 7
Gambar 9 Blattodea 8
Gambar 10 Kasta Prajurit Rayap 8
Gambar 11 Imago Mantodea 9
Gambar 12 Frylloblatodea 9
Gambar 13 Dermaptera 10
Gambar 14 Belalang 10
Gambar 15 Phasmatodea 11
Gambar 16 Imago Embioptera 12
Gambar 17 Imago Zoraptera 12
Gambar 18 Psocoptera 13
Gambar 19 Anoplura 13
Gambar 20 Thrips 15
Gambar 21 Hemiptera 15
Gambar 22 Strepsiptera 16
Gambar 23 Imago Megaloptera 17
Gambar 24 Imago Raphidioptera 17
Gambar 25 Imago Neuroptera 18
Gambar 26 Imago Coleoptera 19
Gambar 27 Ordo Mecoptera 20
Gambar 28 Kutu rambut pada kepala manusia 21
Gambar 29 Diptera 21
Gambar 30 Ordo Trichoptera 22
Gambar 31 Lepidoptera 23
Gambar 32 Hymenoptera 25
Gambar 33 Peralatan yang dibutuhkan untuk mengumpulkan serangga di lapangan 26
Gambar 34 Aspirator 27
Gambar 35 Jaring udara 28
Gambar 36 Jaring ayun 28
Gambar 37 Jaring air 28
Gambar 38 Kolektor mengumpulkan kumbang air langsung ke dalam vial . 29

Gambar 39 Kolektor menggunakan tongkat untuk memukul-mukul tanaman dan jarring sebagai wadahnya 30
Gambar 40 Jaring dibalik untuk mencegah serangga meloloskan diri 31
Gambar 41 *Pitfall trap* 32
Gambar 42 Perangkap nampan kuning 33
Gambar 43 Perangkap berperekat 34
Gambar 44 *Malaise trap* 35
Gambar 45 Kolektor mengumpulkan serangga yang menempel pada kain 35
Gambar 46 Corong Berlese 36
Gambar 47 Kantong Winkler 37
Gambar 48 Cara mematikan kupu-kupu dengan cara menekan bagian bawah toraks dengan telunjuk dan ibu jari 40
Gambar 49 Botol racun etil asetat 41
Gambar 50 Cara membuat kertas papilot 43
Gambar 51 *Relaxing chamber* 44
Gambar 52 Jarum serangga 45
Gambar 53 *Pinning block* 45
Gambar 54 Posisi tusukan jarum pada serangga 46
Gambar 55 Desikator 46
Gambar 56 Penyematan jarum yang benar dan salah 47
Gambar 57 Perentangan embelan sebelum spesimen dikeringkan 48
Gambar 58 Micropinning menggunakan *stage* dan *cube* 49
Gambar 59 Spesimen dalam kapsul gelatin 50
Gambar 60 *Point mount* spesimen berukuran kecil 50
Gambar 61 Cara efektif membuat point 51
Gambar 62 Posisi tusukan jarum pada label untuk spesimen dengan mounting tunggal 64
Gambar 63 Pelabelan spesimen dalam vial 65
Gambar 64 Pelabelan preparat slide 65
Gambar 65 Kotak koleksi 66
Gambar 66 Penyimpanan spesimen dalam koleksi basah 67
Gambar 67 Spesimen disimpan dalam vial 67
Gambar 68 Media penyimpanan preparat slide 68
Gambar 69 Contoh kotak pengiriman dalam karton yang kokoh dan berisi potongan Styrofoam 70
Gambar 70 Susunan spesimen *pinning* untuk dikirim 71
Gambar 71 Cara penyusunan preparat slide untuk keperluan pengiriman.. 72

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Serangga merupakan organisme yang memiliki banyak manfaat bagi kelangsungan hidup dan juga ilmu pengetahuan. Sebanyak 80% spesies atau lebih dalam dunia hewan berasal dari kelompok Arthropoda. Arthropoda dapat ditemukan di berbagai habitat yang berbeda. Serangga mempunyai keanekaragaman yang luar biasa baik dalam fungsi maupun bentuk. Serangga sukses bersaing dengan manusia, sehingga terus-menerus dijadikan bahan penelitian, khususnya dibidang perlindungan tanaman, pengelolaan sumber daya alam, kesehatan dan ilmu kedokteran hewan (Uys & Urban 1996).

Dalam kegiatan menangkap serangga seorang kolektor harus mengetahui habitat tempat serangga hidup, selain itu waktu mengoleksi harus disesuaikan dengan masa aktif atau kebiasaan serangga sehingga kolektor dapat menentukan metode yang akan digunakan dalam menangkap serangga. Beberapa hal yang harus dipertimbangkan dalam mengoleksi serangga antara lain, (1) harus dilakukan secara bertanggung jawab, artinya hanya mengumpulkan serangga yang dibutuhkan, menghindari atau meminimalkan kerusakan habitat, serta membuat spesimen yang bermanfaat bagi peneliti/pengguna dengan membubuhkan label koleksi secara rinci; (2) memperoleh ijin dari instansi yang berwenang (jika diperlukan), Ijin diperlukan apabila koleksi serangga dilakukan di area yang dilindungi pemerintah atau area yang ditetapkan sebagai cagar alam; (3) spesimen voucher disimpan dalam koleksi museum, kolektor harus memastikan bahwa semua spesimen atau spesimen voucher disimpan dan terawat dengan baik (Gullan & Cranston PS 2004).

Tujuan

1. Sebagai acuan petugas karantina tumbuhan untuk menentukan metode mengoleksi, preservasi serta kurasi serangga dan Arthropoda lain yang baik dan benar;
2. Sebagai pedoman dalam membangun koleksi serangga dan Arthropoda lain dari spesies-spesies OPT/OPTK yang ada di Indonesia.

Ruang Lingkup

Ruang lingkup yang diuraikan dalam pedoman ini meliputi metode mengoleksi spesimen di lapangan, preservasi, pemeliharaan di laboratoriumn serta cara pengiriman spesimen.

Pengertian Umum

1. **Tumbuhan** adalah semua jenis sumber daya alam nabati dalam keadaan hidup dan mati, baik belum diolah maupun telah diolah.
2. **Karantina Tumbuhan** adalah tindakan yang merupakan upaya pencegahan masuk dan tersebarnya Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) dari luar negeri dan dari suatu area ke area lain di dalam negeri atau keluarnya dari dalam wilayah Negara Republik Indonesia.

3. **Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT)** adalah semua organisme yang dapat merusak, mengganggu kehidupan, menyebabkan kehilangan hasil atau menyebabkan kematian tumbuhan.
4. **Organisme Pengganggu Tumbuhan Karantina (OPTK)** adalah semua Organisme Pengganggu Tumbuhan yang ditetapkan oleh Menteri untuk dicegah masuknya ke dalam dan tersebarnya di wilayah Republik Indonesia.
5. **Abdomen** adalah bagian posterior tubuh serangga, juga disebut sebagai opisthosoma pada arachnida.
6. **Kitin** adalah substansi yang membentuk eksoskeleton yang keras.
7. **Dorsal** adalah sisi terjauh dari tubuh.
8. **Elytron (Elytra)** adalah sayap depan yang keras pada kumbang, yang juga berfungsi sebagai penutup sayap belakang.
9. **Eksoskeleton** adalah skeleton berkitin keras yang menutupi bagian luar tubuh.
10. **Halter** sayap belakang yang berbentuk seperti kenop pada lalat yang berfungsi sebagai alat penyeimbang pada saat terbang.
11. **Ooteka** adalah kumpulan telur yang tertutup sekresi, umumnya dari kelenjar aksesori betina.
12. **Fitofag** artinya makan pada tumbuhan.
13. **Voucher specimen** merupakan spesimen yang didapatkan dalam lingkup biologi, baik survei maupun riset dan diawetkan untuk memberi kesempatan dilakukannya verifikasi dan studi lebih lanjut.

Dasar Hukum

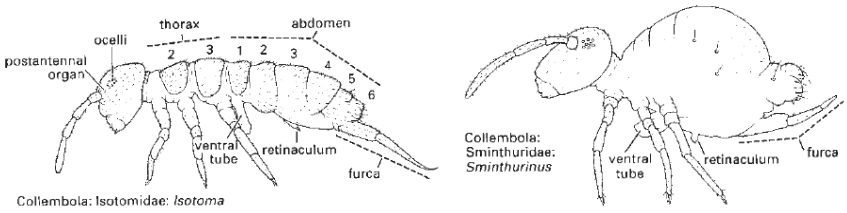
1. Undang-undang Nomor 16 tahun 1992 tentang Karantina Hewan, Ikan dan Tumbuhan
2. Peraturan Pemerintah Nomor 14 Tahun 2002 tentang Karantina Tumbuhan
3. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 51/Permentan/KR.010/9/2015 tentang Jenis Organisme Pengganggu Tumbuhan Karantina (OPTK).

BAB I
KLASIFIKASI SERANGGA

Serangga termasuk dalam filum Arthropoda. Spesies dalam filum ini mempunyai ciri tubuh beruas dan memiliki kerangka luar (eksoskeleton) yang mengandung kitin. Super kelas heksapoda terdiri dari kelas Parainsekta, Diplura, dan Insekta. Kelas parainsekta terdiri dari Ordo Collembola dan Protura. Terdapat sekitar 900.000 spesies anggota Insekta yang teridentifikasi. Berdasarkan ada atau tidaknya sayap, Insekta dibagi menjadi beberapa sub kelas, antara lain Apterygota (Zygentoma) dan Pterygota. Kelas Insekta dan Arachnida merupakan spesies dengan jumlah terbesar dalam Kingdom Animalia.

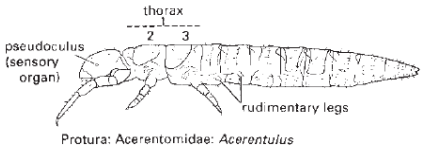
Karakteristik umum serangga dewasa (imago) adalah mempunyai tiga pasang tungkai, dua pasang sayap dan tubuhnya dibagi menjadi kepala, toraks dan abdomen. Serangga memiliki hubungan erat dengan kehidupan manusia sehari-hari dan mempunyai banyak manfaat diantaranya sebagai organisme pengurai, berperan dalam proses penyerbukan maupun sebagai musuh alami bagi hama, beberapa spesies serangga dikenal sebagai perusak tanaman dan produk di tempat penyimpanan, atau mengganggu kesehatan manusia dan hewan ternak. Namun peran ini sangat perlu diperhatikan karena menimbulkan kerugian secara ekonomi. Filogeni heksapoda dapat dijelaskan sebagai berikut (CSIRO 1991):

1. Kelas parainsekta:
   - Ordo Collembola (*springtails*)
     Collembola merupakan arthropoda bertubuh lunak (Gambar 1). Imago biasanya berukuran panjang 1-3 mm, namun pada beberapa spesies panjangnya bisa mencapai 10 mm. Warna tubuh bervariasi dari hitam, putih, abu-abu hingga berwarna dan bermotif. Collembola dilengkapi seta dengan bentuk dan ukuran bervariasi. Sebanyak lebih dari 6000 spesies Collembola dari 5000 genus telah dideskripsikan. Nama umum "*Springtails*" berasal dari kemampuannya melompat dalam jarak jauh ketika diganggu (CSIRO 1991).



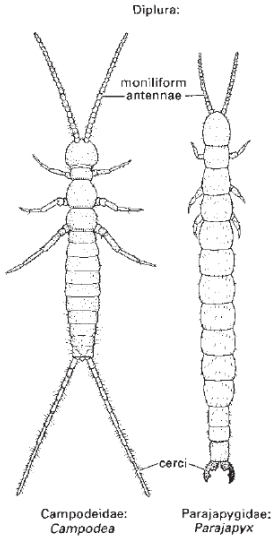
Gambar 1. Collembola (Gullan & Cranston 2010)

   - Ordo Protura
     Protura (Gambar 2) mempunyai panjang tubuh imago kurang dari 2 mm, sebagian besar tidak berpigmen, halus, tidak memiliki antena, memiliki 5 ruas pada tungkai, tungkai depan termodifikasi menjadi fungsi sensorik, mempunyai 12 ruas abdomen imago, tidak ada sersi, ovarium meoistic, spermatozoa non motil; juvenil anamorphic, mempunyai kemampuan menyamar dan bergerak dengan perlahan. Lebih kurang 500 spesies protura di dunia telah dideskripsikan (CSIRO 1991).



Gambar 2. Protura (Gullan & Cranston 2010)

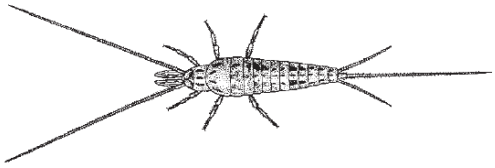
2. Kelas/Ordo Diplura
   Diplura (Gambar 3) merupakan ordo yang kosmopolit dan terdiri dari lebih kurang 800 spesies. Panjang tubuh imago bervariasi dari 5-50 mm, tubuh menyempit dan umumnya tidak berpigmen, tidak memiliki mata, bentuk antena moniliform, memiliki 10 ruas abdomen dan memiliki sersi. Perkembangan larva epimorphic (CSIRO 1991).



Gambar 3. Diplura (Gullan & Cranston 2010)

3. Kelas Insekta

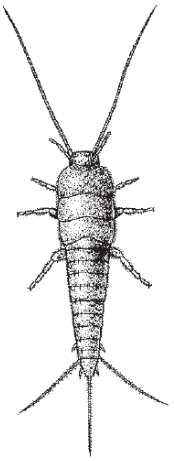
   - Sub kelas/Ordo Archaeognatha (*bristletails*)
     Archaeognatha (Gambar 4) memiliki sekitar 350 spesies yang terdiri dari tiga famili. Tubuhnya panjang, berwarna cokelat keabuan, tanpa sayap, mata majemuk besar, memiliki ocelli, antena memanjang, terdapat tiga embelan yang menyerupai ekor pada bagian ujung abdomen, tubuh pipih lateral dan memiliki mata majemuk yang besar. *Bristletails* merupakan peloncat aktif, biasa ditemukan diantara serasah daun, di bawah kulit kayu atau bebatuan (CSIRO 1991).



Gambar 4. Archaeognatha (Gullan & Cranston 2010)

- Sub kelas Dicondylia
  - Infra kelas Apterygota (Zygentoma) / Ordo Thysanura (*fishmoth, silverfish*)

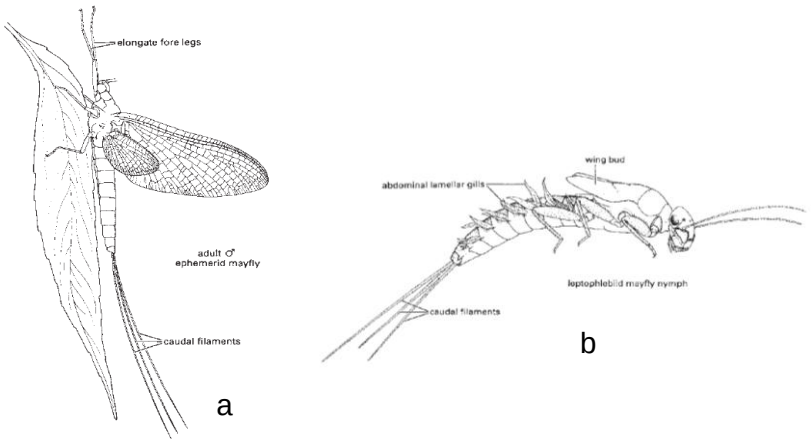
    Ordo ini mencakup 370 spesies dalam empat famili, yang lebih beragam secara struktur dan ekologi dibanding Archaeognatha. Ordo Thysanura (Gambar 5) tergolong serangga primitif tidak bersayap, tubuh memanjang, berwarna silver, dan memiliki tipe tungkai kursorial. Tubuh pipih dorsoventral, bersisik atau polos, dengan atau tanpa pigmen, terdapat tiga embelan yang menyerupai ekor pada bagian ujung abdomen, mata majemuk tereduksi atau tidak ada, tidak mempunyai oseli kecuali pada Lepidothrichidae, antena memanjang, flagela filiform; bagian-bagian mulut entognatha, palpus maksila beruas 5. Betina berkembang baik, ovipositor ramping, umumnya memanjang, sersi menjauh dari sumbu tubuh. *Fishmoth* sering dijumpai di rumah-rumah, memakan senyawa pati yang terkandung pada benda seperti kertas dan linen, seringkali menyebabkan kerusakan pada buku-buku dan dokumen (CSIRO 1991) .



Gambar 5. Thysanura (Gullan & Cranston 2010)

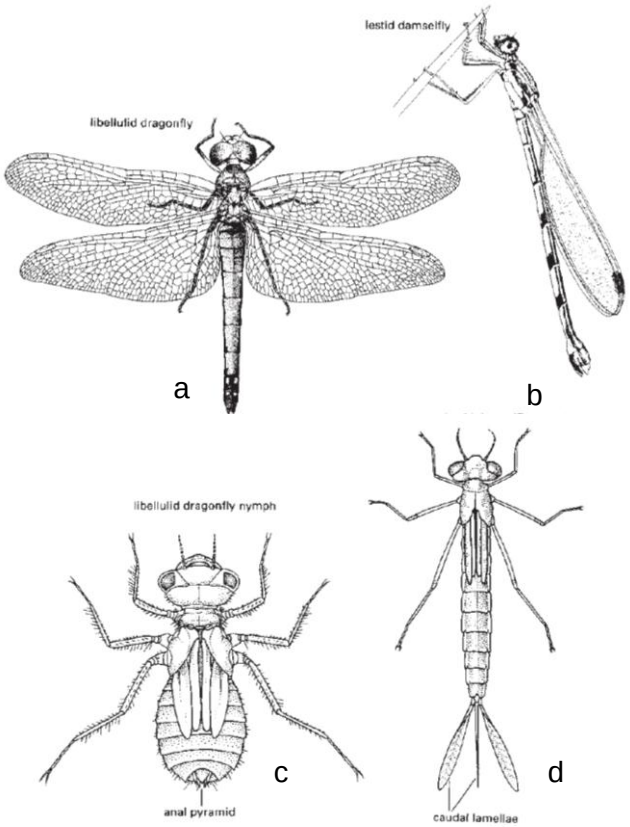
  - Infra kelas Pterygota
    - Divisi/Ordo Ephemeroptera (*mayflies*/lalat sehari)

      Ephemeroptera (Gambar 6) merupakan serangga primitif bersayap, imago berukuran sangat kecil, berumur pendek yang dicirikan dengan adanya satu filamen kaudal panjang dan dua sersi pada ujung abdomen. Nimfa dapat ditemukan menempel pada batu di sungai yang airnya jernih dan keberadaan nimfa Ephemeroptera merupakan indikator kualitas air yang baik. Nimfa mempunyai tipe alat mulut mandibulata, namun tidak berfungsi pada imago; abdomen nimfa dan imago terdiri dari 2 atau 3 filamen caudal (sersi dan terminal filamen). Lama hidup imago berkisar 1-2 jam sampai beberapa hari dan umunya tidak bergerak jauh dari air. Imago tidak makan, aktivitas kawin dilakukan di udara di atas atau dekat air. Beberapa spesies mempunyai tipe reproduksi partogenesis (CSIRO 1991). Imago berukuran sangat kecil, Brittain (1982) menyatakan bahwa imago biasanya tersebar pada daerah bebatuan dan semak-semak, terbang berpasangan dan bertelur di permukaan air.



Gambar 6. Ephemeroptera; a. imago; b. nimfa (Gullan & Cranston 2010)

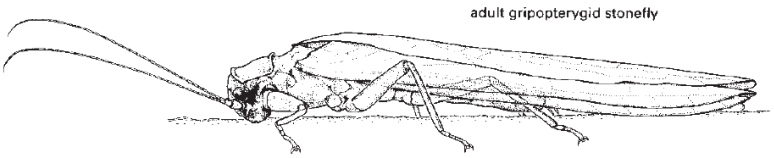
- Divisi/Ordo Odonata
  Serangga dalam ordo Odonata (Gambar 7) berukuran sedang sampai besar dan seringkali berwarna menarik. Serangga ini menghabiskan sebagian besar hidupnya untuk terbang. Imago Odonata memiliki tubuh memanjang, langsing dan kemampuan terbang yang berkembang sangat baik. Nimfa hidup di air, memiliki labium yang memanjang yang dimodifikasi untuk merebut mangsa, dan bernapas menggunakan insang trakea (CSIRO 1991).



Gambar 7. Odonata; a. Imago Anisoptera; b. Imago Zygoptera; c. Naiad Anisoptera; d. Naiad Zygoptera (Gullan & Cranston 2010)

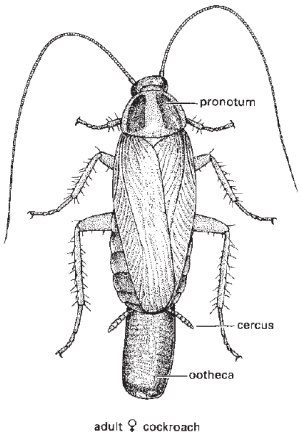
Nimfa hidup di air (akuatik) dengan bentuk labium unik untuk menangkap mangsa. Imago mempunyai dua pasang sayap dengan bentuk mirip dan venasi yang banyak. Nimfa dan imago capung merupakan predator berbagai serangga-serangga dan organisme lain (Borror et al. 1992). Ordo Odonata terbagi menjadi 2 sub ordo yaitu Anisoptera dan Zygoptera. Anisoptera memiliki tubuh kuat, pangkal sayap belakang lebih lebar dari pangkal sayap depan, posisi sayap pada saat istirahat diletakkan mendatar di atas tubuh. Sub ordo Zygoptera mempunyai abdomen ramping, bentuk dan ukuran sayap depan dan belakang yang sama, posisi sayap pada saat istirahat tegak lurus dengan tubuh (Hadi 2009).

- Divisi Neoptera:
  - Ordo Plecoptera
    Plecoptera (Gambar 8) merupakan ordo dari serangga air dengan total keseluruhan lebih dari 2000 spesies di dunia. Serangga ini dikenal juga dengan sebutan *stonefly* atau lalat batu karena nimfa Plecoptera hidup di dasar perairan dengan bebatuan sebagai substratnya. *Stonefly* ditemukan di semua benua kecuali Antartika dan dari permukaan laut hingga ketinggian 5600 m (di Himalaya). Tubuh lunak, memiliki empat sayap dengan tampilan yang seragam dan ukuran bervariasi dari 4 sampai 50 mm. Imago umumnya bersayap (rentang sayap maksimum sekitar 110 mm), namun pada beberapa genus ada tipe yang tidak bersayap. Plecoptera umumnya hidup di perairan tawar yang bersih pada suhu di bawah 25°C dengan kadar oksigen cukup dan sama sekali tidak tahan terhadap polusi (CSIRO 1991)



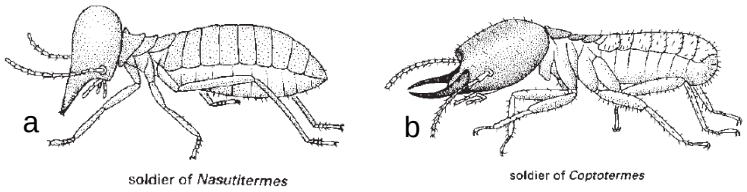
Gambar 8. Imago Plecoptera (Gullan & Cranston 2010)

  - Ordo Blattodea
    Tubuh Blattodea (Gambar 9) pipih dorsoventral, tipe alat mulut mengunyah dan mengarah kebawah. Sayap depan biasanya dimodifikasi menjadi tegmina yang mengeras, sedangkan sayap belakang berupa membran. Sayap depan dan belakang pada Blattodea ada yang tereduksi ataupun tidak bersayap. Tipe tungkai kursorial, beberapa fossorial, mempunyai tarsi dengan 5 ruas. Alat kelamin jantan asimetris, ovipositor bentina tersembunyi. Sersi dengan satu ruas atau lebih. Telur terbungkus ooteka yang dapat dibawa sampai menetas atau diletakkan di atas substrat (ovipar), atau ditarik ke dalam uterus atau kantung telur sampai melahirkan (ovovivipar dan vivipar) (CSIRO 1991).



Gambar 9. Blattodea (Gullan & Cranston 2010)

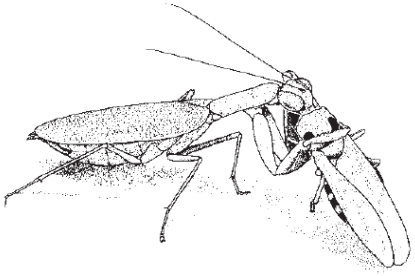
- Ordo Isoptera
  Isoptera termasuk ordo yang dekat dengan Blattodea, umumnya ditemukan pada daerah tropis dan subtropis. Ordo ini terdiri dari lebih dari 2300 spesies. Serangga bertubuh lunak ini mempunyai kemapuan menyamar dan hidup berkemompok (berkoloni). Setiap koloni terdiri dari beberapa kasta, setiap kasta mempunyai kekhususan dalam hal morfologi dan perilaku untuk menjalankan tugas yang berbeda. Tiga kasta yang dikenal antara lain. (1) Reproduktif, raja dan ratu tersklerotisasi dengan baik dan tidak bersayap (alate). (2) Prajurit (Gambar 10), jantan atau betina steril umumnya bersayap (aptera), kasta prajurit tersklerotisasi dengan baik, dengan kepala yang dilengkapi dengan mandibel besar dan moncong (rostrum atau *nasus*) panjang. (3) Pekerja. Biasanya tidak berpigmen, bersayap, jantan dan betina steril, dan tidak ada modifikasi khusus (CSIRO 1991, Boror *et al.* 1992).



Gambar 10. Kasta prajurit rayap; a. *Nasutitermes;* b. *Coptotermes* (Gullan & Cranston 2010)

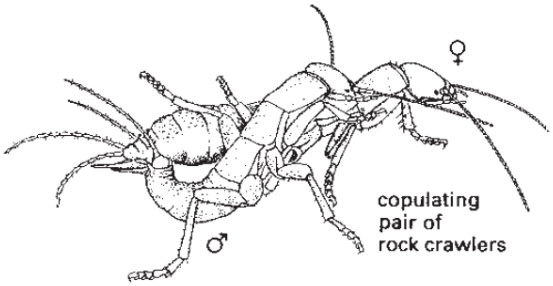
- Ordo Mantodea
  Ada sekitar 2.300 spesies dalam ordo Mantodea di seluruh dunia; sebagian besar ditemukan di daerah tropis atau subtropis, namun beberapa spesies juga ditemukan pada daerah beriklim sedang. Mantodea (Gambar 11) mempunyai karakteristik yang khas, memiliki tubuh dan tungkai yang panjang, kepala dapat digerakkan fleksibel ke arah belakang pundak mereka, serta mempunyai kemampuan menyamar menyerupai daun atau ranting tanaman.

Mantodea atau belalang sembah adalah serangga yang bergerak lamban, berukuran besar dan mempunyai penampilan menarik karena bentuk tungkai depannya yang mengalami modifikasi. Tungkai depan merupakan tipe raptorial untuk menangkap mangsa dengan koksa besar, sedangkan tungkai tengah dan belakang tipe kursorial. Sayap depan termodifikasi menjadi tegmina yang mengeras dan sayap membran di bagian belakang. Pada spesies tertentu sayap tereduksi (khususnya pada betina) atau tidak bersayap. Belalang sembah merupakan serangga predator tingkat tinggi yang makan segala macam serangga (termasuk belalang sembah lainnya) (CSIRO 1991).



Gambar 11. Imago Mantodea (Gullan & Cranston 2010)

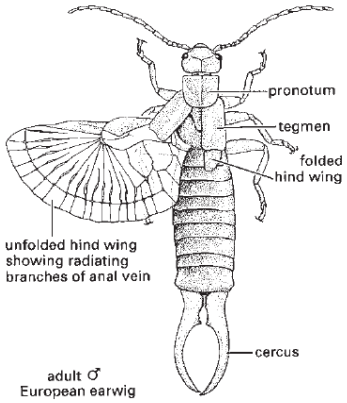
- Ordo Grylloblattodea
  Serangga dalam ordo Grylloblattodea (Gambar 12) tidak bersayap, hidup di darat, memiliki panjang tubuh lebih kurang 250 mm, bentuk tubuh pipih, kepala agak prominen. Ovipositor terletak diantara dua abdominal sersi yang digunakan juga untuk bertelur. Tipe alat mulut serangga ini mandibulata, tipe tungkai kursorial dengan koksa besar (CSIRO 1991).



Gambar 12. Grylloblattodea (Gullan & Cranston 2010)

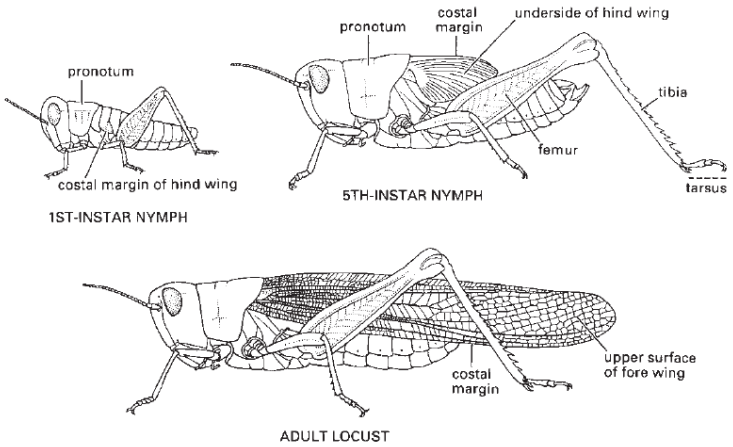
- Ordo Dermaptera
  Serangga pada ordo ini mempunyai ciri-ciri tubuh memanjang dan relatif pipih, mempunyai sayap depan yang keras yang dipakai untuk menutupi atau melindungi tubuhnya. Ciri yang unik adalah bentuk sersi pada ujung abdomen yang menyerupai tang. Sayap depan mengeras dan menutupi sebagian ruas abdomen, sedangkan sayap belakang digunakan untuk terbang dan dilipat di bawah sayap depan pada saat posisi istirahat. Serangga

Dermaptera lebih mengandalkan kekuatan tungkai untuk berjalan dan berlari dibandingkan sayap untuk terbang, walaupun beberapa jenis serangga Dermaptera (Gambar 13) menggunakan sayapnya untuk terbang (Borror et al., 1997).



Gambar 13. Dermaptera (Gullan & Cranston 2010)

- Ordo Orthoptera
  Orthoptera (Gambar 14) berarti bersayap lurus, serangga yang termasuk dalam ordo ini melipatkan sayapnya pada saat istirahat secara lurus di atas tubuhnya. Anggota yang termasuk dalam ordo ini umumnya adalah serangga peloncat yang dicirikan dengan ukuran femur tungkai belakang yang besar. Tipe alat mulut menggigit mengunyah. Bentuk tubuh bulat memanjang dengan kepala hypognathous. Mata faset jelas dan besar dengan dua atau tiga oseli atau tanpa oseli. Antena relatif panjang, bahkan pada spesies tertentu dapat melebih panjang tubuhnya dengan ruas yang banyak.



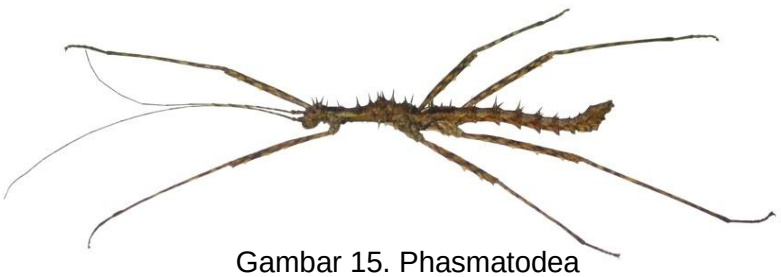
Gambar 14. Belalang (Gullan & Cranston 2010)

Pada Orthoptera, terdapat serangga bersayap dan juga tidak bersayap. Serangga yang bersayap memliki sayap depan yang lebih sempit dari sayap belakang dengan pengerasan/penebalan vena-vena yang disebut tegmina. Sayap belakang membranous dan melebar dengan vena-vena teratur. Serangga pradewasa dan imago mempunyai habitat dan makanan yang sama. Umumnya fitofag, ada beberapa zoofag dan bahkan ada yang bersifat kanibal.

- Ordo Phasmatodea
  Phasmatodea (Gambar 15) merupakan kelompok serangga terestrial yang berukuran besar, habitat hidupnya pada daerah hangat, terutama daerah tropis. Hal yang menarik dari Phasmatodea adalah ukuran mereka yang besar (beberapa spesies mempunyai panjang tubuh lebih dari 30 cm) dan bentuknya yang sangat mirip dengan ranting dan daun.

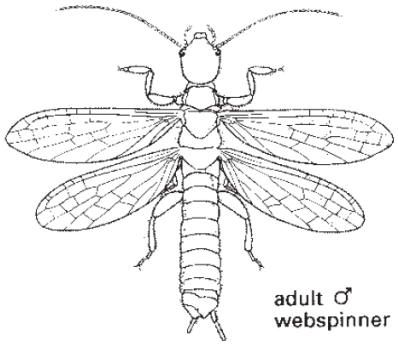
  Terdapat lebih dari 2500 spesies phasmatodea di dunia (Gibb and Osteo 2006). Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki daerah tropis serta memiliki keanekaragaman serangga yang banyak. Pulau Jawa dan Bali memiliki 170 spesies Phasmatodea dengan 57% (whitten, *et al.* 1996). Sampai saat ini masih banyak spesies phasmatodea di Indonesia yang belum teridentifikasi.

  Belalang kayu bertubuh langsing seperti tongkat, lebar kepala sampai abdomen hampir sama dan semua ruas pada tungkai memiliki bentuk dan lebar sama. Berbeda dengan belalang pada Ordo Orthoptera, belalang unik ini merupakan fitofag dan tak satupun dari ordo phasmatodea yang bertindak sebagai predator. Keunikan lain dari belalang ini adalah jalannya yang sangat lambat tidak selincah seperti pada belalang dari ordo Orthoptera, karena tidak semua belalang ini memiliki sayap dan pada beberapa spesies hanya memiliki sayang yang sangat kecil sehingga tidak memungkinkan untuk terbang. Boror (1992) menyatakan bahwa phasmatodea dapat berganti kulit dan membentuk kembali organ yang telah rusak atau hilang dan terkadang tidak semua organ baru dapat terbentuk kembali.



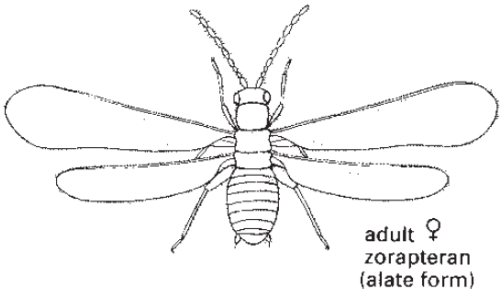
Gambar 15. Phasmatodea

- Ordo Embioptera (*webspinner*)
  Terdapat kurang dari 2000 spesies Embioptera (Gambar 16) di dunia. Semua *webspinner* memiliki bentuk tubuh yang sangat mirip, meskipun berbeda warna dan ukuran. Mayoritas embioptera berwarna cokelat atau hitam, beberapa speseis berwarna pink atau kemerahan, dengan ukuran beragam mulai dari 15 – 20 mm. Bentuk tubuh silinder memanjang, langsing dan fleksibel disesuaikan dengan bentuk terowongan sutera dimana serangga hidup. Ruas pertama toraks kecil dan sempit, sedangkan ruas kedua dan ketiga lebih besar dan lebih lebar, terutama pada jantan, tempat otot sayap. Imago betina dan nimfa bersayap, sedangkan imago jantan ada juga yang tidak bersayap. Bentuk dan ukuran sayap depan dan belakang mirip, dengan venasi yang relatif sederhana. Mata majemuk berbentuk ginjal, tidak ada oseli dan memiliki antena dengan 32 ruas (CSIRO 1991).



Gambar 16. Imago Embioptera (Gullan & Cranston 2010)

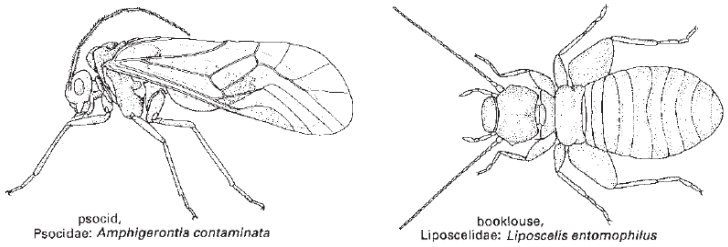
- Ordo Zoraptera
  Serangga dalam ordo Zoraptera (Gambar 17) mempunyai panjang tubuh lebih kurang 3 mm, dan ditemukan hidup berkelompok dibawah kulit kayu, kayu yang membusuk dan sarang rayap. Tipe alat mulut menggigit mengunyah, ada tipe bersayap dan tidak, sayap membranous dengan sedikit venasi, sersi pendek; ovipositor pada imago betina tereduksi atau tidak ada (Gullan & Cranston 2010).



Gambar 17. Imago Zoraptera (Gullan & Cranston 2010)

- Sub Divisi Paraneoptera:
  - Ordo Psocoptera

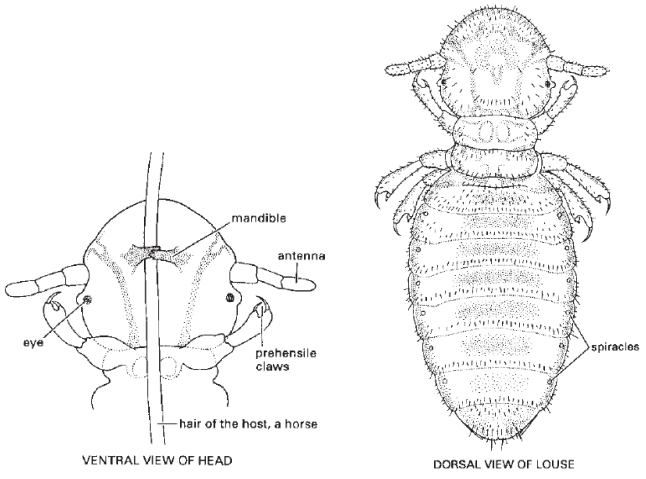
    Psocoptera (Gambar 18) tersebar di hampir semua negara. Panjang tubuhnya berkisar antara 1-10 mm dan mempunyai ciri bentuk kepala bulat dan dapat bergerak bebas, antena filiform panjang, pterotoraks melebar, sayap dengan venasi tereduksi, posisi sayap pada saat istirahat menyerupai atap dan diletakkan di atas abdomen (Gullan & Cranston 2010).



Gambar 18. Psocoptera (Gullan & Cranston 2010)

  - Ordo Pthiriaptera

    Terdapat hampir 5000 spesies dari ordo Pthiriaptera di dunia. Serangga ini tidak bersayap, bentuk antena filiform. Tungkai berkembang dengan baik dan gemuk dengan satu atau dua ruas tarsi, memiliki cakar yang kuat untuk melekat pada rambut atau bulu inangnya. Telur diletakkan pada rambut atau bulu inangnya. Semua fase perkembangan serangga ini hidup pada inangnya. Tipe alat mulut mandibulata pada Amblycera, Ischnocera dan Rhyncopthitina, sedangkan menusuk mengisap untuk Anoplura.



Gambar 19. Anoplura (Gullan & Cranston 2010)

Tipe perkembangan hemimetabola. Mata tidak ada atau tereduksi. Tubuh pipih dorsoventral, ektoparasit. Empat sub ordo parasit antara lain: Rhynchopthirina (kelompok kutu yang ditemukan hanya pada gajah dan babi hutan),

Amblycera dan Ischnocera (ketiga taksa ini merupakan kutu penggigit dan pengunyah, dulu disebut sebagai Mallophaga), dan Anoplura (kutu pengisap) (Gambar 19). Kutu ini merupakan parasit obligat pada semua ordo burung dan hampir semua mamalia (kecuali kelelawar). Ischnocera dan Amblycera makan pada bulu burung dan kulit mamalia, sedikit dari kelompok Amblycera yang makan pada darah. Anoplura makan hanya pada darah mamalia (Gullan & Cranston 2010).

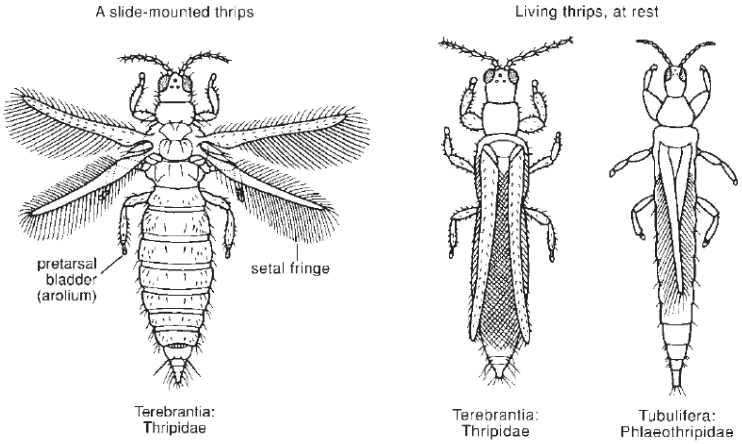
- Ordo Thysanoptera

  Thysanoptera merupakan serangga yang berukuran kecil (panjang tubuh mulai dari 0.5-15 mm) dan tersebar di seluruh dunia. Ordo ini terdiri dari hampir 6000 spesies dalam dua subordo: Terebrantia, yang terdiri dari sembilan famili (termasuk speciose Thripidae) dan Tubulifera dengan satu famili (speciose Phlaeothripidae). Tipe perkembangannya antara hemi- dan holometabola.

  Tubuh ramping dan memanjang, kepala memanjang dan hypognathous. Alat mulut terdiri dari lasinia maksilaris yang membentuk stilet, mandibel kanan tidak berkembang dan mandibel kiri berkembang menjadi stilet. Mata majemuk bervariasi dari kecil hingga besar, dan dilengkapi tiga oseli. Antena terdiri dari empat sampai sembilan ruas mengarah ke depan. Pada saat istirahat posisi sayap diletakkan sejajar untuk Terebrantia (Gambar 20.b), sedangkan untuk Tubulifera diletakkan saling tumpang tindih (Gambar 20.c). Tungkai pendek dan beradaptasi untuk berjalan, kadang tungkai depan bertipe raptorial dan tungkai belakang bertipe saltatorial. Abdomen terdiri dari 11 ruas (meskipun hanya 10 ruas yang terlihat). Genitalia jantan tertutup dan simetris. Betina tidak memilihi sersi, ovipositor pada Terrebrantia berbentuk serrate, sedangkan pada Tubulifera berbentuk seperti parasut yang tertarik.

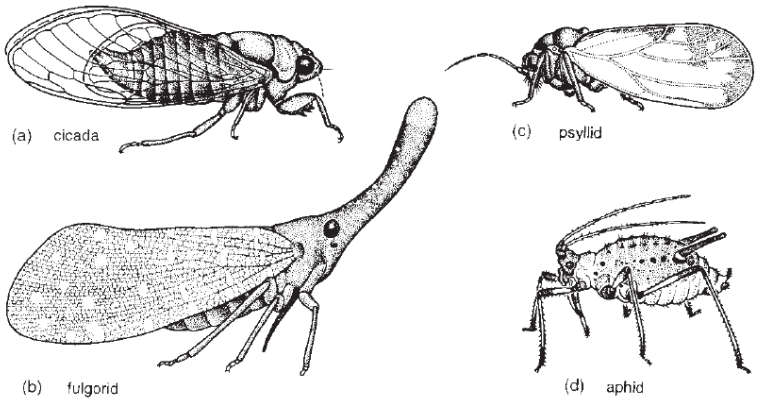
  Telur diletakkan pada jaringan tanaman (Terebrantia) atau pada celah atau vegetasi yang terbuka (Tubulifera). Larva instar pertama dan kedua menyerupai bentuk imago; instar ketiga dan keempat pada Terebrantia atau instar ketiga sampai kelima Tubulifera tidak aktif (istirahat) atau tahap pupasi, dimana terjadi rekonstruksi jaringan. Thrips betina diploid, sedangkan jantan haploid, dihasilkan dari telur yang tidak dibuahi. Umumnya reproduksi partenogenesis Arrhenotoki, jarang dengan telitoki.

  Thrips primitif merupakan pemakan jamur, sekitar setengah dari total spesies thrips pemakan jamur, sebagian besar memakan hifa. Sebagian besar lainnya adalah fitofag, makan pada bunga atau daun termasuk pemicu timbulnya puru, dan ada sebagian kecil yang merupakan predator (Gullan & Cranston 2010).



Gambar 20. Thrips (Gullan & Cranston 2010)

- Ordo Hemiptera
  Hemiptera (Gambar 21) berasal dari kata *Hemi* (setengah) dan *ptera* (sayap) yang berarti sayap serangga pada ordo ini setengah tebal dan setengahnya lagi tipis atau biasa disebut hemelitron. Hemiptera tersebar di seluruh dunia dan merupakan ordo paling beragam dengan hampir 100.000 spesies dalam 145 famili. Ordo ini dibagi9 menjadi dua subordo yaitu Heteroptera dan Homoptera. Mata majemuk umumnya berukuran besar, dan ocelli mungkin ada atau tidak ada. Antena bervariasi dari pendek filiform dengan beberapa segmen atau multisegmentasi. Mulut terdiri dari rahang dan maksila yang dimodifikasi menjadi stilet yang berbentuk seperti jarum. Tipe tungkai umumnya grassorial. Sebagian besar heteroptera memiliki kelenjar bau pada abdomen.

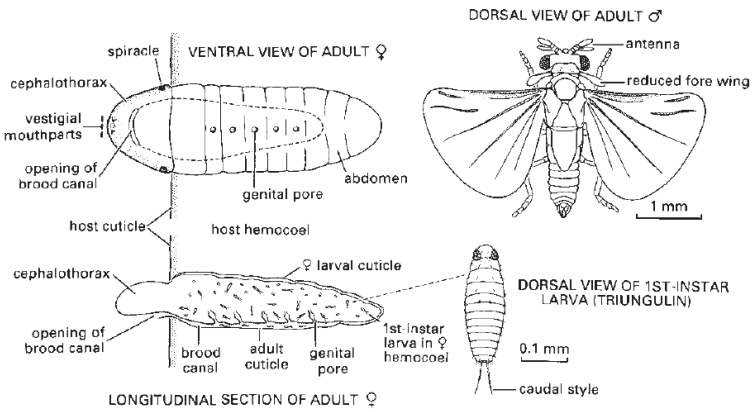


Gambar 21. Hemiptera; (a) Cicadellidae, (b) Fulgoridae, (c) Psyllidae, (d) Aphididae (Gullan & Cranston 2010)

Nimfa heteroptera dan Auchenorrhyncha mirip dengan imago, namun sayap dan alat kelaminnya kurang berkembang. Banyak spesies dari hempitera yang menghasilkan lilin atau membentuk piringan seperti selimut pelindung. Heteroptera non-fitofag terdiri dari predator, beberapa hematofag (pemakan darah), dan beberapa necrofag, dengan kelompok trofik terakhir hidup pada lingkungan perairan atau laut (Gullan & Cranston 2010).

- Sub Divisi Endopterygota (Holometabola):
  - Ordo Strepsiptera

    Jumlah spesies dalam ordo Strepsiptera (Gambar 22) hampir mencapai 6000 spesies. Jantan memiliki kepala besar dengan mata faset menonjol dan berukuran besar, tidak mempunyai ocelli. Antena jantan berbentuk flabelata atau bercabang, dengan empat sampai tujuh ruas. Pro- dan mesotoraks kecil; sayap depan gemuk dan tanpa vena, sedangkan sayap belakang lebar, berbentuk seperti kipas dengan beberapa vena yang menjulur. Triungulin (larva instar pertama) mempunyai tiga pasang tungkai, tanpa mandibel dan antena, instar berikutnya berbentuk seperti belatung, tanpa alat mulut dan embelan lain. Pupa serangga jantan dengan tipe eksarata (embelan terbebas dari tubuh) dan *adectious* (rahang tidak bergerak), puparium terbentuk dari kutikel larva instar terakhir. Sebagian besar betina (kecuali pada Mengenillidae) tahapan pupanya tidak jelas.



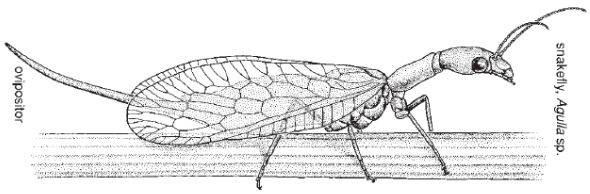
Gambar 22. Strepsiptera (Gullan & Cranston 2010)

Sebanyak tujuh ordo pada Strepsiptera merupakan parasit pada serangga lain, umumnya Hemiptera dan Hymenoptera. Telur menetas didalam tubuh betina (ovovivipar), dan triungula aktif menetas melalui *brood canal* dan mencari inangnya, umumnya pada fase pradewasa. Pada Stylopidae yang memarasit Hymenoptera, triungula meninggalkan inangnya pada saat berbunga, dan mencari imago lebah atau tabuhan yang cocok untuk ditumpangi ke sarangnya, untuk memarasit telur atau larva (Gullan & Cranston 2010).

- Ordo Megaloptera
  Megaloptera (Gambar 23) merupakan predator dan pengurai hanya pada tahap larva serangga akuatik, meskipun imago mempunyai mandibel yang kuat, namun tidak digunakan untuk makan. Abdomen lunak. Larva (kadang disebut sebagai *hellgrammites*) mempunyai 10-12 instar dan membutuhkan waktu setidaknya satu tahun, bisanya dua tahun atau lebih, untuk berkembang, dan tidak toleran terhadap polusi. Larva prognathous, dengan alat mulut yang berkembang baik, termasuk tiga ruas palpus labium, *spiraculate*, dengan insang yang terdiri dari empat sampai lima ruas pada abdomen. Pupa berbentuk seperti kumbang, dapat bergerak bebas karena mempunyai tungkai dan kepalanya mirip dengan larvanya, termasuk fungsi mandibel (Gullan & Cranston 2010).

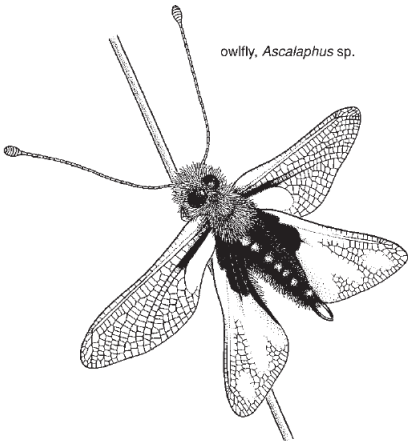
Gambar 23. Imago Megaloptera (Gullan & Cranston 2010)

- Ordo Raphidioptera
  Raphidioptera (Gambar 24) merupakan preadator terestrial pada larva maupun serangga dewasa, dan terjadi hanya pada bagian utara *hemisphere* dan khususnya pada daerah *Holartic*. Imago mirip dengan belalang sembah, dengan protoraks memanjang – seperti pada *Agulla* sp. (Raphidiidae) – dan kepala dapat bergerak bebas digunakan untuk menyerang, berbentuk seperti ular, saat memangsa. Betina dewasa mempunyai ovipositor memanjang. Larva dengan kepala memanjang, dan protoraks tersklerotisasi lebih panjang dari selaput meso- dan metatoraks. jumlah instar larva bervariasi, khasnya dengan 10-11 kadang lebih, dan perkembangan larva membutuhkan waktu satu sampai beberapa tahun. Pupa dapat bergerak (Gullan dan Cranston 2010).



Gambar 24. Imago Raphidioptera (Gullan dan Cranston 2010)

- Ordo Neuroptera
  Neuroptera (Gambar 25) dewasa (misalnya *Ascalaphus* sp.) memiliki sayap dengan banyak vena melintang dan bercabang pada bagian ujungnya; banyak diantaranya merupakan predator; sebagian lainnya makan pada nektar, embun madu, dan pollen. Larva Neuroptera merupakan predator aktif, kepala prognathous dan ramping, mandibel dan maksila memanjang, tipe alat mulut merupakan kombinasi menusuk dan mengisap (Gullan dan Cranston 2010).



Gambar 25. Imago Neuroptera (Gullan dan Cranston 2010)

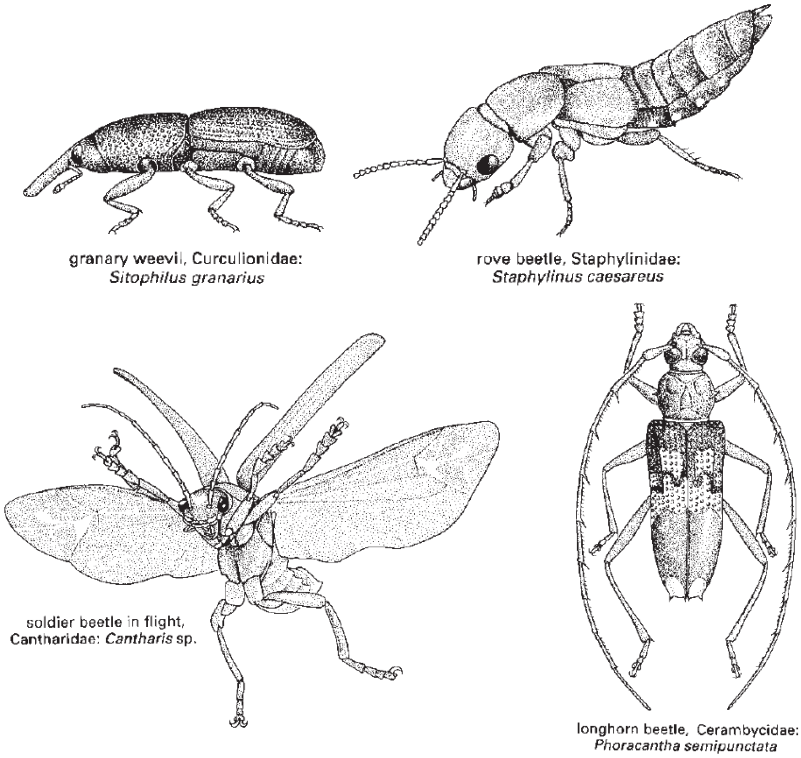
- Ordo Coleoptera
  Ordo Coleoptera (Gambar 26) adalah ordo terbsar dari serangga dengan lebih kurang 350.000 spesies yang telah dideskripsikan dari empat subordo (Archostemata, Myxophaga, Adephaga dan speciose Polyphaga). Ukuran kumbang dewasa sangat beragam mulai dari 75 mm di Amerika sampai 125 mm di daerah tropis. Kumbang dapat ditemui pada berbagai habitat dan dapat beradaptasi dengan baik pada habitat subcortical (di bawah kulit kayu pepohonan) dan fungi.

  Salah satu ciri khas Ordo Coleoptera adalah pada struktur sayap. Sebagian besar kumbang memiliki empat sayap dengan pasangan sayap depan menebal, seperti kulit, atau keras dan rapuh disebut elitra yang bertindak sebagai selubung pelindung, dan biasanya bertemu dalam satu garis lurus dibawah tengah punggung dan menutupi sayap belakang. Sayap belakang berselaput tipis, dan biasanya lebih panjang dari sayap depan, dalam keadaan istirahat terlipat di bawah sayap depan. Pada beberapa kumbang ada yang tereduksi pada sayap depan dan belakang.

  Tipe mulut adalah pengunyah dengan mandibel yang berkembang baik, tetapi beberapa dengan cranium yang memanjang dan membentuk moncong, beberapa lainnya dengan mandibel berlekuk/beralur (=*blood chanel*) yang

berfungsi untuk mengisap. Kumbang memiliki metamorfosis sempurna. Larva berbagai famili beragam mulai tipe *campodeiform* atau *scarabaeiform*, beberapa *platyform, elateriform* dan sedikit *vermiform*.

Kumbang banyak ditemukan pada berbagai tipe habitat dan makan pada bagian tanaman atau materi hewan. Banyak sebagai fitopagus, predator, pemakan fungi, scavenger dan sedikit sebagai parasit. Beberapa hidup di habitat subteranian, akuatik/perairan atau semi akuatik, dan beberapa hidup komensalisme di sarang beberapa serangga sosial dan mamalia. Siklus hidup ordo ini beragam mulai dari beberapa generasi per tahun sampai satu generasi memerlukan beberapa tahun.

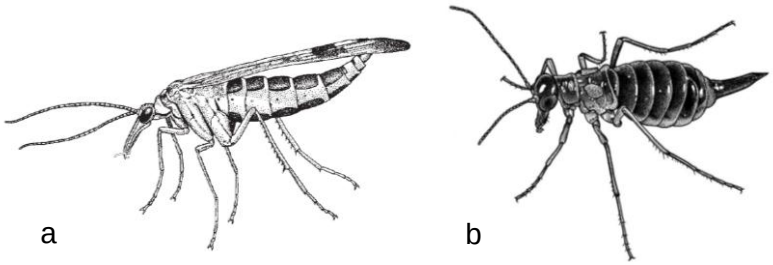


Gambar 26. Imago Coleoptera (Gullan dan Cranston 2010)

Sekitar 50 famili dari Ordo Coleoptera menghasilkan suara, suara bisa dihasilkan dari (1) aktivitas makan dan terbang, (2) memukul bagian tubuh tertentu pada substrat, (3) stridulasi dan, (4) bahan kimia. Pada Coleoptera sebagian besar suara digunakan dalam komunikasi dan dihasilkan oleh sstridulasi. Struktur stridulasi terdapat di berbagai lokasi bagian tubuh serangga. Struktur stridulasi di kepala dan pronotum seperti pada famili Nitidulidae, Tenebrionidae, Endomychidae, dan Curculionidae; pada bagian kepala saja (Scarabaeidae), pronotum dan mesonotum (Cerambycidae), tungkai dan toraks (Anobiidae, Bostrichidae), tungkai dan abdomen (beberapa Scarabaeidae), tungkai dengan tungkai (Passalidae),

abdomen dan sayap (Passalidae) dan elitra dengan abdomen (Hydrophilidae, Curculionidae). Stridulasi dihasilkan pada saat serangga menyerang atau melawan (*stress sound*), situasi agresif seperti berkelahi, saat menarik pasangan dan saat kawin (Gullan & Cranston 2010).

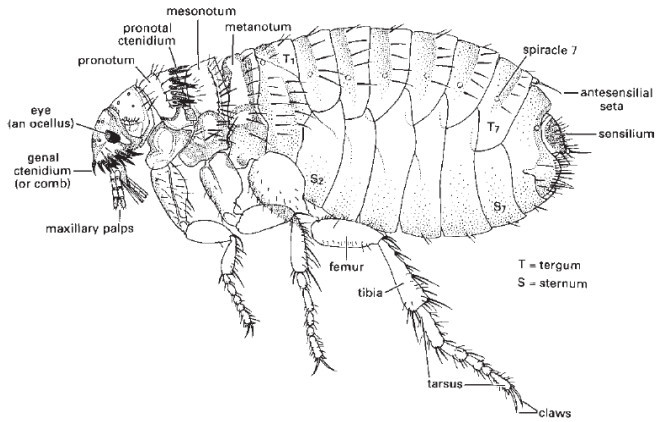
- Ordo Mecoptera
  Mecoptera (Gambar 27) merupakan ordo dengan lebih kurang 550 spesies dalam sembilan Famili. Serangga pada ordo ini mempunyai metamorfosis sempurna (holometabola). Imago mempunyai rostrum hypognathous yang memanjang; mandibel dan maksimal memanjang, ramping dan *serrate*; labium memanjang. Mata besar dan terpisah, antena filiform dan beruas banyak. Protoraks dapat berukuran lebih kecil atau sama dengan meso- dan metatoraks, masing-masing dilengkapi dengan skutum, skutellum dan post skutellum yang terlihat. Sayap depan dan sayap belakang sempit dan mirip dari ukuran, bentuk dan venasi; sayap seringkali tereduksi atau absen. Tungkai dapat termodifikasi untuk memangsa. Abdomen terdiri dari 11 ruas, dengan tergit pertama menyatu dengan metatoraks. Sersi terdiri dari dua ruas. Kebiasaan makan mecoptera bervariasi untuk setiap famili, bahkan dapat berbeda antara imago dan larva dalam satu famili. Imago dari famili Bittacidae merupakan predator, sedangkan larvanya merupakan saprofag; Panorpidae merupakan pengurai, makan pada artropoda mati, baik larva maupun imago (Gullan & Cranston 2010).



Gambar 27. Ordo Mecoptera: (a) imago scorpionfly; (b) imago betina snowflea (Gullan & Cranston 2010)

- Ordo Siphonaptera
  Imago dari ordo Siphonaptera (Gambar 28) sangat termodifikasi, tidak bersayap, dan merupakan ektoparasit pada burung dan mamalia. Tipe perkembangannya adalah holometabola. Alat mulut termodifikasi untuk menusuk dan mengisap, tanpa mandibel tetapi dengan stilet yang berasal dari epifaring dan dua embelan memanjang, pisau lasinia bergerigi dalam selubung yang terbentuk dari palpus labium. Usus mempunyai pompa air liur untuk

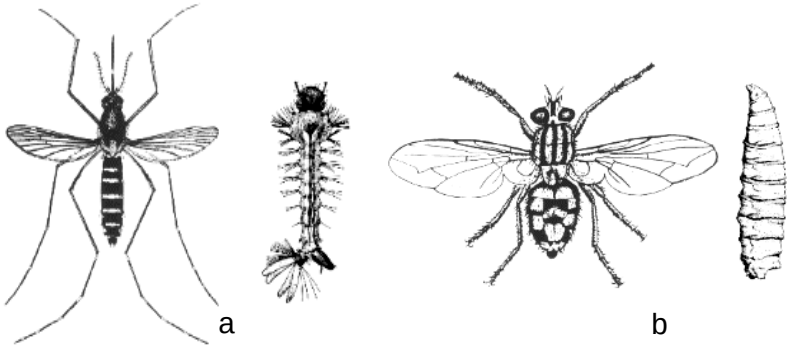
menyuntikkan air liur ke dalam luka, serta pompa cibarial dan pharyngeal untuk menyedot darah. Tubuh mempunya seta dan spine yang megarah kebelakang, beberapa diantaranya berkelompok membentuk sisir (ctenidia) pada gena (bagian dari kepala) dan toraks (khususnya pada protoraks. Tungkai panjang dan kuat, dibagian ujuangnya terdapat cakar yang kuat untuk menggenggam rambut inangnya (Gullan & Cranston 2010).



Gambar 28. Kutu rambut pada kepala manusia (Gullan & Cranston 2010)

- Ordo Diptera

  Diptera (Gambar 29) memliki lebih kurang 150.000 spesies yang telah dijelaskan, dengan jumlah famili sekitar 150, dengan beberapa ribu spesies penting bagi dunia medis dan kedokteran hewan. Ordo ini mempunyai tipe perkembangan holometabola. Imago lalat biasanya memiliki kepala yang mobil, mata majemuk yang besar dan alat mulut, dan alat mulut yang membentuk proboscis.



Gambar 29. Diptera: (a) imago dan larva nyamuk; (b) imago dan larva lalat (Gullan & Cranston 2010)

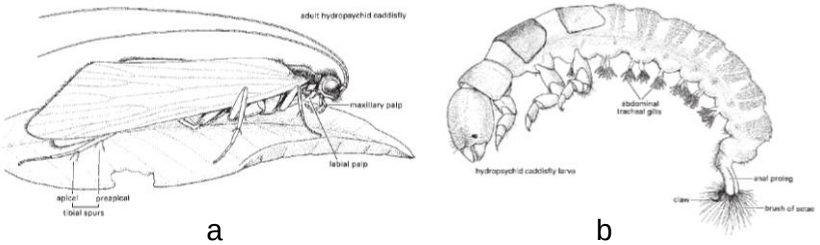
Imago lalat dicirikan dengan sayap mesotoraks yang berkembang baik dan halter (sebagai penyeimbang pada saat terbang) pada metatoraks. Abdomen terdiri dari 11

ruas, meskipun banyak terjadi reduksi. Larva tidak memiliki tungkai sejati, dan struktur kepala berkisar dari kapsul yang mengeras sampai acephaly tanpa kapsul eksternal dan hanya kerangkan internal saja. Pupa adectious dan berbentuk obtekta, atau eksarata terbungkus dalam puparium.

Larva lalat mempunyai habitat yang luas. Banyak larva "nematocera" hidup di air (akuatik), dan larva brachycera menunjukkan radiasi filogenetik sampai kering dan kebiasaan khusus, termasuk fitopagus, predasi, dan parasitisasi kepada artropoda lain, dan induksi-myiasis pada vertebrata (Gullan & Cranston 2010).

- Ordo Trichoptera

Caddisflies (Gambar 30) merupakan ordo yang terdiri dari lebih kurang 13.000 spesies dan 45 famili di dunia. Tipe perkembangan serangga ini adalah holometabola. Alat mulut tereduksi, tetapi dengan tiga atau lima ruas palpus maksila dan tiga ruas palpus labium. Antena mempunyai banyak ruas dan berbentuk filiform, biasanya sama dengan atau lebih panjang dari sayap. Ordo ini mempunyai mata majemuk yang besar dan dua atau tiga ocelli. Protoraks lebih kecil dari meso dan metatoraks, dan sayap berambut atau sesekali bersisik, meskipun dapat dibedakan dari sayap lepidoptera berdasarkan venasi sayapnya. Abdomen biasanya terdiri dari 10 ruas, ujung abdomen jantan lebih kompleks dibandingkan betina.



a b

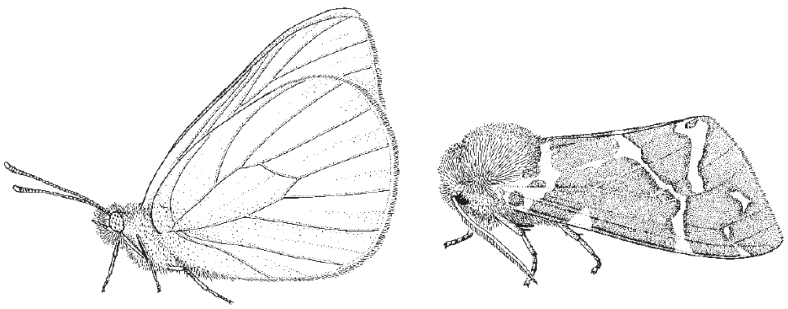
Gambar 30. Ordo Trichoptera: (a) imago hydropsychid caddisfly; (b) hydropsychid caddisfly larva (Gullan & Cranston 2010)

Larva mempunya lima sampai tujuh instar akuatik, dengan alat mulut yang berkembang sempurna dan tiga pasang tungkai pada toraks, masing-masing tungkai terdiri dari lima ruas, dan tanpa ciri proleg ventral pada larva lepidoptera. Sistem trakea tertutup, dengan insang trakea pada hampir semua ruas abdomen, dan kadang-kadang berasosiasi dengan toraks atau anus. Sebagian besar Caddisflies merupakan univoltine, dengan perkembangan lebih dari 1 tahun pada lintang dan elevasi yang tinggi (Gullan & Cranston 2010).

- Ordo Lepidoptera

Lepidoptera (Gambar 31) merupakan salah satu ordo yang sering diteliti baik oleh entomologis amatir maupun profesional. Imago lepidoptera mempunyai ukuran yang bervariasi dari yang sangat kecil (beberapa mikrolepidoptera) sampai yang berukuran besar, dengan lebar sayap mencapai 30 cm. Tipe perkembangan lepidoptera adalah holometabola. Kepala hypognathus, dengan probosis yang panjang dan melingkar. Mata majemuk besar, dan ocelli dan/atau chaetosemata (sepasang organ sensor yang terletak secara dorsolateral di kepala) sering ditemukan. Antena terdiri dari banyak ruas, umumnya pectinate pada ngengat dan berbentuk knob atau gada pada kupu-kupu. Protoraks kecil, sedangkan mesotoraks besar dan mempunyai skutum dan skutelum, dan tegula pada bagian lateral untuk melindungi bagian dasar sayap depan. Metatoraks kecil. Sayap umumnya dilapisi oleh lapis ganda sisik (macrotichia yang termodifikasi menjadi rata), sayang depan dan belakang dihubungkan dengan frenulum, jugum, atau tumpang tindih yang sederhana.

Tungkai panjang dan biasanya grassorial, dengan 5 tarsomer. Abdomen terdiri dari 10 ruas, dengan 1 ruas tereduksi, ruas ke-9 dan 10 termodifikasi sebagai genitalia eksternal. Genitalia internal betina sangat kompleks.



a b

Gambar 31. Lepidoptera (a) cabbage white butterfly, Pyridae: *Pieris rapae*; (b) garden tiger moth, Arctiidae: *Arctia caja* (Gullan & Cranston 2010)

Larva lepidoptera dapat dikenali dari pengerasannya, kapsul kepala hypognathous atau prognathous, alat mulut tipe mandibulata, biasanya dengan enam stemmata lateral, antena pendek dengan 3 ruas, tungkai pada toraks dengan 5 ruas dan cakar tunggal, dan 10 ruas pada abdomen dengan proleg pendek pada beberapa ruas (biasanya pada ruas ke 3 – 6 dan 10, namun bisa juga tereduksi). Pupa biasanya berada di dalam kokon sutera, sedangkan pada kupu-kupu tidak dibungkus kokon, tipe pupa adecticous

dan obtekta, dengan hanya beberapa ruas abdomen tidak menyatu. Pada kelompok primitif, tipe pupanya adalah eksarata.

Imago lepidoptera yang makan pada cairan bernutrisi, seperti nektar, madu, dan cairan lain dari tanaman hidup maupun mati. Sebagian besar larva merupakan fitofag; sebagian kecil spesies “primitive” makan pada tanaman non-angiospermae, dan beberapa makan pada cendawan. Beberapa diantaranya merupakan predator dan pengurai.

Larva seringkali menyamar, terutama ketika makan pada ruang terbuka, atau berwarna mencolok (aposematik) sebagai peringatan bagi predator terhadap toksisitas mereka. Kupu-kupu aktif pada siang hari, sedangkan ngengat aktif pada senja atau malam hari (Gullan & Cranston 2010).

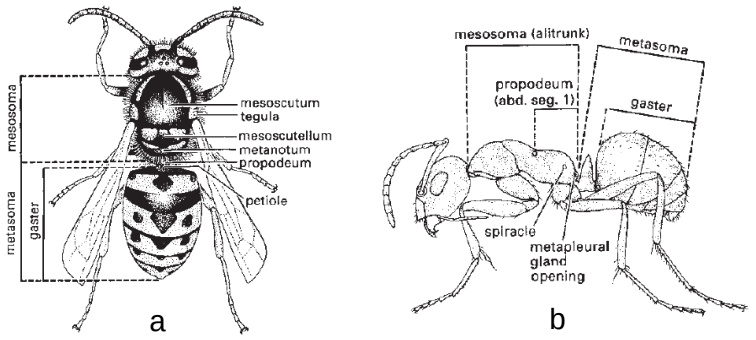
- Ordo Hymenoptera

Hymenoptera artinya “sayap membran”, merupakan salah satu Ordo terbesar dengan karakteristik beragam sehingga spesies dalam ordo ini tampak seperti tidak berhubungan karena penampilan yang berbeda-beda. Namun, seluruh spesies Hymenoptera mempunyai karakteristik antara lain : (a) dua pasang sayap membran, meskipun beberapa spesies tidak bersayap seperti pada pada beberapa spesies tawon betina dan kasta pekerja semut; (b) sayap depan lebih besar dari sayap belakang dan disatukan oleh kait kecil (hamuli); (c) betina biasanya mempunyai ovipositor mengeras yang dapat dimodifikasi untuk memotong, menusuk atau menyengat; (d) pada sebagian besar Hymenoptera terdapat penyempitan antara 2 ruas pertama abdomen; (e) tipe alat mulut menggigit mengunyah, meskipun pada beberapa spesies seperti lebah terdapat modifikasi pada bibir bagian bawah membentuk struktur seperti lidah; (f) mata majemuk, biasanya besar.

Kepala hypognathous atau prognathous, dengan tipe alat mulut berkisar antara mandibulata hingga mengisap dan mengunyah, mandibel pada Apocrita seringkali digunakan untuk membunuh dan menangani mangsa, bertahan dan membangun sarang. Sayap dengan venasi tereduksi, dan sayap belakang terdapat hamuli untuk mengaitkan dengan sayap depan. Alat kelamin betina yaitu sebuah ovipositor yang terdiri dari tiga katup dan dua sklerit basal utama, yang panjang dan mobil. Antena panjang dan beruas banyak.

Hymenoptera terbagi menjadi 2 subordo. Symphita (sawflies) yang tidak memiliki pinggang (penggentingan) dan Apocrita (semut, lebah dan tabuhan) yang mempunyai

pinggang (penggentingan). Larva Symphyta eruciform dengan tiga pasang tungai pada toraks; umumnya berperan sebagai fitofag. Larva Apocita apodous, dengan kapsul kepala biasanya tereduksi namun memiliki mandible yang kuat; perkembangan larva sangat bervariasi (heteromorphosis). Larva Aprocita mempunyai perilaku makan yang berbeda, mereka dapat menjadi parasit, penyebab puru, atau memakan mangsanya atau nektar dan polen dari induknya.



Gambar 32. Hymenoptera (a) Kasta pekerja *European wasp, Vespula germanica*, (b) Kasta pekerja semut *Formica subsericea*

Dalam Symphyta terdapat tiga ruas konvensional di bagian toraks, namun pada Apocrita ruas pertama abdomen (propodeum) termasuk dalam tagma toraks, yang kemudian disebut dengan mesosoma (atau pada semut disebut alitrunk).

Hymenopetera dewasa umumnya memakan nectar atau embun madu, dan kadang minum hemolymph serangga lain; hanya beberapa jenis yang berperan sebagai predator.

BAB II
PENGUMPULAN SPESIMEN DI LAPANGAN

Salah satu hal terpenting dalam mempelajari atau meneliti serangga adalah dengan mengetahui cara mengumpulkan serangga yang tepat. Serangga yang dikumpulkan, dipreservasi dan diidentifikasi dengan benar dapat disimpan dan bertahan lama (Aiken 2012). Kolektor harus mengumpulkan spesimen secara efektif, dalam kondisi baik dan setiap kelompok serangga membutuhkan teknik dan peralatan yang berbeda (Upton dan Mantle 2010).

Perlengkapan Mengoleksi

Terlepas dari jenis serangga yang dicari, kolektor memerlukan tas untuk menyimpan peralatan koleksi. Dalam mengoleksi spesimen diperlukan peralatan-peralatan untuk mengumpulkan serangga di lapangan. Peralatan yang digunakan cukup sederhana dan tidak mahal. Sebagai contoh, jaring serangga dan botol racun sudah cukup membantu dalam proses mengumpulkan serangga, namun akan lebih baik jika membawa peralatan lengkap pada saat mengumpulkan serangga di lapangan (Gambar 33). Berikut ini beberapa perlengkapan yang dibutuhkan untuk koleksi serangga dari lapangan:

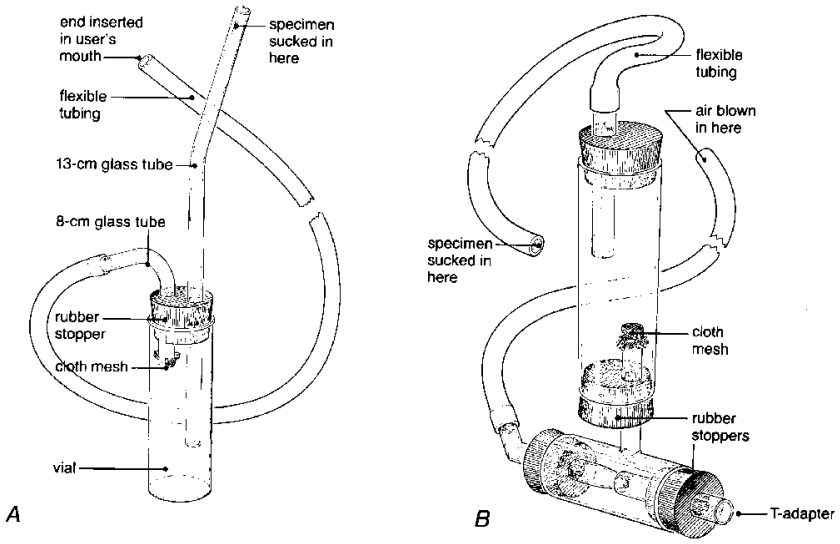
- Tas koleksi
- Botol racun dengan ukuran bervariasi;
- Aspirator;
- Forcep;
- Tisu;
- Kantong plastik atau amplop kertas untuk spesimen tanaman;
- Kertas serap;
- Vial berisi alkohol atau bahan pengawet lain;
- Label, notebook dan alat tulis;
- Pisau, gunting;
- Aspirator atau pooter
- Jaring serangga
- Amplop dan/atau kapsul untuk menyimpan spesimen berukuran kecil/halus;
- Kuas;
- Kaca pembesar (*loup*).
- Wadah atau kontainer untuk menyimpan spesimen yang telah dibunuh dengan botol racun. Bahan dasar wadah bisa berasal dari kardus, plastik atau logam. Bagian dalam wadah diisi dengan tisu agar spesimen tidak berguling-guling. Hindari penggunaan katun untuk mencegah spesimen rusak akibat terjerat serat katun;

Gbr 33. Peralatan yang dibutuhkan untuk mengumpulkan serangga di lapangan (Schauff 1986)

Aspirator

Aspirator atau pooter merupakan alat yang paling efektif dan mudah digunakan untuk mengumpulkan serangga berukuran kecil. Alat ini biasa digunakan untuk mengumpulkan serangga kecil yang menempel pada jaring serangga. Aspirator terdiri

dari botol berbahan dasar kaca atau perspex[1], dengan sumbat karet sebagai penutup yang telah dipasang dua selang kecil. Kain kasa dipasang pada bagian ujung salah satu selang untuk mencegah spesimen terhisap ke dalam mulut operator (Gambar 34). Pada saat operator mengisap selang yang tertutup kasa pada ujung lainnya, selang lain diletakkan di atas spesimen. Cara ini sangat efektif digunakan untuk mendapatkan spesimen hidup. Masukkan kertas serap ke dalam botol untuk menyerap kelembapan. Aspirator tersedia secara komersial atau bisa dengan mudah dibuat sendiri.



Gambar 34. Aspirator (Schauff 1986)

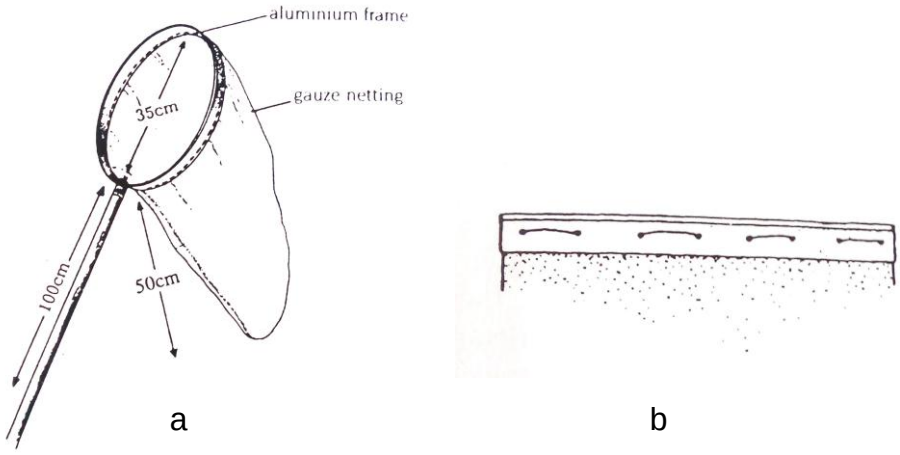
Jaring serangga

Jenis jaring serangga yang umum digunakan untuk menangkap serangga antara lain:

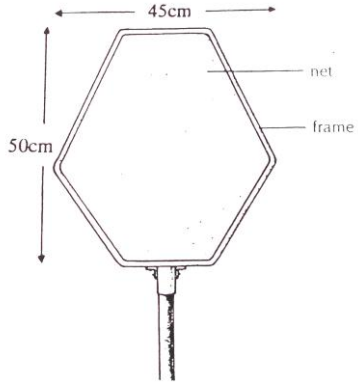
1. Jaring Udara (*aerial net*)
   Jaring ringan, terbuat dari bahan yang lembut, halus dan tahan lama dan umumnya berwarna putih. Jaring udara umumnya memiliki bingkai melingkar yang terbuat dari alumunium atau kawat tebal (Gambar 35a). Sebagai pengikat digunakan bahan yang tahan lama dan kuat (misal belacu, untuk menahan benturan bingkai dari batu dsb) yang dijahit pada bagian atas jaring di sekeliling bingkai (Gambar 35b). Gagang bisa terbuat dari kayu atau alumunium dan harus memiliki pegangan yang nyaman.

2. Jaring ayun (*sweep net*).
   Jaring ayun paling sering digunakan untuk menangkap serangga terbang. Jaring digunakan dengan cara menyapu sisi tanaman, sehingga gagang harus dibuat lebih kokoh dngan diameter lebih besar dari jaring udara. Bingkai jaring umumnya berbetuk heksagonal (Gambar 36) dengan kasa yang lebih halus.

[1] Termoplas yang ringan, kuat, transparan dan biasa digunakan sebagai pengganti kaca.



Gambar 35. (a) Jaring udara; (b) cara melekatkan jaring ke bingkai (Uys & Urban 1996)



Gambar 36. Jaring ayun (Uys & Urban 1996)

3. Jaring air (*aquatic net*).
   Jaring air mempunyai ukuran yang lebih kecil dan ketahanan terhadap daya seret jaring akuatik lebih besar dibandingkan jaring ayun dan jaring udara. Kantong jaring tidak terlalu dalam dan dibuat dari serat sintetis seperti nilon. Bahan kain transparan lebih baik digunakan agar hasil tangkapan jelas terlihat (Gambar 37).

Gambar 37. Jaring air

Metode Pengumpulan Spesimen

Serangga merupakan hewan yang dominan di muka bumi. Jumlahnya melebihi semua hewan melata dan ditemukan hampir di semua tipe habitat. Serangga telah hidup dimuka bumi kira-kira 350 juta tahun. Selama kurun waktu tersebut, serangga mengalami perubahan evolusi dalam beberapa hal dan menyesuaikan kehidupan pada hampir semua tipe habitat (Borror *et al.* 1992). Beragam metode pengumpulan dirancang untuk memerangkap dan mengumpulkan serangga. Setiap metode dikembangkan secara khusus sesuai dengan perilaku kelompok tertentu. Pada dasarnya metode mengoleksi serangga dibagi menjadi dua, yaitu metode pengumpulan aktif dan pasif.

1. Metode Pengumpulan Aktif

Pada metode pengumpulan aktif, kolektor terlibat secara langsung pada proses pengumpulan serangga. Metode ini cenderung bersifat spesifik target dan sebelumnya perlu dilakukan pengamatan terhadap proses pencarian habitat hidup serangga target. Beberapa metode yang tergolong pengumpulan aktif antara lain:

a. Penangkapan Langsung dengan Tangan (*Hand collecting*)

Tanaman umumnya merupakan rumah bagi berbagai jenis serangga yang menjadikannya sebagai sumber makanan, tempat berlindung atau tempat bertelur. Serangga dapat ditemukan pada berbagai bagian tanaman seperti daun, akar, batang, biji, bunga dan buah. Teknik ini merupakan cara yang paling mudah dilakukan untuk mengumpulkan serangga. Serangga dikumpulkan langsung menggunakan tangan, forcep atau pinset, kemudian dimasukkan ke dalam wadah koleksi (misal vial) (Gambar 38).

Gambar 38. Kolektor mengumpulkan kumbang air langsung ke dalam vial (Bulbert 2007)

Beberapa spesies serangga cukup mudah ditangkap menggunakan teknik ini, hal ini tergantung pada mobilitas serangga target. Serangga dengan pergerakan lambat dapat diambil menggunakan forcep atau kuas. Cara lain untuk menangkap serangga aktif yaitu dengan meletakkan vial di atas serangga target dengan posisi terbalik (mulut botol menghadap ke bawah). Tempat yang sesuai untuk teknik ini yaitu: di bawah kayu dan batu,

batang pohon (di bawah dan di atas kulit kayu) dan vegetasi berdaun. Metode ini sangat sesuai untuk mengumpulkan serangga yang tergolong sebagai OPT baik serangga pradewasa (dengan mengoleksi bagian tanaman bergejala) maupun serangga dewasa.

b. Pengumpulan dengan Teknik Guncangan (*Beat sampling*)

Teknik ini paling banyak digunakan untuk mengumpulkan serangga yang berasosiasi dengan tanaman. Cara ini dapat digunakan untuk mengumpulkan serangga yang hidup pada cabang, daun, bunga bahkan pada kayu mati. Cara kerja metode ini dengan memegang wadah (bisa gunakan jaring atau nampan plastik) pada bagian bawah tanaman target, pukul-pukul tanaman menggunakan tongkat yang kokoh, kemudian serangga yang jatuh dikumpulkan menggunakan aspirator atau pinset ke dalam vial atau botol koleksi (Gambar 39). Teknik ini sangat efektif digunakan untuk mengumpulkan serangga yang mempunyai perilaku menjatuhkan diri apabila diganggu, seperti kelompok Scarabaeidae dan Curculionidae. Tutup vial dan bubuhkan label secara rinci.

Gambar 39. Kolektor menggunakan tongkat untuk memukul-mukul tanaman dan jaring sebagai wadahnya (Bulbert 2007)

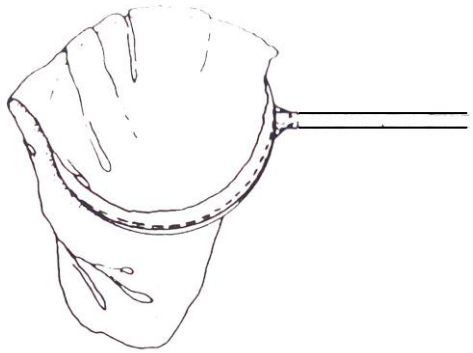
c. Pengumpulan dengan Jaring Serangga (*insect net*)

Teknik ini paling umum dan sering digunakan oleh para kolektor untuk mencari dan mengumpulkan serangga aktif. Pengumpulan serangga dilakukan dengan cara menangkap langsung serangga-serangga dengan bantuan jaring. Tiga jenis jaring yang dapat digunakan untuk menangkap serangga yaitu jaring udara, jaring ayun, dan jaring air.

Jaring udara biasanya digunakan untuk mengumpulkan serangga terbang seperti kupu-kupu, ngengat, skipper, neuroptera, lalat, capung, belalang, tabuhan, dan lebah. Untuk serangga yang terbang cepat seperti kupu-kupu dan lalat, lebih cocok menggunakan jaring udara dengan diameter besar dan pegangan yang lebih panjang. Sebaliknya untuk serangga berukuran kecil dan kurang aktif bisa menggunakan jaring dengan diameter kecil dan pegangan pendek. Untuk menangkap serangga

terbang atau pada tanaman, lakukan gerakan setengah memutar agar jaring terbalik dan menutup jaring untuk mencegah serangga keluar (Gambar 40). Jaring harus dikosongkan secara teratur untuk mencegah kerusakan serangga hasil tangkapan. Cara pengosongan tergantung pada metode yang akan digunakan pada saat pengawetan (preservasi). Pengambilan individu serangga bisa dilakukan secara langsung dengan tangan, menggunakan aspirator, atau langsung dipindahkan ke dalam wadah.

Jaring ayun dapat digunakan untuk menangkap serangga target dari ordo Hemiptera dan sebagian Coleoptera. Cara ini sangat baik digunakan untuk mengumpulkan serangga yang terbang rendah di tajuk tanaman atau semak-semak. Jaring meruntuhkan spesimen dari vegetasi dengan cara menyapu sisi tanaman, gagang harus dibuat lebih kokoh dengan diameter lebih besar dari jaring udara. Apabila tidak ada sisa tanaman yang tersangkut pada jaring, kolektor dapat dengan mudah memindahkan serangga secara langsung ke wadah. Sebaliknya jika terdapat sisa tanaman pada jaring, aspirator dapat digunakan untuk membantu mengumpulkan serangga.



Gambar 40. Jaring dibalik untuk mencegah serangga meloloskan diri (Uys & Urban 1996)

Jaring serangga juga bisa digunakan pada habitat perairan, jaring yang digunakan berbeda dengan jaring ayun dan jaring udara. Jaring air mempunyai ukuran yang lebih kecil dan sebaiknya dibuat dari bahan tembus pandang agar spesimen yang tertangkap terlihat jelas. Jaring air dapat digunakan untuk menangkap serangga air atau yang hinggap di permukaan air.

d. Pengumpulan dengan Bahan Kimia (*Chemical knokcdown*)

Metode ini memungkinkan kolektor untuk mengambil sampel spesimen pada area yang tidak dapat dijangkau menggunakan jaring. Cara kerja metode ini adalah menggunakan kain atau wadah yang ditempatkan di bawah pohon target, jika memungkinkan, pohon bisa dibungkus sebagian atau seluruhnya sebelum disemprot menggunakan bahan kimia atau pestisida (misal piretroid sintetik). Letakkan kain atau wadah di bagian bawah tanaman untuk menampung serangga yang jatuh. Guncangkan atau

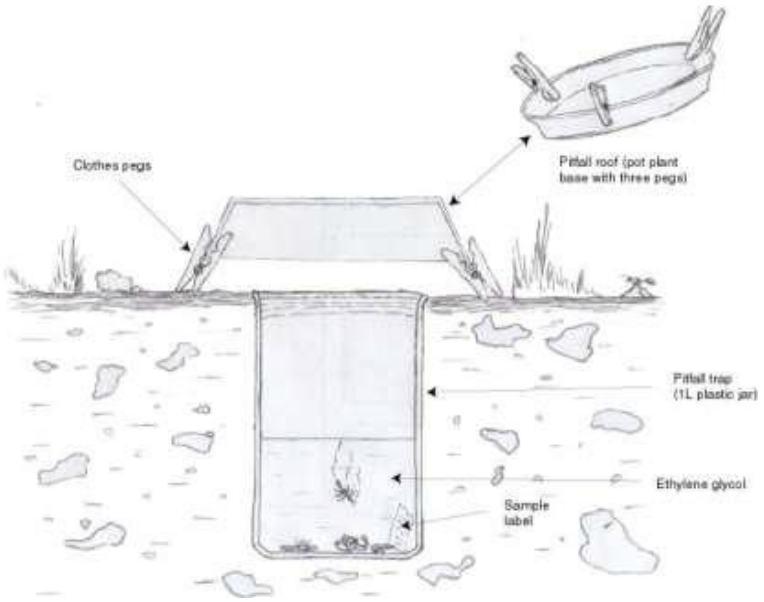
pukul-pukul batang tanaman perlahan untuk menjatuhkan serangga yang masih tersisa. Serangga yang jatuh ke kain dikumpulkan dan dimasukkan ke dalam wadah koleksi. Teknik ini sangat efektif digunakan untuk mengumpulkan serangga dari tanaman tunggal, waktu yang paling baik adalah pagi hari pada saat serangga terbang lamban atau belum aktif. Untuk alasan keamanan, sebaiknya dipilih bahan kimia yang tepat dan relatif aman bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Selain itu, kolektor harus menggunakan alat keselamatan kerja yang memadai. Kelemahan metode ini adalah sangat bergantung pada keadaan cuaca, karena tidak cocok diaplikasikan pada saat cuaca berangin atau hujan. Selain itu cukup sulit dan menghabiskan banyak waktu untuk mengumpulkan serangga yang jatuh pada wadah atau kain dengan tangan.

2. Metode Pengumpulan Pasif

Pada pengumpulan sampel pasif diperlukan pemasangan atau instalasi perangkap, umpan atau jebakan, tergantung pada aktivitas serangga target. Metode ini paling banyak digunakan dalam koleksi serangga. Gerak taksis[2] pada beberapa serangga sangat membantu dalam proses pengumpulan serangga. Terutama fototaksis, termotaksis negatif dan higrotaksis positif, dimana serangga sasaran akan menjauhi sumber panas dan/atau cahaya, sehingga pada akhirnya mereka akan terkonsentrasi dan masuk ke dalam perangkap. Beberapa contoh metode pengumpulan pasif antara lain sebagai berikut:

a. Pengumpulan dengan Lubang Jebakan (*Pitfall trap*)

Lubang jebakan merupakan teknik yang paling umum digunakan dalam inventarisasi keanekaragaman hayati serangga yang aktif di permukaan tanah.



Gambar 41. Pitfall trap (Bulbert 2007)

[2] *Gerak taksis adalah gerak yang dipengaruhi rangsangan dari luar*

Botol atau wadah penampung ditanam di dalam tanah dengan posisi bibir botol rata dengan permukaan tanah, kemudian isi sebagian botol dengan cairan bahan pengawet (misal *Propylene glycol*) (Gambar 41). Serangga yang aktif bergerak akan jatuh ke dalam perangkap dan mati. 'Atap' diletakkan di bagian atas untuk melindungi perangkap dari hujan dan sisa tanaman mati. Umpan dapat ditambahkan ke dalam lubang jebakan untuk menarik serangga masuk ke dalam perangkap (misalnya kotoran untuk menarik kumbang kotoran (*dung beetle*)). Perangkap dipasang lebih dari satu buah pada setiap lokasi dan diberi tanda khusus untuk memudahkan pencarian. Posisi perangkap dipasang rata dengan permukaan tanah untuk memudahkan serangga melewatinya. Ukuran dan jumlah perangkap yang dipasang pada setiap lokasi harus sama dan pada periode waktu yang sama.

b. Pengumpulan dengan Perangkap Nampan Kuning (*Yellow-pan trap*)

Serangga kecil yang aktif pada siang hari umumnya tertarik dengan warna kuning. Perangkap nampan kuning umum digunakan untuk mengumpulkan serangga kecil yang terbang misal Hymenoptera, Diptera dan Collembola. Perangkap dapat dibuat menggunakan piring (diameter ±40 cm) yang berwarna kuning (dicat kuning) dan diisi dengan air garam yang ditambahkan dengan 1–2 tetes deterjen cair atau air sabun untuk memecah tegangan permukaan air (boleh tanpa garam) (Gambar 42). Alkohol 70–80% atau klroform juga dapat digunakan sebagai alternatif. Letakkan perangkap kuning di tempat yang mencolok pada pagi hari. Serangga yang terbang dan mendarat pada piring kuning tersebut akan mendarat di permukaan air, terperangkap dan tenggelam. Pengecekan dan pengambilan spesimen terperangkap sebaiknya dilakukan pada sore hari. Untuk meminimalisir kerusakan perangkap akibat gangguan dari hewan disekitarnya, maka disarankan agar perangkap tidak dibiarkan selama lebih dari 24 jam. Selain itu, air garam akan mudah menguap pada kondisi panas.

Gambar 42. Perangkap nampan kuning (Bulbert 2007)

c. Pengumpulan dengan Perangkap Berperekat (*Sticky trap*)

Perangkap ini umumnya terbuat dari piring kecil kuning berukuran 15 cm^2, atau silinder kuning berdiameter 15 – 20 cm. Plat atau piring dilapisi dengan lem dan dipasang pada tiang. Bentuk silinder memiliki keuntungan dapat menarik spesimen dari segala arah (Gambar 43). Umumnya spesimen yang tertangkap menjadi rusak, untuk itu metode ini lebih cocok digunakan untuk tujuan monitoring. Pada serangga tertentu seperti Thrips digunakan perangkap berwarna biru. Untuk mendapatkan serangga utuh dapat dilakukan dengan cara memotong bagian perangkap tempat menempelnya serangga, kemudian direndam dalam larutan xylene (tergantung jenis perekat yang digunakan).

Gambar 43. Perangkap berperekat

d. Pengumpulan dengan Perangkap Malaise (Malaise *traps*)

Berbagai jenis perangkap *flight intercept* telah dirancang dan dikembangkan untuk menangkap serangga kecil, serangga yang merayap atau aktif terbang, semuanya bekerja dengan prinsip yang sama yaitu menghambat penerbangan serangga. Untuk memaksimalkan kerja perangkap, *flight intercept trap* biasanya ditempatkan di sepanjang jalur penerbangan serangga antara lain tepi hutan, sungai, jalanan di tengah hutan, dan selokan yang sedikit terbuka. *Flight intercept trap* dapat terbuat dari layar persegi panjang yang dibalut dengan kain kasa halus atau plastik bening. Perangkap tersebut kemudian digantung agar serangga yang terbang pada jalur tersebut menabrak perangkap dan terjatuh ke dalam wadah yang berisi bahan pengawet.

Salah satu jenis *flight intercept trap* yang canggih adalah *Malaise trap* (Gambar 44). Perangkap ini berbentuk menyerupai tenda yang ketiga sisinya terbuat dari kain kasa halus berwarna hitam pada bagian dinding dan putih pada bagian atap. Atap dibuat miring ke arah atas dengan botol penampung berisi bahan pengawet (misal alkohol 75%) pada bagian puncaknya.

Gambar 44. *Malaise trap* (Bulbert 2007)

Target dari perangkap ini adalah serangga-serangga yang aktif terbang, khususnya serangga ordo Hymenoptera dan Diptera. Metode ini umumnya digunakan untuk memonitoring keanekaragaman dan populasi serangga di suatu kawasan pada kurun waktu tertentu (1-2 minggu). Pengecekan dilakukan setiap hari untuk memeriksa ketersediaan atau penambahan alkohol.

e. Pengumpulan dengan Perangkap Cahaya (*light trap*)

Metode ini paling umum digunakan untuk mengumpulkan serangga nokturnal yang bersembunyi atau beristirahat pada siang hari di tempat-tempat yang sulit dilihat. Berbagai macam spesies dalam jumlah besar dapat ditangkap dengan cara menarik serangga ke arah sumber cahaya, dan umum digunakan pada malam hari.

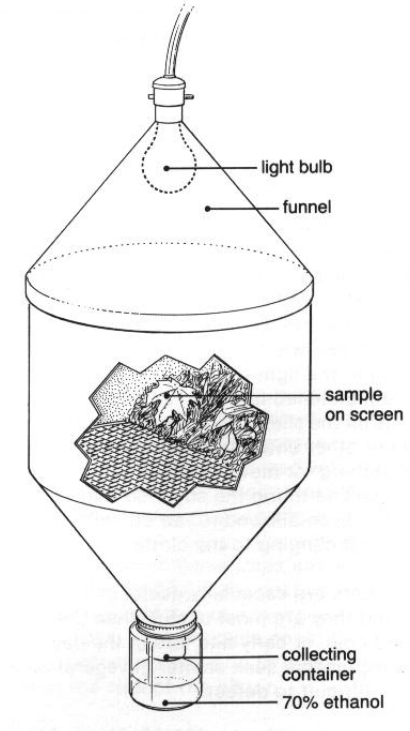
Gambar 45. Kolektor mengumpulkan serangga yang menempel pada kain (Bulbert 2007; Queensland Museum 2005)

Cara yang paling sederhana adalah dengan menggunakan selembar kain putih yang digantung pada pohon atau tiang. Sumber cahaya (misal lampu TL 250 W) diletakkan dan dinyalakan pada bagian belakang kain (Gambar 45). Serangga yang hinggap pada kain dikumpulkan menggunakan tangan atau aspirator. Serangga yang umumnya tertangkap dengan metode ini antara lain ngengat, kumbang, kutu-kutuan, lalat, tabuhan, *mayflies* dan *lacewing*.

Pada dasarnya berbagai sumber cahaya dapat digunakan pada metode ini, namun pada umumnya semakin terang sumber cahaya akan semakin baik. Lampu ultraviolet cenderung efektif digunakan, namun umumnya spesimen lebih tertarik pada cahaya putih. Sumber cahaya yang paling baik digunakan adalah *mercury vapour lamp*. Kondisi cuaca seperti kecepatan angin dan kelembaban udara juga berpengaruh terhadap jumlah dan jenis serangga yang terperangkap. Kondisi hangat, lembap dan malam tanpa cahaya bulan umumnya paling produktif untuk memasang perangkap (Uys & Urban 1996; Gullan & Cranston 2004). Waktu yang efektif digunakan untuk mengumpulkan serangga dengan teknik ini adalah sejak terbenam matahari hingga tengah malam.

e. Pengumpulan dengan Ekstraksi Serasah (*Leaf litter extraction*)

Serasah didefinisikan sebagai sisa-sisa vegetatif tanaman atau bahan organik mati berupa campuran daun, ranting, kayu, buah-buahan dan bunga pada tahap kerusakan/pembusukan yang bervariasi (Kemdikbud 2015; Fittkau & Klinge 1973 *dalam* Elfaki *et al* 2013).



Gambar 46. Corong Berlese (DIY Entomology Equipment 2012)

Metode *Winkler* dan *Tullgren* (*Berlese funnel*) biasanya digunakan untuk mengekstrak serangga yang hidup di permukaan tanah dan serasah daun. *Berlese funnel* (corong Berlese) terdiri dari corong berbahan dasar logam yang meruncing pada bagian bawahnya dengan wadah penampung pada bagian dasar. Di dalam corong terdapat penampang saringan tempat meletakkan media/bahan organik (misalnya serasah daun). Pada bagian atas corong dipasang lampu, selanjutnya serangga bergerak ke bawah menjauhi sumber panas dan jatuh kedalam wadah yang berisi bahan pengawet (misal etanol) (Gambar 46).

Winkler bag (kantong Winkler) mempunyai cara kerja yang serupa dengan Corong Berlese (Gambar 47). Serangga yang ada pada bahan organik atau serasah dipaksa bergerak turun ke dalam wadah penampung. Perangkat ini terdiri dari bingkai kawat dengan jaring pada bagian dalamnya yang ditutup dengan kain dan diikat pada bagian atasnya untuk memastikan serangga tidak melarikan diri dan mencegah serangan serangga pengurai, seperti semut. Bahan organik diletakkan pada satu atau lebih jaring yang digantung pada kawat logam dan terbungkus kain. Bagian bawah kantong mengecil dan disambungkan ke wadah plastik yang berisi cairan atau tisu basah jika menginginkan serangga hidup.

Gambar 47. Kantong Winkler (B&S Entomological Services)

Kantong Winkler digantung di cabang pohon atau pada tali yang diikatkan diantara dua tiang. Kantong ini bekerja melalui efek pengeringan dari sinar matahari dan angin. Kantong sangat ringan, tidak memerlukan tenaga listrik dan digunakan pada daerah terpencil, meskipun disimpan dalam gedung pada daerah dengan curah hujan dan kelembaban tinggi.

Namun dibutuhkan beberapa hari agar bahan organik mengering dan ekstraksi serangga menjadi lebih lama. Hasil penelitian Sakchoowong W, *et al.* 2007 menunjukkan bahwa metode Tullgren lebih efisien dan efektif untuk mengekstraksi tanah dan serasah daun dibandingkan dengan metode Winkler.

Pemeliharaan (*Rearing*)

Pemeliharaan serangga juga merupakan aspek penting dalam proses mengoleksi serangga. Serangga pradewasa yang dikumpulkan dari lapangan perlu dipelihara lebih lanjut untuk mendapatkan fase imago karena sebagian besar kunci identifikasi tersedia untuk fase imago. Kolektor bisa mendapatkan spesimen yang sempurna dan memperoleh informasi siklus hidup inangnya. Namun pemeliharaan seringkali sulit dilakukan apabila kondisi ruangan (suhu dan kelembapan), makanan, dan tempat untuk berpupa tidak sesuai. Untuk itu perlu dilakukan percobaan berulang kali sampai didapatkan kondisi optimal yang mendekati kondisi alaminya.

Telur biasanya membutuhkan kondisi khusus untuk berkembang sampai dengan menetas. Pada beberapa spesies serangga pemakan daun, seperti kutu daun, dapat dipelihara pada potongan daun segar dalam kantong plastik. Spesies lain dapat dipelihara dalam kurungan bersama dengan inangnya dalam pot atau untuk tabuhan parasit, lalat pembuat puru, ngengat dan kumbang yang menyerang benih dapat dipelihara dari bagian tanaman yang terinfestasi puru, polong, telur serangga, ooteka, larva, puparia dan sebagainya (misal pada batang, buah, ranting, dsb) dibungkus dengan kain kasa (Upton 1991). Larva serangga yang hidup di tanah, misal larva kumbang yang bersembunyi di tanah, dapat dipelihara sampai imago dalam wadah akuarium kosong. Infromasi suhu, kelembaban dan kedalaman tanah dicatat pada saat mengumpulkan spesimen, sehingga dapat disesuaikan dengan kondisi dalam kurungan pada saat pemeliharaan. Tungau dan beberapa serangga seperti kupu-kupu, ngengat dan beberapa jenis kumbang bisa dipelihara bersama tanaman inangnya di dalam kurungan kasa. Pastikan tanaman inang bebas dari parasit atau predator yang tidak diinginkan, karena dapat menggagalkan pemeliharaan. Tempat berpupa harus disiapkan dan disesuaikan dengan kondisi alami (sebaiknya melalui uji coba terlebih dahulu). Misalnya, beberapa ulat membutuhkan tanah yang lembab untuk berkepompong, sedangkan sebagian lainnya membentuk kokon dari sisa-sisa daun. Serasah daun, peatmoss, tanah atau celah pada kulit kayu dapat digunakan untuk membantu pupasi (Uys & Urban 1996).

Kurungan dan makanan harus bersih dan bebas dari predator atau serangga lain yang mungkin mengganggu proses pemeliharaan. Tipe larva yang bersifat predator, akuatik, yang tinggal ditanah, penggerek kayu, dan sejenisnya membutuhkan perlakuan khusus. Serangga agresif atau predator sebaiknya dipelihara secara individual. Perilaku kanibalisme sangat tidak umum bagi spesies fitopag, terutama jika terbatas dalam kurungan. Apabila individu serangga cukup tersedia, masing-masing spesimen dari tahap perkembangan

atau instar dipreservasi selama proses pemeliharaan untuk mendapatkan informasi yang lengkap dengan bentuk pra dewasanya. Kantong pupa, puparium atau kulit larva instar terakhir juga dipreservasi bersama imago bila memungkinkan. Beberapa kelompok serangga hasil pemeliharaan harus dibiarkan hidup satu atau dua hari setelah muncul menjadi imago, karena warna khas serangga mungkin belum sempurna dan tubuh masih relatif lunak dan menggumpal ketika dimatikan. Ngengat dan kupu-kupu sebaiknya dimatikan segera setelah sayap aktif dan benar-benar kering (Upton 1991).

BAB III
PRESERVASI

Mematikan dan Penyimpanan Sementara Spesimen

Mematikan Spesimen

Kondisi akhir spesimen sebagian besar tergantung pada cara serangga dimatikan dan penyimpanan sebelum diawetkan secara permanen. Berikut ini beberapa cara mematikan serangga dan prosedur persiapannya.

1. Direndam dalam cairan pengawet
   Serangga bertubuh lunak seperti kutu daun, rayap, serta tahap pradewasa serangga seperti telur dan larva tidak boleh dibiarkan mengering. Sebaiknya serangga langsung dimasukkan ke dalam cairan pengawet (biasanya etil alkohol 70-85%) atau, bila perlu, ke cairan fiksatif seperti cairan Pampel (lihat lampiran).

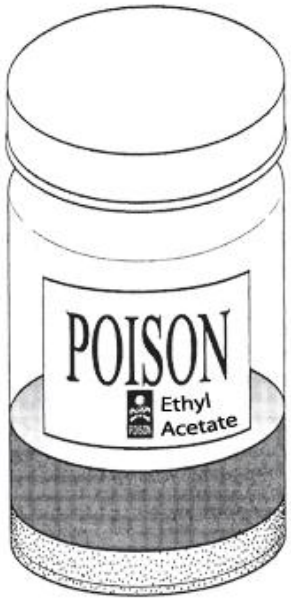
2. Dibekukan
   Salah satu cara yang digunakan untuk mematikan serangga adalah dengan dibekukan di dalam *freezer*. Teknik ini cocok digunakan untuk membunuh ngengat dan kupu-kupu hasil pemeliharaan. Proses pendinginan dilakukan untuk menghindari penggunaan bahan kimia mematikan. Serangga yang akan diawetkan dimasukkan ke dalam wadah kedap udara dan disimpan di dalam *freezer* selama 12–24 jam. Serangga beku harus ditangani secara hati-hati dengan cara dikeluarkan dari *freezer* dan didiamkan beberapa saat dalam suhu ruangan sampai spesimen tidak kaku..

3. Ditekan
   Cara ini bisa dilakukan untuk mematikan kupu-kupu berukuran sedang sampai besar dengan cara menekan bagian toraks, tepatnya di bawah otot sayap. Toraks ditekan menggunakan ibu jari dan telunjuk atau menggunakan forcep (Gambar 48).

Gambar 48. Cara mematikan kupu-kupu dengan cara menekan bagian bawah toraks dengan telunjuk dan ibu jari

4. Botol racun

Metode yang paling banyak digunakan untuk mematikan spesimen adalah menggunakan botol racun. Botol kaca dengan mulut botol lebar dan penutup yang rapat bisa digunakan untuk membuat botol racun. Beberapa bahan pembunuh cair di antaranya etil asetat (CH3CO2•C2H5), eter (dietil eter, C2H5•O•C2H5), kloroform (CHCI3), dan amonia (Solusi NH4OH). Dari keseluruhan bahan tersebut, etil asetat yang paling banyak digunakan. Semua bahan kimia ini sangat mudah menguap, mudah terbakar dan tidak boleh digunakan dekat api (Gambar 49).



Gambar 49. Botol racun etil asetat

Etil asetat dianggap sebagai bahan pembunuh yang paling baik. Uap yang dihasilkan tidak terlalu beracun untuk manusia dibandingkan dengan zat lainnya. Spesimen yang tampaknya sudah mati, dapat hidup kembali seketika jika dikeluarkan dari botol racun terlalu cepat. Keuntungan menggunakan etil asetat adalah bahwa pada beberapa spesimen dapat dibiarkan beberapa hari dalam botol racun dan masih lemas. Apabila etil asetat dibiarkan menguap dari spesimen, maka spesimen akan cepat mengeras.

Eter dan kloroform sangat mudah menguap, mudah terbakar dan tidak boleh digunakan didekat api terbuka atau rokok yang menyala. Volatilitas tinggi membuat kedua zat ini mampu mematikan serangga dalam waktu singkat. Kloroform yang disimpan dalam botol berwarna gelap akan membentuk gas beracun *phosgene* (carbonyl chloride, $COCl_2$). Kloroform cukup berguna apabila *bahan pembunuh* lain tidak tersedia. Kelemahan penggunaan bahan kimia ini membuat spesimen menjadi mudah kaku.

Etil Alkohol (etanol atau ETOH) banyak digunakan untuk mematikan imago Coleoptera dan Hymenoptera yang berukuran kecil, serta serangga bertubuh lunak dan tahap pradewasa serangga. Zat ini paling umum digunakan pada konsentrasi 70-80%, namun ada juga yang menambahkan dengan 5% asam

asetat glasial (*acetic alcohol*) untuk membantu penetrasi alkohol ke dalam spesimen dan membuat spesimen tidak kaku. Isopropil alkohol juga dapat digunakan dan mungkin lebih mudah ditemukan daripada etanol. Namun, etanol lebih banyak disukai untuk berbagai aplikasi (misalnya digunakan pada metode corong Berlese).

Amonia cair dapat menyebabkan iritasi pada manusia, zat ini tidak efektif digunakan untuk mematikan serangga. Penggunaannya lebih dianjurkan sebagai media untuk mengirimkan microlepidoptera. Spesimen yang mati dalam amonia cair cenderung berada dalam kondisi lemas . Dalam hal ini dapat juga digunakan Ammonium karbonat sebagai alternatif. (cara penggunaan dan gambar)

Setiap botol racun harus diberi label “RACUN” dengan jelas. Apabila tidak digunakan, botol harus disimpan di tempat yang aman dan jauh dari jangkauan anak-anak dan hewan peliharaan. Beberapa tips untuk menjaga botol racun bertahan lebih lama dan memberikan hasil yang lebih baik antara lain:

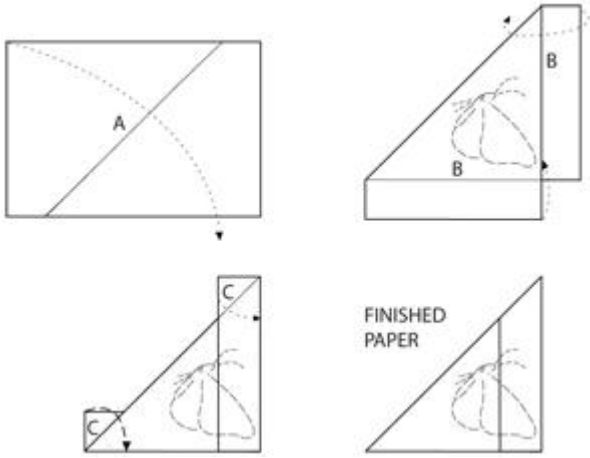
1. Masukkan beberapa potong kertas serap ke dalam botol untuk menjaganya tetap kering dan mencegah spesimen patah atau mengotori satu sama lain. Apabila kertas kotor atau lembab harus segera diganti dengan yang baru. Metode ini sangat berguna untuk membunuh hampir sebagian besar serangga kecuali Lepidoptera, karena rentan rusak.
2. Hindari botol racun dari paparan langsung sinar matahari, karena botol akan berembun dan kehilangan daya bunuhnya.
3. Apabila botol mengembun, bersihkan dengan tisu atau kertas serap.
4. Spesimen berukuran besar dan kecil dipisahkan dalam botol yang berbeda untuk menghindari kerusakan spesimen.
5. Tidak diperkenankanmenyimpan terlalu banyak spesimen dalam satu botol racun.
6. Apabila spesimen akan disimpan dalam jangka waktu yang cukup lama, spesimen yang telah dibunuh dengan botol racun dapat dipindahkan ke wadah kedap dan disimpan dalam *freezer.*
7. Ngengat sebaiknya disimpan dalam botol tersendiri agar tidak merusak sisik.
8. Jangan mencoba menghirup botol racun.
9. Botol yang telah kering (kadar racunnya telah berkurang atau habis) dapat diisi ulang.

Penyimpanan Sementara Spesimen

Kondisi spesimen awetan tergantung pada teknik penyimpanan sementara yang benar. Serangga yang baru dimatikan harus segera ditangani dan ditusuk dengan jarum serangga pada bagian toraks (*pinning*), selanjutnya ditata menjadi spesimen koleksi.

Spesimen kering. Kupu-kupu dan serangga besar bersayap lainnya dapat ditempatkan dalam amplop kertas khusus berbentuk segitiga (kertas papilot, sebaiknya gunakan *wax paper*) (Gambar 50). Namun beberapa spesimen cukup efektif disimpan di antara kertas lembab atau kertas kalkir. Jika ditempatkan pada wadah kedap udara, pastikan spesimen terhindar dari jamur. Fungisida sepertithymol, chlorocresol, etil asetat atau “Dettol” dapat ditambahkan ke dalam wadah jika spesimen kering. Perawatan harus dilakukan untuk memastikan fungisida tidak merusak material. Etil asetat dapat merusak serangga berambut

dan yang berlilin. Jika wadah tidak disegel, repelen seperti kapur barus (naphtalene) dapat ditambahkan untuk mencegah infestasi hama perusak spesimen. *Freezer* juga cukup ideal untuk penyimpanan sementara spesimen. Spesimen akan lebih rileks dan terhindar dari infestasi hama dan cendawan.



Gambar 50. Cara membuat kertas papilot

Spesimen dalam cairan. Spesimen yang diawetkan dalam cairan biasanya dimatikan langsung menggunakan alkohol atau cairan fiksatif (untuk serangga tertentu). Spesimen yang menggunakan cairan fiksatif harus dipindahkan ke dalam botol yang berisi alkohol, selanjutnya disusun di dalam rak sebagai koleksi permanen.

Preservasi Spesimen

Preservasi spesimen atau proses pengawetan sangat penting dilakukan untuk melihat karakteristik khusus pada proses identifikasi. Selain itu juga dapat membantu penanganan spesimen menjadi lebih mudah, tidak mudah rusak dan bernilai ilmiah. Serangga dapat secara permanen dipreservasi sebagai spesimen kering, basah atau pada *preparat slide*. Metode yang digunakan pada preservasi akan tergantung pada struktur dan karakter khusus spesimen yang akan diamati.

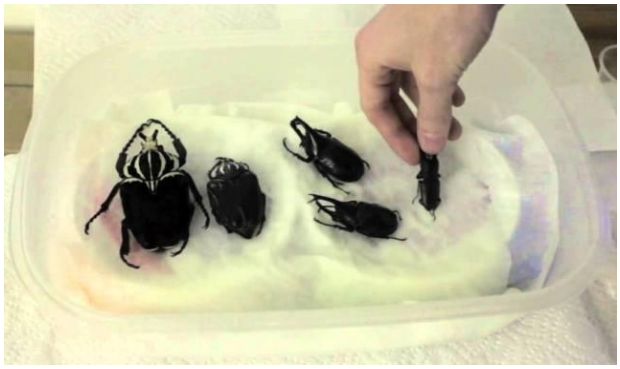
Sebagian besar imago serangga di-*pinning* atau di-*mounting* untuk selanjutnya disimpan dalam kondisi kering, sedangkan untuk serangga yang bertubuh lunak atau serangga pradewasa (telur, larva, nimfa, pupa atau puparia) dipreservasi dalam alkohol 70-80% atau di-*mounting* pada *preparat slide*. Kantong pupa, kepompong, dan eksuvia dapat di-*pinning* dan disimpan dalam kondisi kering, di-*mounting* pada kartu, atau jika spesimen sangat kecil/halus dapat disimpan dalam kapsul gelatin atau alkohol.

Preservasi kering. Serangga yang dikumpulkan dari lapangan tidak selalu dapat di-*pinning* pada hari yang sama. Spesimen yang akan di-*pinning* sebaiknya dalam kondisi segar, kering dan tidak kaku. Berikut ini beberapa metode relaksasi yang dapat digunakan sebelum siap dipreservasi:

a. *Relaxing chamber* (Gambar 51)
   - Untuk membantu spesimen kering agar lebih rileks bisa dilakukan dengan menempatkannya dalam kondisi jenuh air. Caranya dengan menggunakan kotak/wadah plastik yang diisi dengan spons basah

atau pasir basah pada bagian bawahnya, kemudian wadah ditutup rapat. Spesimen kecil umumnya akan menjadi rileks dalam waktu 24 jam, namun untuk spesimen dengan ukuran yang lebih besar membutuhkan waktu lebih lama.

- Cara lain yaitu dengan menggunakan kotak/wadah plastik kedap udara yang diisi dengan koran, pasir, atau kapas yang dilembabkan pada bagian bawah dan ditutup dengan kertas serap. Tambahkan timol atau kristal fenol pada bagian sudut wadah untuk mencegah pertumbuhan cendawan, atau gunakan beberapa tetes “Dettol”. Serangga kering ditempatkan pada cawan petri dan kemudian wadah ditutup kurang lebih satu hari. Beberapa serangga membutuhkan waktu relaksasi lebih lama dibanding serangga lainnya, hal itu tergantung dari ukuran dan berapa lama spesimen telah mengering. Spesimen harus diperiksa secara rutin agar tidak terlalu basah.



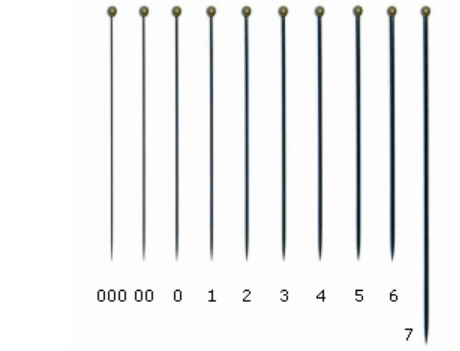
Gambar 51. *Relaxing chamber*

b. Perendaman air panas
   Teknik relaksasi yang digunakan pada kumbang yaitu dengan merendamnya ke dalam air yang hampir mendidih. Spesimen berukuran kecil akan melunak dalam beberapa detik, sedangkan spesimen besar membutuhkan waktu lebih lama.
c. Suntik
   Relaksasi untuk ngengat dan kupu-kupu besar dapat dilakukan dengan menyuntikkan 10% larutan amonia, alkohol 70% atau air panas ke bagian toraks.
d. Cairan *Barber’s relaxing*
   Cairan Barber dapat digunakan untuk spesies kumbang, belalang, jangkrik, kepik, lalat dan tabuhan. Cairan ini berfungsi melemaskan bagian tubuh serangga yang kaku, dengan cara memberikan beberapa tetes cairan Barber pada bagian yang kaku, misal tungkai.

Dalam hal menjaga spesimen tetap kering dan tidak membusuk, untuk serangga besar atau betina dengan telur terutama kecoa, belalang, belalang sembah dan ngengat besar sebaiknya isi abdomen dikeluarkan terlebih dahulu. Proses ini dinamakan *gutting*, *gutting* dapat dilakukan dengan membuat celah sepanjang sisi abdomen (di dalam membran antara terga dan sterna) menggunakan gunting yang tajam, lalu isi abdomen dikeluarkan menggunakan pinset. Bagian dalam rongga abdomen dibersihkan dengan membubuhkan campuran 3 (tiga) bagian bedak tabur dan 1 (satu) bagian boraks. Selanjutnya abdomen serangga diisi kapas yang dipilin sesuai dengan ukuran rongga abdomen serangga.

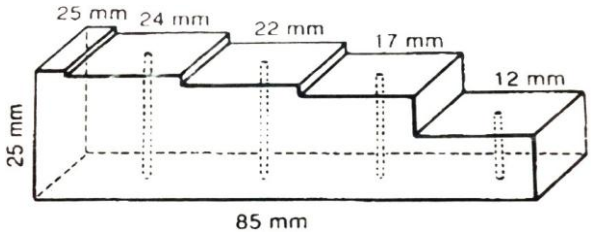
***Pinning, staging, pointing, carding, spreading*, dan *setting*.** Spesimen harus di-*mounting* pada saat kondisi tidak kaku, tungkai dan sayap dapat dengan bebas digerakkan, tidak kering dan rapuh. Proses *mounting* kering menggunakan jarum makro, jarum terbuat dari *stainless steel* dengan panjang 32–40 mm, terdiri dari ukuran yang bervariasi. Ada tiga metode yang digunakan dalam *mounting* serangga yaitu (1) *direct pinning,* (2) *pointing* dan (3) *carding.* Pemilihan ketiga jenis metode tersebut tergantung pada tujuan *mounting,* spesies dan ukuran spesimen.

1. ***Direct pinning***
   Pada metode ini dibutuhkan jarum dengan ukuran yang disesuaikan dengan besar tubuh serangga. Jarum serangga mempunyai beberapa ukuran yaitu 000, 00, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 (Gambar 52). Papan *mounting* dapat dibuat dari bahan polysterene yang dilapisi kertas, busa polietilen (*expanded polyethylene* (EPX)) atau gabus dengan kedalaman kurang lebih 30 mm. Jarum ditusuk secara vertikal melalui tubuh serangga dengan posisi yang bervariasi tergantung pada spesies serangga (Gambar 54).

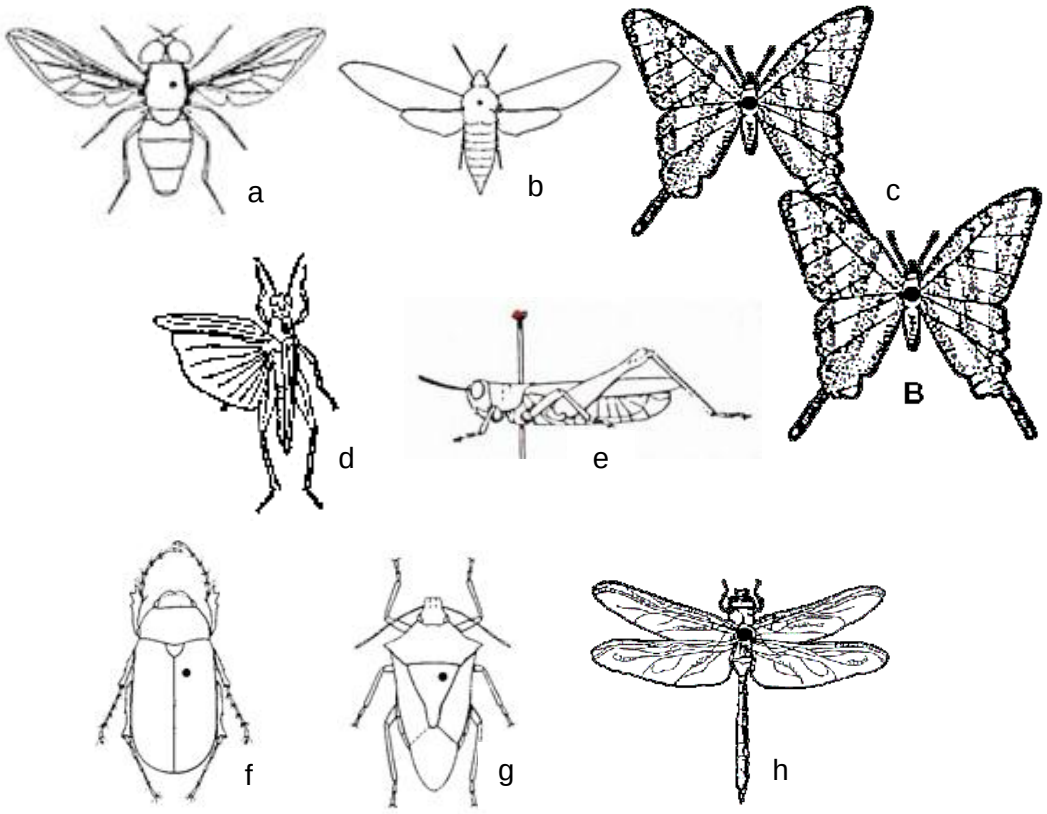


Gambar 52. Jarum serangga

Jarum harus ditusukkan pada posisi yang benar untuk menghindari kerusakan pada spesimen dan memudahkan proses identifikasi (Gambar 56). Untuk mengatur posisi serangga pada jarum digunakan *pinning block* (Gambar 53). Spesimen kemudian dibiarkan mengering (±3 minggu untuk spesimen besar), menggunakan desikator (Gambar 55) atau menggunakan oven dengan suhu tidak lebih dari 35°C.

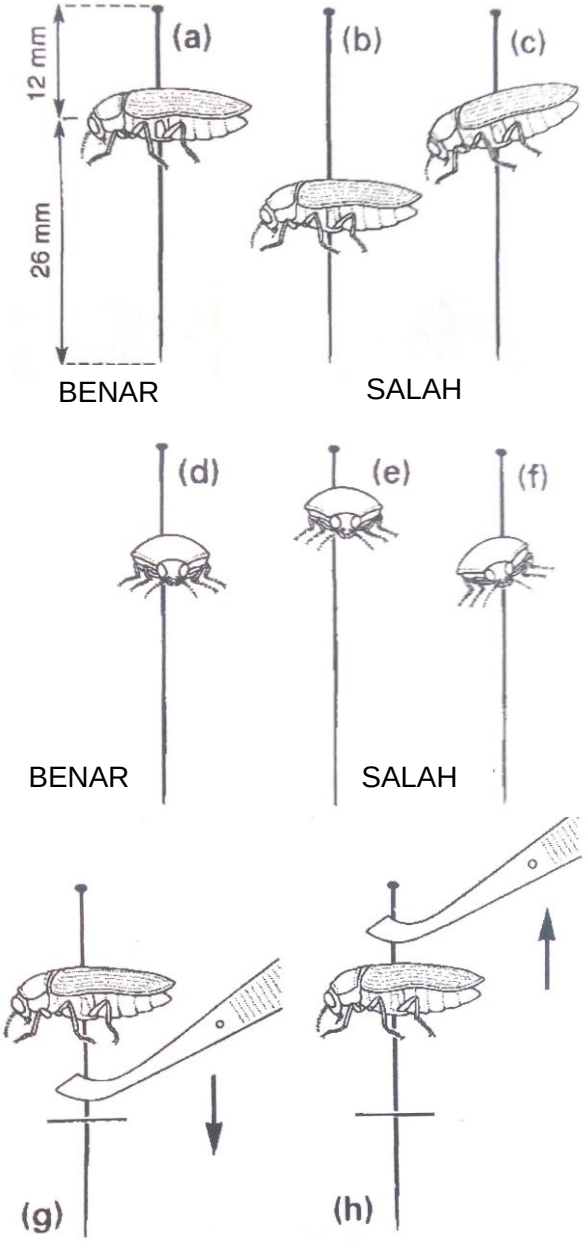


Gambar 53. *Pinning block*



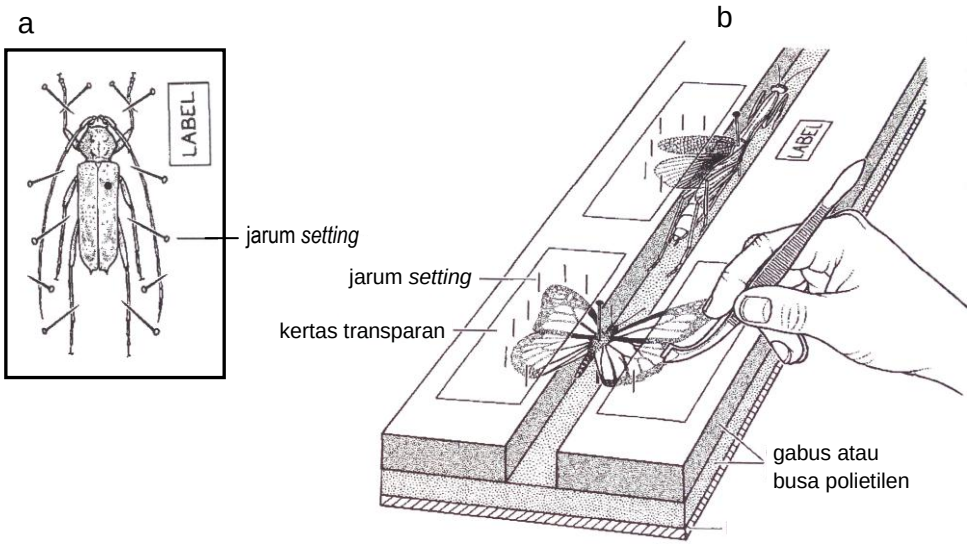
Gambar 54. Posisi tusukan jarum pada serangga: (a) lalat (Diptera); (b) ngengat (Lepidoptera); (c) kupu-kupu (Lepidoptera); (d dan e) belalang (Orthopthera); (f) kumbang (Coleoptera); (g) kepik, wereng (Hemiptera: Homoptera, Cicadomorpha dan Fulgoromorpha); (h) capung (Odonata).

Gambar 55. Desikator



Gambar 56. Penyematan jarum yang benar dan salah: (a) serangga dilihat dari sisi lateral, posisi yang benar; (b) spesimen terlalu rendah; (c) spesimen miring, (d) serangga dilihat dari sisi depan, posisi yang benar; (e) spesimen terlalu tinggi; (f) tubuh miring secara lateral dan posisi jarum tidak benar. Penanganan spesimen serangga menggunakan forcep: (g) menusukkan spesimen pada gabus; (h) melepaskan spesimen dari gabus (Upton 2010)

Perentangan spesimen sangat penting dilakukan agar venasi sayap, tungkai, antena dan embelan lainnya terlihat jelas saat diidentifikasi. Selain itu spesimen dengan sayap terbuka serta tungkai dan antena yang tersusun rapi akan terlihat lebih menarik. Ngengat, kupu-kupu, *lacewings, antlions* (undur-undur) dan capung dapat dipreservasi dengan kedua sayap direntangkan, sedangkan untuk belalang, kecoa, beberapa tabuhan hanya satu sayap yang direntangkan. Berikut dijelaskan langkah-langkah yang dilakukan untuk merentangkan sayap:



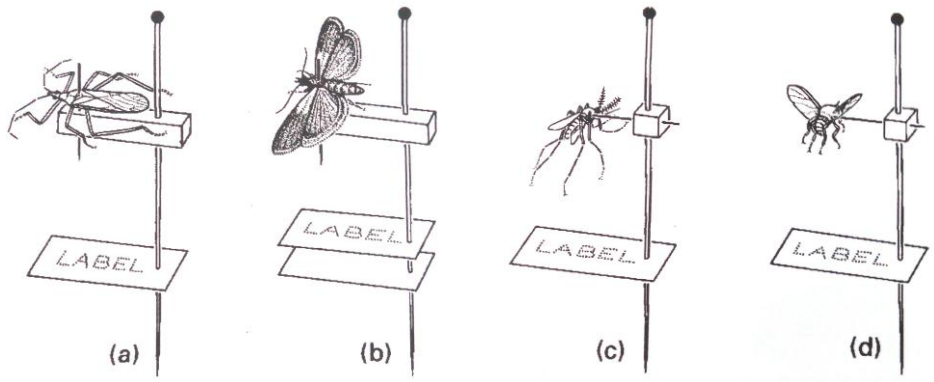
Gambar 57. Perentangan embelan sebelum spesimen dikeringkan: (a) proses perentangan antena dan tungkai kumbang dengan bantuan jarum serangga; (b) tungkai dan sayap belalang sembah dan kupu-kupu direntangkan pada papan rentang. (Upton 2010)

- Papan rentang dibuat dari busa polietilen, gabus, atau dengan menempelkan polysterene pada papan triplek atau sisi halus papan Masonite. Potong bagian tengahnya sesuai dengan lebar tubuh serangga yang akan di rentang. Tutup bagian atas sayap dengan kertas kalkir, plastik atau kertas trasnsparan dengan bantuan jarum (Gambar 57.b).
- Jarum ditusukkan melalui toraks dan disematkan pada alur tengah papan pengaturan sampai posisi tubuh terletak pada alur dan bagian dasar sayap sejajar dengan papan. Untuk mendapatkan hasil yang baik, tubuh serangga perlu disokong dengan menempatkan jarum secara bersilangan pada kedua sisi dasar abdomen. Untuk Lepidoptera, posisi tungkai terlipat di bawah tubuh, sedangkan untuk kelompok lain seperti capung, *antlions, lacewing* dan *demselflies*, posisi tungkai diatur di samping sayap.
- Spesimen dijaga dengan baik agar tidak mudah rusak. Posisi sayap diatur sedemikian rupa dengan hati-hati. Jarum ditusukkan ke papan pada bagian tepi terluar sayap. Pada ngengat dan kupu-kupu, posisi batas belakang pada sayap depan tegak lurus dengan posisi tubuh (Gambar 57.b). Sedangkan pada belalang, capung, *demselflies, lacewings* dan serangga lain, batas depan pada sayap belakang tegak

lurus dengan sisi tubuh, dengan posisi sayap depan jauh dari sayap belakang.
- Abdomen serangga disokong menggunakan kapas atau jarum yang dipasang bersilangan agar posisi abdomen tidak turun.
- Spesimen harus dibiarkan mengering secara menyeluruh sebelum kertas dan jarum dilepas.
- Label data ditusuk menggunakan jarum makro dan ditempatkan satu tingkat dibawah seranggga yang di-*mounting* (menggunakan *point* atau *stage*). Sesekali dapat digunakan dua label bersamaan; label pada posisi yang lebih tinggi berisi informasi mengenai data koleksi, sedangkan label pada posisi yang lebih rendah untuk informasi identifikasi taksonomi.

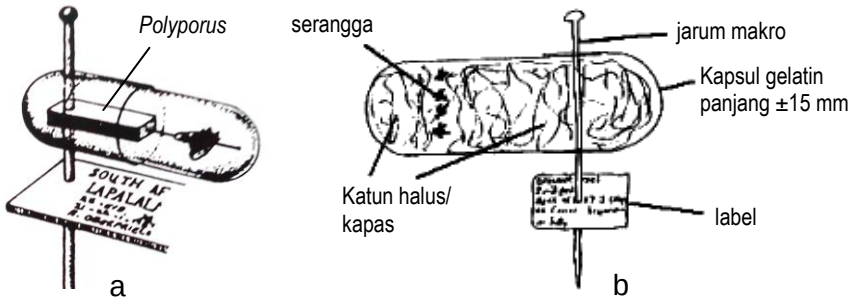
2. *Micropinning (staging* atau *double mounting*)

Metode ini digunakan pada serangga berukuran kecil dengan cara menyematkan serangga dengan jarum mikro (*minuten pin*) ke *stage* (busa polyporus) yang dipasang pada sebuah jarum makro (ukuran no.3) (Gambar 58.a,b). Jarum mikro sangat halus, tanpa kepala, terbuat dari stainless stell dan tahan karat, sedangkan *stage* terbuat dari polyporus berbentuk persegi. Panjang jarum mikro berkisar 10–15 mm. Jarum mikro ditusukkan ke tubuh serangga pada posisi yang sama seperti teknik penusukan menggunakan jarum makro. Tabuhan dan ngengat kecil di-*mounting* dengan posisi tubuh sejajar *stage* dan kepala menjauhi jarum makro, sedangkan untuk kumbang, kepik dan lalat kecil ditusuk pada bagian sisi kiri tubuhnya ke *stage*, sehingga posisi jarum makro berada disebelah kanan spesimen. Pada beberapa serangga yang sangat kecil dan halus di-*pinning* pada cube (busa polyporus berbentuk kubus kecil) (Gambar 58.c,d).



Gambar 58. Micropinning menggunakan *stage* dan *cube* (a) kepik (Hemiptera) kecil yang di-*mounting* pada *stage*, jarum mikro ditusukkan pada bagian toraks seperti ditunjukkan pada Gambar 54.g; (b) ngengat (Lepidoptera) dengan *stage mount*, jarum mikro ditusukkan pada toraks seperti ditunjukkan pada Gambar 54.b; (c) nyamuk (Diptera: Culicidae) dengan *cube mount*, jarum mikro ditusukan pada bagian lateral toraks; (d) lalat (Diptera: Simuliidae) dengan *cube mount*, jarum mikro ditusukkan pada bagian lateral toraks. (Upton 2010).

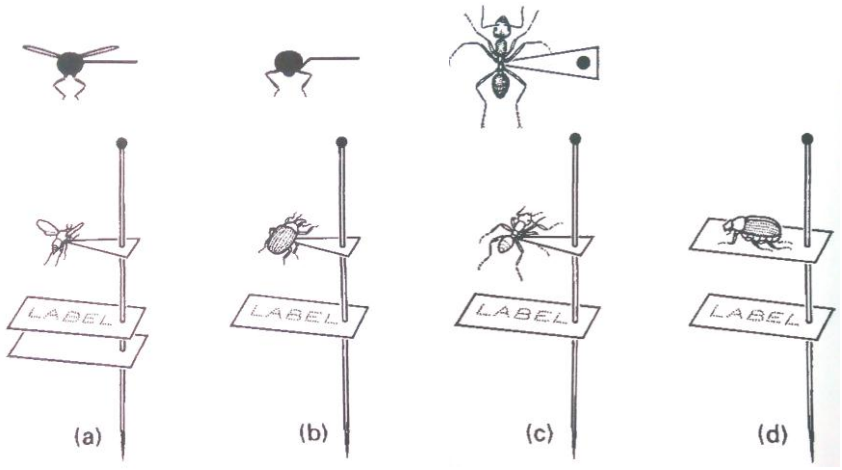
Spesimen berukuran halus dapat di mounting dengan jarum minuten yang dipasang pada busa polyporus dalam kapsul gelatin (Gambar 59.a). Lebih dari 10 spesimen berukuran panjang < 1 mm dapat disimpan dalam satu kapsul. Pada bagian dalam kapsul dapat ditambahkan katun halus atau sumbat kapas yang telah dipadatkan terlebih dahulu agar serat kapas tidak merusak spesimen (Gambar 59.b). Untuk mencegah pertumbuhan cendawan, kapsul sebaiknya disimpan dalam wadah kedap udara yang diberi kristal timol.



Gambar 59. Spesimen dalam kapsul gelatin: (a) spesimen tunggal di-*pinning* mengunakan jarum mikro dan ditusukkan pada busa *polyporus*; (b) microhymenoptera yang disimpan dalam kapsul gelatin (Uys & Urban 1996)

3. *Pointing (card points)*

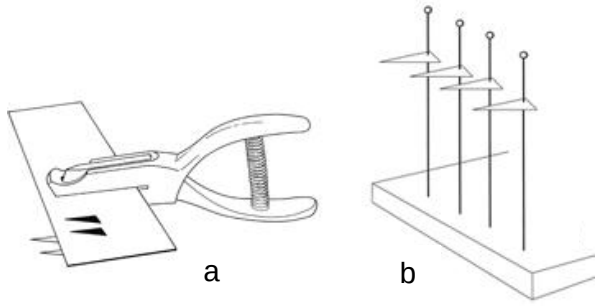
Metode ini digunakan untuk serangga kecil yang tidak dapat menggunakan jarum serangga secara langsung (Gambar 60.a) antara lain untuk serangga berukuran kecil sampai sedang yang tersklerotisasi (terutama kumbang dan semut) (Gambar 60.b,c) yang kutikulanya sulit ditembus dengan jarum mikro atau untuk spesimen kecil yang sudah dikeringkan. Metode ini tidak cocok untuk ngengat kecil karena lem tidak dapat melekat sempurna pada sisik, begitu juga pada lalat karena struktur penting pada tubuh akan terhalang. Kelompok kumbang, tabuhan dan lalat kecil dapat dipreservasi menggunakan *point*.



Gambar 60. *Point mount* untuk spesimen berukuran kecil: (a) tabuhan; (b) kumbang; (c) semut. *Carding*: (d) kumbang yang ditempel pada *card*. (Upton 2010).

Point terbuat dari potongan kecil karton putih berbentuk segitiga dengan panjang sekitar 12 mm dan lebar tidak lebih dari 3 mm. Kertas segitiga dapat dipotong menggunakan gunting atau *point punch* (Gambar 61.a) jika tersedia. *Point punch* sangat membantu untuk membuat *point* yang seragam dalam jumlah banyak dalam satu waktu (Gambar 61.b), sehingga dapat disimpan dan digunakan pada saat dibutuhkan.

Cara kerja metode ini dengan menancapkan jarum makro pada bagian tengah pangkal *point* dan serangga ditempelkan pada ujung *point* menggunakan lem (misal *gum arabic*). Untuk serangga yang sangat kecil, bagian ujung *point* harus menyentuh serangga pada sisi vertikal toraks dibawah sayap. Semut diberi lem pada ujung *point* dan dalam satu jarum makro dapat disematkan dua sampai tiga *point* secara bersamaan. Untuk serangga kecil dengan sisi toraks yang miring, seperti kumbang dan kepik, ujung *point* dapat ditekuk sedikit ke bawah sebelum lem diaplikasikan.



Gambar 61. Cara efektif membuat *point*: (a) *Point punch* digunakan untuk membuat point dalam jumlah banyak dalam satu waktu; (b) *Point* disimpan dan siap digunakan kapan saja. (http://extension.entm.purdue.edu, 2014)

4. *Carding (card platform)*

Serangga kecil, terutama tabuhan parasit dan kumbang dapat dipreservasi menggunakan metode *carding*. Caranya dengan menempelkan bagian ventral spesimen pada potongan kartu berbentuk persegi berukuran 5 x 10 mm yang telah ditusuk dengan jarum makro pada bagian tengah pangkal kartu (Gambar 60.d). *Carding* tidak direkomendasikan untuk imago karena struktur pada bagian ventral akan tertutup lem. Metode ini cocok digunakan untuk eksuvia, kantong pupa, puparia atau kutu tempurung.

Preservasi basah. Pada umumnya telur, nimfa, larva, puparia, dan serangga dengan tubuh lunak dipreservasi permanen dalam cairan karena jika dikeringkan dapat menyebabkan serangga mengerut dan membusuk. Media preservasi yang paling umum digunakan untuk penyimpanan serangga jangka panjang adalah etanol (*etil alkohol*) yang diencerkan pada konsentrasi bervariasi (biasanya 75-80%). Kutu daun dan kutu-kutuan biasanya diawetkan dalam laktat-alkohol, yang merupakan campuran dari dua bagian etanol 95% dan satu bagian 75% asam laktat. Laktat-alkohol mencegah serangga tidak mudah rapuh dan memfasilitasi maserasi jaringan tubuh sebelum di-*mounting*. Umumnya serangga pradewasa akan menyusut, dan serangga berpigmen akan kehilangan pigmen warnanya jika disimpan langsung dalam etanol.

Serangga bertubuh lunak dan serangga pradewasa, atau spesimen untuk tujuan praktikum, atau struktur bagian dalam tubuh serangga terlebih dahulu harus dicelupkan langsung dalam kondisi hidup ke larutan fiksatif sebelum di preservasi. Semua larutan fiksatif mengandung etanol dan asam asetat glasial dalam berbagai konsentrasi yang dikombinasikan dengan cairan lain. Fiksatif yang mengandung formalin (40% formladehyde dalam air) tidak boleh digunakan untuk spesimen yang akan di-*mounting* pada gelas preparat (bagian dalam tubuh akan mengeras), tetapi ideal digunakan untuk spesimen dengan tujuan studi histologis. Beberapa resep fiksatif yang umum digunakan adalah:

- KAA: dua bagian asam asetat glacial, sepuluh bagian etanol 95%, dan satu bagian kerosin (tanpa pewarna);
- Cairan Carnoy: satu bagian asam asetat glasial, enam bagian etanol 95% dan tiga bagian kloroform;
- FAA: satu bagian asam asetat glasial, 25 bagian etanol 95%, 20 bagian air, dan lima bagian formalin;
- Cairan Pample: dua sampai empat bagian asam asetat glasial, 15 bagian etanol 95%, 30 bagian air, dan enam bagian formalin;
- AGA: satu bagian asam asetat glasial, enam bagian etanol 95%, empat bagian air, dan satu bagian gliserol.

Mounting Preparat Slide. Spesimen kecil seperti thrips, kutu daun, tabuhan parasit, kutu-kutuan, rayap, tungau, serangga pradewasa, serta bagian tubuh serangga (misalnya mulut dan alat kelamin) dan larva perlu diamati di bawah mikroskop kompon. Untuk membedakan bagian tubuh serangga diperlukan pewarnaan kutikula dan diamati menggunakan mikroskop optik khusus seperti mikroskop fase-kontras atau interference-kontras.

Ada berbagai pilihan pewarnaan dan *mounting* media, dan persiapannya sangat tergantung pada jenis *mountant* yang digunakan. *Mountant* yang baik berbahan dasar *gum-chloral* (misal Hoyer, cairan Berlese) atau resin (misal Canada balsam, Euparal). Cairan pertama biasanya digunakan untuk tujuan pembuatan *preparat slide* sementara, namun semakin lama kualitasnya akan menurun. Sebaliknya jenis cairan berbahan dasar resin membutuhkan waktu yang lebih lama pada saat pembuatan, namun sangat direkomendasikan untuk tujuan penyimpanan jangka panjang. Mengingat spesimen yang akan diawetkan berukuran kecil, maka pembuatan *preparat slide* dilakukan di bawah mikroskop stereo.

Pembuatan preparat permanen dan semi permanen

1. Cara pembuatan preparat slide untuk tungau

Bahan dan alat yang digunakan dalam melakukan deteksi dan identifikasi

Bahan :
- Alkohol 70%
- Larutan Hoyer's Medium
- Gelas obyek
- Gelas penutup
- Tisu
- Akuades
- Label
- Kuteks, dll

Alat :
- Mikroskop stereo Nikon SMZ 1500
- Mikroskop kompon Nikon Eclipse 80i
- Digital mikroskop Hirox KH 8700
- Dissecting set
- Kamera digital
- Petridish
- Spatula
- Pulpen

Larutan Hoyers

Bahan :

- Akuades steril	50 ml
- Kristal gum arabic	30 g
- Chloral hidrate	200 g
- Gelas Gliserin	20 ml

Cara pembuatan Larutan Hoyer's medium :

a. *Gum arabic* dimasukkan dalam gelas beaker dan diisi akuades, aduk menggunakan stire sambil dipanaskan di atas *hotplate* selama satu hari (60 °C);
b. Dinginkan dan saring larutan menggunakan kain wool atau *cheesecloth*;
c. Tambahkan chloral hydrate dan gliserin, aduk hingga rata (Qin 2001).

A. Preparasi Mounting Tungau Semi Permanen

a. Spesimen yang akan diidentifikasi terlebih dahulu didokumentasikan;
b. Larutan Hoyer's medium diteteskan 1 tetes di tengah gelas obyek;
c. Satu spesimen tungau diletakkan di tengah gelas obyek yang telah ditetesi lariutan Hoyer's medium;
d. Posisi bagian-bagian tungau diatur sesuai keperluan identifikasi (dorsal atau ventral dibagian atas);
e. Gelas obyek ditutup dengan gelas penutup secara perlahan-lahan dengan bantuan jarum. Jika ada gelembung yang terperangkap dalam spesimen dapat dihilangkan dengan cara diketuk perlahan-lahan menggunakan jarum;
f. Posisi spesimen ditandai melingkar dengan marker dan diberi kode identitas;
g. Preparat kemudian diletakkan di atas *hotplate* pada suhu 60-70 °C selama 2-5 jam. Umumnya spesimen yang tidak berwarna dapat langsung diidentifikasi di bawah mikroskop kompon.

h. Preparat yang telah dipanaskan kemudian diinkubasi/dioven pada suhu 45-50 °C selama 48 jam (untuk hasil yang lebih kering, waktu dapat diperpanjang sampai 2 minggu) (Qin 2001) atau 60 °C selama 48 jam. Bagian tepi kaca penutup dilapisi dengan kuteks (BBUSKP 2013).
i. Spesimen siap diidentifikasi menggunakan kunci identifikasi dan dibubuhkan label secara rinci. Label kiri berisi informasi mengenai lokasi, tanggal pengambilan, kolektor dan inang, sedangkan label sebelah kanan berisi informasi mengenai ordo, famili, spesies, identifikator dan tanggal mounting.
j. Semua ciri spesifik didokumentasikan, dideskripsikan untuk selanjutnya disimpan sebagai koleksi.

B. Preparasi Mounting Tungau Permanen

Langkah kerja metode pengamatan langsung:

a. Spesimen yang akan diidentifikasi terlebih dahulu didokumentasikan;
b. *Clearing dan cleaning*
   Pertama-tama spesimen direbus dalam alkohol 95% selama 3-5 menit; selanjutnya maserasi dengan cara direbus kembali dalam KOH 10% sampai transparan. Isi abdomen spesimen dibuang dengan cara ditekan-tekan menggunakan jarum;
c. Untuk menghentikan maserasi spesimen dicuci dengan akuades sebanyak dua kali;
d. Setelah pencucian, dilanjutkan dengan proses dehidrasi menggunakan alkohol bertingkat, dengan cara direndam dalam alkohol 80%, alkohol absolute dan minyak cengkeh masing-masing selama 10 menit;
e. Satu spesimen tungau diletakkan di tengah gelas obyek yang telah ditetesi kanada balsam;
f. Posisi bagian-bagian tungau diatur sesuai keperluan identifikasi (dorsal atau ventral dibagian atas);
g. Gelas obyek ditutup dengan gelas penutup secara perlahan-lahan dengan bantuan jarum.
h. Posisi spesimen ditandai melingkar dengan marker dan diberi kode identitas;
i. Preparat kemudian diletakkan di atas *hotplate* pada suhu 30-40 °C selama 1-2 minggu (sampai kering);
j. Spesimen siap diidentifikasi menggunakan kunci identifikasi dan dibubuhkan label secara rinci. Label kiri berisi informasi mengenai lokasi, tanggal pengambilan, kolektor dan inang, sedangkan label sebelah kanan berisi informasi mengenai ordo, famili, spesies, identifikator dan tanggal mounting.
k. Semua ciri spesifik didokumentasikan, dideskripsikan untuk selanjutnya disimpan sebagai koleksi.

Langkah kerja dengan metode pewarnaan

a. *Clearing dan cleaning*
   Pertama-tama spesimen direbus dalam alkohol 95% selama 3-5 menit; selanjutnya maserasi dengan cara direbus kembali dalam KOH 10% sampai transparan. Isi abdomen spesimen dibuang dengan cara ditekan-tekan menggunakan jarum;

b. Spesimen direndam dalam acid alkohol 50% (terdiri dari 20 ml asam asetat glasial dan 80 ml etanol 50%) selama 10 menit (tidak dibuang);
c. Selanjutnya ditambahkan asam fuchsin dan rendam kembali selama 1 jam, setelah selesai larutan dapat dibuang;
d. Spesimen direndam dalam alkohol 80%, alkohol 100%, asam asetat glasial, dan minyak cengkeh masing-masing selama 5, 5, 3, dan 5 menit;
e. Satu spesimen tungau diletakkan di tengah gelas obyek yang telah ditetesi kanada balsam;
f. Posisi bagian-bagian tungau diatur sesuai keperluan identifikasi (dorsal atau ventral dibagian atas);
g. Gelas obyek ditutup dengan gelas penutup secara perlahan-lahan dengan bantuan jarum.
h. Posisi spesimen ditandai melingkar dengan marker dan diberi kode identitas;
i. Preparat kemudian diletakkan di atas *hotplate* pada suhu 30-40 °C selama 1-2 minggu (sampai kering);
j. Spesimen siap diidentifikasi menggunakan kunci identifikasi dan dibubuhkan label secara rinci. Label kiri berisi informasi mengenai lokasi, tanggal pengambilan, kolektor dan inang, sedangkan label sebelah kanan berisi informasi mengenai ordo, famili, spesies, identifikator dan tanggal mounting.
k. Semua ciri spesifik didokumentasikan, dideskripsikan untuk selanjutnya disimpan sebagai koleksi.

2. Cara pembuatan *preparat slide* untuk Thrips

A. Preparasi Mounting Thrips Semi Permanen

a. Spesimen yang akan diidentifikasi terlebih dahulu didokumentasikan;
b. Spesimen direndam dalam alkohol 70%
c. Satu tetes Larutan Hoyer's medium diteteskan di tengah gelas obyek;
d. Satu spesimen thrips diletakkan di tengah gelas obyek yang telah ditetesi lariutan Hoyer's medium;
a. Posisi sayap, antena dan tungkai diatur sesuai keperluan identifikasi (umumnya sisi ventral dibagian atas);
b. Gelas obyek ditutup dengan gelas penutup secara perlahan-lahan dengan bantuan jarum. Jika ada gelembung yang terperangkap dalam spesimen dapat dihilangkan dengan cara diketuk perlahan-lahan menggunakan jarum;
c. Posisi spesimen ditandai melingkar dengan marker dan diberi kode identitas;
d. Preparat kemudian dikeringkan dan dilapisi dengan kuteks pada bagian tepi kaca penutup.
e. Spesimen diberi label secara rinci dan diidentifikasi dibawah mikroskop kompon;
f. Spesimen siap diidentifikasi menggunakan kunci identifikasi dan dibubuhkan label secara rinci. Label kiri berisi informasi mengenai lokasi, tanggal pengambilan, kolektor dan inang, sedangkan label sebelah kanan berisi informasi mengenai ordo, famili, spesies, identifikator dan tanggal mounting.
g. Semua ciri spesifik didokumentasikan, dideskripsikan untuk selanjutnya disimpan sebagai koleksi.

B. Preparasi Mounting Thrips Permanen

a. Spesimen yang akan diidentifikasi terlebih dahulu didokumentasikan;
b. Maserasi.
   - Spesimen direndam dalam NaOH 2% selama 24 jam (untuk spesimen yang lebih hitam/gelap dibutuhkan waktu yang lebih lama).
   - Sebanyak 20 thrips (atau lebih untuk spesimen yang lebih kecil) ditempatkan dalam cawan sirakus dan direndam dalam air bersih selama 1 jam.
   - Selanjutnya, NaOH 5% ditambahkan ke dalam cawan sirakus berisi thrips, dengan perbandingan NaOH dan air adalah 1:1. Biarkan selama 4 jam (untuk spesimen yang lebih gelap sebaiknya disimpan 2 hari atau lebih)
   - Spesimen kemudian dipindahkan kembali ke air beberapa jam. Tekan-tekan spesimen secara perlahan untuk mengeluarkan isi abdomen.
   - Spesimen kemudian disimpan dalam alkohol 60% selama 12-24 jam.
c. Dehidrasi dilakukan secara bertingkat sebagai berikut.
   - Spesimen dipindahkan kemudian direndam dalam alkohol 70% selama 60 menit;
   - Gantikan dengan alkohol 80% dan dibiarkan selama 20 menit;
   - Gantikan dengan alkohol 95% dan dibiarkan selama 10 menit;
   - Gantikan dengan alkohol 100% dan dibiarkan selama 5 menit;
   - Spesimen dipindahkan dan direndam dalam minyak cengkeh selama 90 menit sebelum di-*mounting*;
d. *Mounting*
   - Satu spesimen thrips diletakkan di tengah gelas obyek yang telah ditetesi kanada balsam;
   - Posisi sayap, tungkai, dan antena diatur sesuai keperluan identifikasi (biasanya ventral dibagian atas);
   - Gelas obyek ditutup dengan gelas penutup secara perlahan-lahan dengan bantuan jarum.
   - Posisi spesimen ditandai melingkar dengan marker dan diberi kode identitas;
   - Preparat kemudian diletakkan di atas *hotplate* pada suhu 45°C selama beberapa minggu;
   - Spesimen siap diidentifikasi menggunakan kunci identifikasi dan dibubuhkan label secara rinci. Label kiri berisi informasi mengenai lokasi, tanggal pengambilan, kolektor dan inang, sedangkan label sebelah kanan berisi informasi mengenai ordo, famili, spesies, identifikator dan tanggal mounting.
   - Semua ciri spesifik didokumentasikan, dideskripsikan untuk selanjutnya disimpan sebagai koleksi.

3. Cara Pembuatan *Preparat Slide* untuk *Mealybug*

A. Preparasi Mounting *Mealybug* Semi Permanen

Bahan :
1. Pewarna Asam Fuchsin
2. Larutan Essig's
3. Media perekatan Heinz / Kanada balsam
4. Kloroform
5. Alkohol 100%
6. Kuteks

Alat :
1. Mikroskop stereo
2. Mikroskop kompon
3. Pinset
4. Kuas No.0 / No.00
5. Cawan Sirakus/spot plate
6. Jarum mikro
7. Gelas obyek
8. Gelas penutup
9. Hot plate/oven
10 Label
11. Pulpen No. 05

Bahan dan alat pembuatan pewarna Asam Fuchsin:

Bahan :	1.	Asam Fuchsin	0,5 g
	2.	10% hydrochloric acid	25 ml
	3.	Air destilata	300 ml

Alat :
1. Hotplate
2. Gelas Beker 500 ml
3. Gelas ukur 500 ml, 100 ml,d an 50 ml
4. *Magnetic stirer*
5. *Hotplate* tanpa suhu

Cara kerja pembuatan pewarna Asam fuchsin:

a. Campurkan larutan hydrochloric acid 10% dengan air destilata dalam gelas beker;
b. Larutkan asam fuchsin dengan sedikit air, aduk menggunakan *magnetic stirer;*
c. Tambahkan air yang tersisa;
d. Larutan disimpan dalam botol kaca dan diberi label.

Bahan dan alat pembuatan larutan Essig:

Bahan :	1.	Asam laktat (reagent grade 85-92%)	35 ml
	2.	Kristal fenol / *distilled water solutiion* (1.5%)	25 ml
	3.	Poly Vinyl Alcohol (PVA)	10 g
	4.	Air destilasi	40 ml
	5.	Glycerol	10 ml
	6.	Chloral hydrate	100 g

Alat : 1. Hotplate/water bath
2. Gelas ukur 500 ml, 100 ml dan 50 ml
3. Gelas Erlenmeyer
4. *Magnetic stirer*
5. Pengaduk kaca
6. Label
7. Pulpen No. 05
8. Botol scott duran 250 ml, 100 ml (berwarna gelap)

Cara kerja pembuatan larutan Essig:

a. Langkah pertama – Pembuatan larutan fenol dan chlorat hydrat
   - Sebanyak 0,375 gr kristal fenol dilarutkan dalam 25 ml air destilasi
   - Pembuatan larutan ini dapat dilakukan dalam jumlah banyak, untuk disimpan sebagai stok
   - Ke dalam larutan 25 ml fenol ditambahkan 100 gr chloral hydrat
   - Diamkan ± 30 menit sampai chloral hydrate larut
   - Larutan diaduk menggunakan *magnetic stirer*

b. Langkah kedua – Pembuatan campuran PVA
   - Siapkan penangas air dan suhu dipertahankan tepat di bawah titik didih
   - Siapkan campuran PVA sebagai berikut:
     - Tempatkan gelas kimia berisi PVA ke dalam penangas air, tambahkan air destilasi
     - Larutan diaduk secara konstan dengan pengaduk kaca sampai campuran mengental (5-10 menit)
     - Tambahkan asam laktat dan diaduk kembali selama beberapa menit
     - Campuran yang mengental tersebut akan larut atau mencair
     - Tambahkan gliserol dan aduk perlahan sampai didapatkan tingkat kelunakan yang tetap
     - Keluarkan campuran PVA dari dalam penangas air dan biarkan sampai suhunya hangat kuku

c. Langkah ketiga – Pencampuran larutan dan penyaringan;
   - Masukkan larutan fenol/chloral hydrate ke dalam campuran PVA
   - Larutan diaduk secara seksama kemudian disaring menggunakan kertas saring, biarkan 1 malam (kertas hisap juga bisa digunakan untuk mempercepat proses tersebut)
   - Larutan dipindahkan ke dalam botol scoot dan diberi label.

Mounting *Mealybug* Semi Permanen:

a. Letakkan spesimen di dalam sirakus dan diamati terlebih dahulu dibawah mikroskop stereo (untuk memastikan spesimen pada stadia betina dewasa);
b. Tambahkan beberapa tetes kloroform (atau alkohol 100%) untuk meluruhkan lapisan lilin pada kutikula;
c. Gunakan jarum mikro untuk membuat sebuah lubang di bagian tengah toraks pada permukaan dorsal atau di antara tungkai kanan-kiri pada permukaan ventral;

d. Tambahkan beberapa 10 tetes larutan Essig dan 1-4 tetes asam fuchsin sebagai pewarna dan goyangkan agar tercampur sempurna. Spesimen dipastikan terendam seluruhnya;
e. Tutup cawan sirakus dengan penutup kaca yang telah diberi label dan panaskan ± 15-20 menit di bawah lampu 100 watt, atau dipanaskan di atas *hotplate* pada suhu 80°C di dalam lemari asam. Lepaskan penutup kaca dan nyalakan lemari asam untuk mendinginkan larutan Essig, sebelum tahap berikutnya;
f. Saat spesimen dan larutan Essig sudah dingin, tekan spesimen berkali-kali untuk mengeluarkan isi tubuh. Pindahkan spesimen ke dalam cawan sirakus baru yang telah diisi larutan Essig yang baru (jika diperlukan, dan kemudian lanjutkan proses pembersihan;
g. Gunakan gelas obyek dan kaca penutup yang bersih. Jika diperlukan, bersihkan gelas obyek dengan seksama menggunakan tisu yang telah diberi alkohol 70%, untuk memastikan tidak ada kotoran atau gumpalan minyak yang dapat mengaburkan spesimen;
h. Teteskan sedikit media Heinz di tengah gelas obyek;
i. Keluarkan spesimen perlahan-lahan dari cawan sirakus untuk proses penempelan. Jika perlu, sentuhkan forcep dan spesimen pada kertas saring untuk mengurangi cairan yang berlebihan;
j. Tempelkan spesimen secara dorso-ventral (bagian dorsal/ventral menghadap ke atas) tepat di bagian tengah media Heinz. Atur posisi antena dan tungkai agar lebih mudah terlihat;
k. Gelas obyek ditutup dengan kaca penutup secara perlahan-lahan dengan bantuan jarum. Jika ada gelembung yang terperangkap dalam spesimen dapat dihilangkan dengan cara diketuk perlahan-lahan menggunakan jarum;
l. Preparat diberi label secara rinci;
m. Preparat dapat segera diamati dan diidentifikasi di bawah mikroskop kompon, tetapi mungkin juga masih membutuhkan proses pmebersihan (penjernihan) lebih lanjut, dengan cara memanaskan preparat pada suhu sedang;
n. Jika preparat akan disimpan lebih lama, panaskan kembali preparat dalam oven pada suhu 40°C dan keringkan secara seksama (sekitar dua minggu). Bagian tepi kaca penutup dilapisi dengan kuteks untuk mencegah penurunan kualitas spesimen. Preparat siap disimpan lebih lama.

B. Preparasi Mounting *Mealybug* Permanen

Bahan :
1. Pewarna Asam Fuchsin
2. Alkohol 80%
3. Alkohol 100%
4. Kanada balsam
5. *Crboxylene*
6. Minyak cengkeh
7. KOH 10%
8. Air destilata
9. Asam asetat glasial

Alat :
1. Mikroskop stereo
2. Mikroskop kompon
3. Pinset
4. Kuas No.0 / No.00
5. Cawan Sirakus/spot plate
6. Jarum mikro
7. Gelas obyek
8. Gelas penutup
9. Hot plate/oven
10 Label
11. Pulpen No. 05

Pembuatan preparat slide untuk kutu tanaman dari superfamili Coccoidea pada umumnya memiliki urutan yang sama. Oleh karena itu di bawah ini dipaparkan pembuatan preparat permanen untuk famili Pseudococcidae, yang juga dapat dilakukan untuk pembuatan preparat anggota famili lain dalam superfamili ini. Urutan tahapan pembuatan preparat slide permanen menurut Watson 2007 antara lain:

a. *Mealybug* dipanaskan dalam larutan alkohol 80% dengan suhu 70°C selama 5 menit dalam tabung reaksi. Pemanasan larutan alkohol menggunakan teknik penangas air. Pemanasan ini berfungsi untuk menguatkan kutikula serangga.
b. *Mealybug* kemudian dikeluarkan dari tabung reaksi dengan cara menuangkan alkohol ke cawan sirakus. Pada toraks dibuatlah suatu lubang, kemudian kutu putih tersebut dimasukkan kembali ke dalam tabung reaksi tadi tetapi larutan alkohol diganti dengan larutan KOH 10%.
c. Tahap selanjutnya dilakukan pemanasan kembali sampai warna tubuh kutu menjadi transparan. Apabila tubuh kutu berubah menjadi hitam atau cokelat pada saat di dalam larutan alkohol, maka tidak dilakukan pembuatan lubang pada bagian dorsal tubuhnya, namun langsung dipanaskan dalam larutan KOH 10%.
d. Setelah isi tubuh kutu menjadi lunak dengan pemanasan KOH, isi tubuh dapat segera dikeluarkan dengan cara menekan tubuh kutu secara dorsoventral menggunakan jarum. Tahapan ini dilakukan dalam cawan sirakus.
e. Selanjutnya dilakukan pencucian dengan menggunakan air destilata sebanyak dua kali masing-masing selama 5 menit.

f. Bila kutikula kutu berwarna pucat, maka selanjutnya dilakukan perendaman dengan pewarna asam fuchsin sebanyak 2 tetes dan selanjutnya diberi tambahan 2 tetes asam asetat glasial. Perendaman pewarnaan dilakukan secukupnya, mulai hanya 2 menit sampai dengan dibiarkan satu malam.
g. Cairan pewarna dikeluarkan dengan cara dipipet dari cawan sirakus dan digantikan dengan alkohol 80%, pengurangan warna akan terjadi secara perlahan-lahan, ditunggu sampai tingkatan warna tertentu yang dibutuhkan. Bila warna tertentu itu telah dicapai, maka dengan cepat larutan alkohol 80% diganti dengan alkohol 100%. Perendaman dalam larutan ini dilakukan selama 5-10 menit.
h. Tahapan berikutnya adalah perendaman dengan menggunakan *carboxylene*, minimal selama 3 menit untuk menghancurkan lilin-lilin yang tersisa. Dilanjutkan dengan perendaman dengan alkohol 100%, untuk membersihkan *carboxylene.*
i. Spesimen selanjutnya direndam dalam minyak cengkeh selama 5-10 menit.
j. Pindahkan spesimen ke gelas obyek yang telah ditetesi minyak cengkeh sebelumnya. Posisi tubuh diatur sedemikian rupa sehingga bagian dorsal berada di sebelah atas, pengaturan antena dan tungkai. Minyak cengkeh kemudian diserap menggunakan kertas tisu.
k. Spesimen kemudian ditetesi kanada balsam sebanyak 1 tetes. Gelas obyek kemudian ditutup dengan kaca penutup.
o. Preparat diberi label secara rinci; dan dapat segera diamati dan diidentifikasi di bawah mikroskop kompon.

4. Cara Pembuatan Preparat Slide untuk Kutu Daun dan Siphonaptera

Kutu daun yang akan diidentifikasi secara morfologi harus dipreservasi menggunakan etil alkohol 80-95% dalam tabung yang ditutup rapat. Untuk penyimpanan jangka panjang, beberapa hari kemudian, satu bagian asam laktat 75% dapat ditambahkan pada setiap dua bagian alkohol yang berisi spesimen kutu daun. Botol tersebut disimpan didalam botol yang lebih besar yang telah diisi dengan alkohol atau kapas yang dibasahi alkohol.

Proses selanjutnya adalah maserasi, maserasi dilakukan untuk menghilangkan jaringan lunak pada spesimen sebelum di-*mounting*. Langkah-langkah yang dilakukan pada proses maserasi adalah sebagai berikut:

1. Spesimen di rebus dalam alkohol 95% selama 1-2 menit;
2. Buang alkohol, tambahkan larutan KOH 10% dengan kedalaman 1 cm, didihkan selama 3-5 menit;
3. Buang larutan KOH dan bilas 5-6 kali menggunakan air suling, rendam selama 5 menit setiap kali proses pembilasan

Spesimen yang dimaserasi harus benar-benar kering dan jernih sebelum di mounting pada Canada balsam, metode Martin (1983) dapat digunakan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Buang air suling, tambahkan asam asetat glasial dengan kedalaman 1 cm dan biarkan selama 2-3 menit, buang dan ulangi dengan asam asetat glasial yang baru;
2. Tambahkan minyak cengkeh (spesimen akan mengapung). Biarkan selama 10-20 menit sampai spesimen terlihat jernih/transparan.
3. Pindahkan 1-3 kutu daun pada gelas preparat yang telah diberi setetes Canada balsam, segera atur posisi spesimen, dengan sisi dorsal mengarah ke atas dan embelan direntangkan.
4. Tutup dengan kaca penutup secara perlahan agar tidak terbentuk gelembung udara
5. Keringkan preparat secara horizontal pada oven dengan suhu 50°C selama lebih kurang satu minggu

Sebagai catatan, apabila rostrum pendek dan toraks sangat gelap, seperti yang sering terjadi pada spesimen alate (bersayap), posisi rostrum agar dipindahkan ke satu sisi sehingga ruas terakhirnya tidak dikaburkan oleh toraks. Sedangkan untuk spesimen dengan rostrum panjang dan toraks pucat, rostrum diletakkan secara ventral sepanjang garis tengah, sehingga panjang dan bentuk ruas terakhirnya dapat diidentifikasi dengan jelas (Blackman & Eastop 2000).

Pelabelan

Semua spesimen, bagaimanapun cara preservasinya harus diberi label secara permanen, jelas, terbaca dan mudah dipahami. Spesimen yang baik menjadi tidak bernilai ilmiah jika tidak dilengkapi label. Perlu kehati-hatian dalam mencatumkan informasi pada label, karena kesalahan informasi pada label dapat menyebabkan salah tafsir dan berdampak serius. Oleh karena itu identifikasi harus dilakukan dengan hati-hati untuk memastikan agar spesimen diberi label dengan benar.

Jika spesimen didapatkan dari hasil rearing, maka data-data yang berkaitan dengan tempat dan tanggal pengambilan di lapangan harus dicantumkan, selain itu juga ditambahkan data tanggal munculnya spesimen hasil rearing. Informasi dimana spesimen ditemukan juga sangat penting dicantumkan (misalnya, "larva ditemukan dalam gulungan daun *Eucalyptus rossii*", "Larva makan daun Eparcis", dsb). Pada koleksi yang di-*pinning*, informasi ini dicantumkan pada label yang terpisah dan ditempatkan di bawah label utama.

Pelabelan spesimen yang di-*pinning*

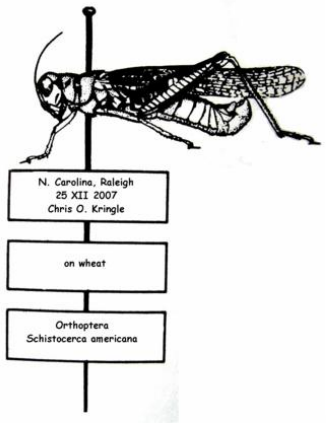
Semua informasi yang berkaitan dengan spesimen harus dicatat pada label dan melekat pada spesimen. Label untuk spesimen yang di-*pinning* harus menghadap ke atas, sehingga dapat dibaca dengan jelas tanpa mengganggu spesimen. Spesimen yang masih dalam proses harus diberi label sementara, sehingga data-data terkait spesimen tidak hilang. Berikut ini informasi yang harus dicantumkan pada label untuk spesimen yang di-*pinning*:

- Label pertama (bagian atas) berisi informasi tentang:
  - Lokasi: Informasi tentang lokasi harus dicantumkan dengan rinci dilengkapi dengan garis lintang dan bujur misal "21.46S 116.13E" atau "21°46'S 116°13'E". Spesimen yang diperoleh dari hasil intersepsi cukup mencantumkan asal negara dan kode laboratorium UPT masing-masing, jika spesimen diperoleh dari misalnya hasil pemantauan maka ditulis berurutan mulai dari negara, provinsi, kota, dst (lebih lengkap lebih baik).
  - Habitat: secara rinci yang meliputi ketinggian tempat, tipe ekologi, dan kondisi cuaca saat koleksi. Contoh habitat misalnya danau, kolam, kebun, sungai, hutan, dsb.
  - Posisi ordinat: sebaiknya gunakan *Geographic Position System* (GPS), catat garis lintang dan bujur.
  - Ketinggian
  - Identitas kolektor: meliputi nama kolektor, kode yang merujuk pada catatan di lapangan (agar lebih praktis, sebaiknya tidak ditulis lebih dari dua nama).
  - Tanggal koleksi: biasanya ditulis dalam urutan hari dalam angka Arab, nama bulan sebaiknya disingkat atau dalam bentuk tulisan Romawi (untuk menghindari ambiguitas, misal, pada penulisan 9.11.2001, bisa dibaca sebagai 9 November atau 11 September oleh negara yang berbeda). Dengan demikian sebaiknya penulisan dibuat menjadi 2.iv.1999.
  - Metode pengumpulan: inang yang berasosiasi atau catatan pemeliharaan, dan informasi apapun mengenai mikrohabitat.
- Label kedua (bagian tengah) berisi informasi tentang tanaman inang (nama spesies tanaman inang)
- Label ketiga (bagian bawah) berisi informasi tentang identitas spesimen (dilengkapi dengan ordo, famili dan nama spesies). Selain itu dapat ditambahkan nama petugas yang mengidentifikasi (*determiner*) dan tanggal

determinasi. Penting bagi *determiner* untuk mengetahui sejarah dari spesimen, terutama dari sisi taksonomi.

Label untuk spesimen yang di pinning atau di *carding* harus dicetak rapi dengan tinta hitam yang tidak luntur serta berkualitas baik. Ukuran label tidak boleh lebih besar dari 18 mm x 8 mm. Apabila informasi pada label pertama tidak terlalu banyak, maka informasi tanaman inang dapat dicantumkan pada label pertama, sedangkan pada label kedua dicantumkan informasi tentang spesimen dan *determiner*. Jika terdapat perubahan taksonomi, informasi tersebut harus ditambahkan ke label atau dibuat label tambahan tanpa membuang label sebelumnya.

Untuk menjaga label tetap dalam kondisi baik, sebaiknya gunakan kertas berkualitas baik, misalnya kertas ivory (*ivory board*) yang bebas asam. Label harus kecil dan rapi. Apabila data yang akan dibubuhkan pada label cukup banyak, maka data dapat dibagi dan dibuat pada label lain secara terpisah. Data diketik menggunakan komputer dan dicetak dengan printer laser berkualitas tinggi. Tinta permanen dan *Indian ink* sangat baik digunakan untuk label dengan tulisan tangan. *Pinning block* dapat digunakan untuk mengatur jarak antar label. Untuk spesimen yang menggunakan *double mounting,* jarum ditusukkan pada sisi kanan tepi label (Gambar 58.a,b; 60). Sedangkan pada spesimen dengan mounting tunggal (serangga dengan *direct pinning*), jarum ditusukkan pada bagian tengah label (Gambar 62). Antar label harus diberi jarak sedemikian rupa agar data dalam label dapat dibaca dengan mudah. Setiap spesimen diberi nomor register sesuai dengan kode pencatatan dalam katalog, untuk memudahkan pencarian.



Gambar 62. Posisi tusukan jarum pada label untuk spesimen dengan mounting tunggal

Pelabelan spesimen dalam alkohol

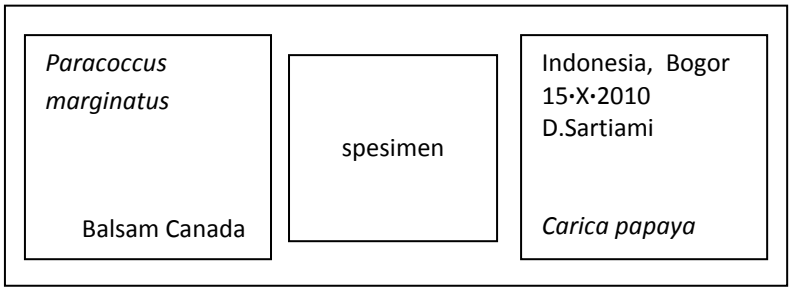
Label pada spesimen yang dipreservasi dalam alkohol ditulis tangan menggunakan pensil atau *Indian ink*, atau dicetak dengan tinta yang tahan alkohol (*alcohol proof*) pada kertas kalkir. Ukuran label tidak boleh lebih dari 5 x 2 cm; klasifikasi spesimen dan data koleksi harus ditulis pada label tersebut.Sebaiknya hanya gunakan satu label yang sudah mencakup semua informasi. Pastikan ukuran label sesuai dengan botol, tidak bergerak dan merusak isi, serta dapat terbaca dari luar (Gambar 63.a). Label juga dapat ditempel pada bagian luar botol (Gambar 63.b), pastikan bahwa lem dan tinta yang digunakan tidak akan larut jika terjadi kebocoran.

a b

Gambar 63. Pelabelan spesimen dalam vial (a) label diletakkan di dalam botol, (b) label ditempel pada bagian luar

Pelabelan preparat slide

Untuk memberi label pada preparat slide digunakan kertas label berbentuk persegi. Saat ini tersedia label dengan semen sensitive yang lebih unggul dibanding dengan label kertas yang ditempel menggunakan lem. Masukan informasi sebanyak mungkin, termasuk informasi jenis media mounting yang digunakan, jika diperlukan proses *remounting.* Jangan pernah memasang label pada bagian bawah spesimen (Schauff 1986). Label dapat dipasang pada satu atau dua sisi preparat.



Gambar 64. Pelabelan preparat slide

BAB IV
PENYIMPANAN DAN KURASI

Usaha dan biaya yang dibutuhkan dalam pembuatan koleksi dan preservasi serangga tidak sedikit, untuk itu spesimen harus disimpan dan dijaga dengan baik. Koleksi spesimen mempunyai nilai ilmiah sangat tinggi, selain merupakan arsip keanekaragaman hayati juga sebagai alat ilmiah untuk penelitian dan taksonomi. Fasilitas penyimpanan yang dibutuhkan akan tergantung pada jenis preservasi spesimen.

Tipe Koleksi

Koleksi kering

Sebagian besar koleksi kering di-*pinning* dan umumnya disusun dalam laci yang terbuat dari kayu dengan tutup kaca dan disimpan dalam lemari besi atau kayu. Laci harus tertutup rapat untuk mencegah serangan hama perusak spesimen dan kelembapan yang berlebihan. Bagian dalam laci dilapisi dengan alas lunak untuk tempat menancapkan spesimen hasil *pinning*. Alas yang biasa digunakan yaitu gabus, tetapi produk plastik modern seperti plastozote foam, *expanded polyethylene* (EPS, DEP) umumnya lebih cocok digunakan sebagai pelapis. Laci dapat dilapisi dengan satu lembar alas. Untuk penataan koleksi yang baik, maka dalam satu laci bisa terdiri dari beberapa unit nampan yang terbuat dari karton atau plastik, masing-masing unit dilapisi alas (Gambar 65.a).

a b

Gambar 65. Kotak koleksi (a) dengan satu sisi alas, (b) dengan dua sisi alas

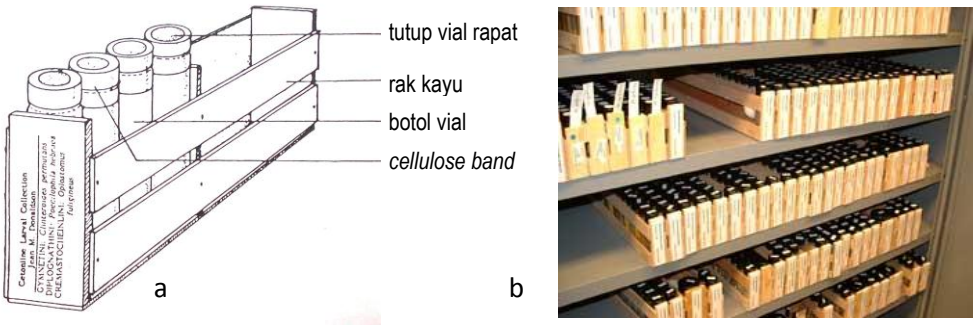
Cara sederhana lain yaitu menyimpannya dalam dua sisi dalam satu kotak koleksi (Gambar 65.b). Bagian dalam kedua sisi kotak dilapisi alas, sehingga spesimen dapat disematkan pada kedua sisinya. Kotak harus dibuat lebih dalam untuk mengakomodasi agar spesimen yang disimpan pada kedua sisi tidak berbenturan. Kotak dua sisi disimpan dalam posisi tegak dalam rak. Koleksi kering sebaiknya disimpan pada ruangan dengan suhu 20 °C dan kelembaban <55%, untuk mempertahankan spesimen dan mencegah infestasi organisme perusak spesimen.

Perangkap berperekat berwarna kuning dipasang di dalam ruangan penyimpanan koleksi untuk memerangkap serangga yang masuk ke ruangan,

khususnya serangga perusak spesimen. Perlu dilakukan pemeriksaan kondisi dan perawatan spesimen secara berkala. Pemeliharaan secara fisik dapat dilakukan dengan cara pendinginan di dalam *freezer*, pemanasan, dibersihkan menggunakan kuas dan alkohol, serta secara kimia dengan cara fumigasi.

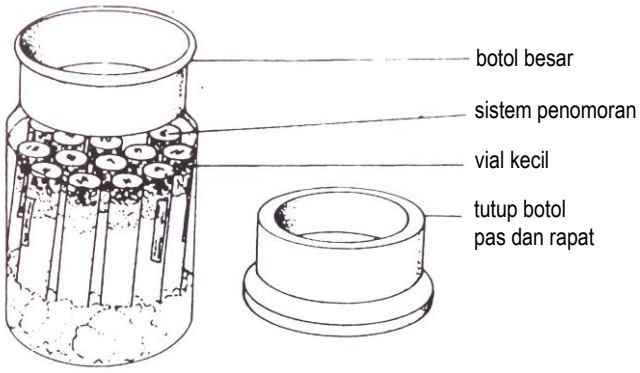
Koleksi basah

Material yang diawetkan dalam cairan biasanya tidak memerlukan perhatian khusus, namun perlu sesekali dilakukan penggantian cairan pengawet dan sumbat/tutup botol. Botol vial kecil dapat disimpan di dalam rak sehingga sumbat tidak bersentuhan dengan cairan. Vial harus diperiksa secara berkala untuk memastikan spesimen tidak mengering (Schauff 1986).



Gambar 66. Penyimpanan spesimen dalam koleksi basah (a) vial dengan ukuran seragam disimpan dan rak kayu khusus, (b) lemari besi untuk menyimpan rak kayu (Uys & Urban 1996).

Sebagian besar koleksi spesimen disimpan dalam alkohol 70% atau cairan lainnya dalam botol kaca. Idealnya, ukuran botol harus seragam dan disimpan dalam rak kayu khusus dimana botol tersusun dalam satu baris (Gambar 66.a), tidak mudah jatuh dan isinya tetap terlihat. Setiap rak disimpan berdekatan satu sama lain di rak-rak di dalam lemari (Gambar 66.b). Koleksi basah sebaiknya disimpan pada suhu ruang. Pada spesies tertentu, koleksi spesimen di simpan di dalam *freezer* untuk mempertahankan kualitas spesimen.



Gambar 67. Spesimen disimpan dalam vial (Uys & Urban 1996)

Setiap spesimen atau koleksi harus disimpan dalam botol vial yang disegel rapat untuk mencegah penguapan. Label data dimasukkan ke dalam botol agar tidak terpisah dari spesimen. Vial kemudian disimpan dalam rak atau ditempatkan dalam wadah yang lebih besar (misal botol selai atau botol dengan mulut lebar) dan diisi dengan cairan yang sama (Gambar 67) (Uys & Urban 1996). Vial secara rutin diperiksa untuk memastikan spesimen tidak kering, cairan dalam botol tidak berkurang, tidak berubah warna dan tinta pada label terbaca dengan jelas (Upton 1991).

Koleksi preparat slide

Koleksi preparat slide biasanya disimpan dalam kotak khusus berbahan dasar plastik atau kayu (*slide box/*kotak slide) yang tersedia secara komersial (Gambar 68.a). Material yang diawetkan dengan preparat slide, disimpan pada kotak-kotak yang memiliki dasar yang lunak dan disusun satu dengan yang lainnya sedemikian rupa sehingga tidak berbenturan didalam kotak. Bagian dalam kotak berupa celah-celah untuk menyimpan preparat dalam posisi vertikal dan terpisah satu sama lain. Kotak slide tersedia dalam beberapa ukuran untuk menyimpan 50, 100 atau lebih slide (Schauff 1986).

Slide box diberi tanda untuk membedakan bagian penutup dan bagian dasar, guna menghindari kesalahan pada saat membuka*. Slide box* kemudian disimpan dalam rak dengan posisi berdiri sehingga *preparat* slide berada pada posisi horizontal (gelas penutup berada di bagian atas) (Uys & Urban 1996). Hal ini terutama dibutuhkan apabila slide dibuat menggunakan medium Hoyer, yang dapat berubah menjadi lunak pada kondisi yang sangat lembab. Untuk koleksi slide dalam jumlah besar, diperlukan kabinet atau lemari yang terdiri dari banyak laci dengan konfigurasi horizontal (Gambar 68.b) (Schauff 1986). Spesimen dalam preparat slide harus diperiksa setiap enam bulan untuk melihat adanya kerusakan atau penyusutan mountant, terutama mountant yang larut air. Label juga harus diperiksa untuk melihat adanya kerusakan pada slide (Upton 1991).

Gambar 68. Media penyimpanan preparat slide: (a) *slide box*; (b) kabinet untuk menyimpan preparat slide (gambar sesuaikan).

Pencegahan Spesimen Dari Infestasi Jamur Dan Hama

Penyimpanan kontainer dalam keadaan dingin merupakan metode yang paling aman untuk mencegah infestasi serangga hama seperti kumbang dermestid. Kontainer sebaiknya disimpan dalam kantung polietilen berat dan ditempatkan dalam pendingin dengan lama waktu berkisar 2 – 5 hari pada suhu -200°C sampai -250°C (-4 sampai -13F) atau lebih. Lamanya waktu yang dibutuhkan bervariasi tergantung kontainer dan insulasi di sekeliling spesimen. Spesimen harus dalam keadaan kering sehingga tidak ada bahaya kristalisasi. Paket yang datang harus dibekukan pada saat diterima sehingga hama yang bersembunyi dalam material pengiriman mati.

Fumigasi kotak penyimpanan mungkin diperlukan dari waktu ke waktu. Laci pada lemari penyimpanan spesimen sebaiknya mempunyai tempat untuk menyimpan fumigan. Fumigan yang umum digunakan diantaranya paradichlorobenzene (PDB) dan naphtalene, keduanya tersedia dalam bentuk bola atau serpihan. Jangan pernah mencampur PDB dengan naphtalene karena dapat menimbulkan reaksi kimia dan menghasilkan cairan yang dapat merusak koleksi. Perlu dicatat bahwa sebagian besar koleksi saat ini mulai meninggalkan penggunaan fumigan padat karena alasan kesehatan (Schauff 1986). Jamur tidak akan muncul pada spesimen jika koleksi disimpan dalam kondisi kering. Pencegahan serangan jamur pada spesimen yang disimpan dalam kotak atau laci yang lembab dapat dilakukan dengan melapisi sisi-sisinya dengan 10 sampai 15% larutan chlorocresol dalam 95% etil alkohol (Uotin 1991).

Penelusuran Data Spesimen

Untuk memudahkan akses data spesimen, semua data harus dicatat dengan baik dalam suatu sistem (nomor register). Selain bertujuan untuk inventarisasi, sistem penelusuran yang baik akan memfasilitasi pencarian data, sebagai referensi silang dan data dukung. Setiap sampel diberi nomor unik yang mencakup semua informasi mengenai taksonomi dan biologis spesimen terkait.

Spesimen Dengan Arti Penting Khusus

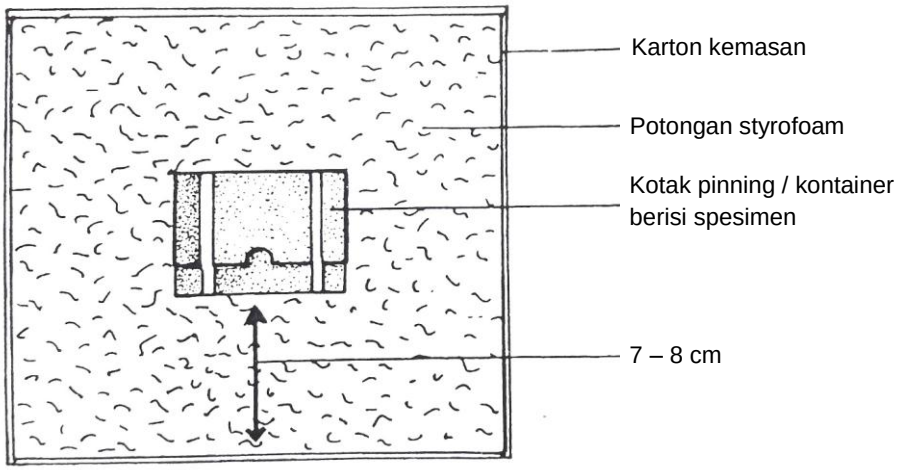
- Spesimen tipe
  Spesimen tipe adalah spesimen asli yang ditentukan berdasarkan deskripsi spesies, digunakan sebagai acuan dalam identifikasi untuk koleksi spesimen berikutnya. Spesimen tipe sangat berharga dan biasanya disimpan dalam laci khusus yang aman dan terlindungi. Karena kekhususannya, spesimen tipe harus disimpan hanya di lembaga-lembaga yang diakui (terutama di negara asal). Untuk spesies baru, penyimpanan spesimen tipe harus disebutkan dengan jelas dalam publikasi ilmiah. Beberapa jenis spesimen type yang dikenal antara lain Holotype, Isotype, Syntype, Lectotype, Paratype, Neotype dan Plesiotype. Spesimen tipe harus diberi label antara lain; status spesimen dapat dilambangkan menggunakan kartu berwarna, misalnya, merah untuk holotype, kuning untuk paratype, dan lain-lain (Uys & Urban 1996).

- Spesimen voucher
  Spesimen voucher adalah spesimen yang menjadi dasar dalam studi ilmiah dan berfungsi sebagai referensi standar untuk pemberian nama yang dipublikasikan secara non-taksonomi. Contohnya spesimen penting untuk

pengendalian biologis, spesies yang digunakan dalam studi fisiologis atau spesimen yang dikumpulkan selama studi dampak lingkungan. Setiap spesimen tersebut harus disimpan di lembaga taksonomi yang diakui, (terutama di negara asal). Penyimpanan dan jumlah aksesi spesimen harus disebutkan dalam studi yang dipublikasikan (Uys & Urban 1996).

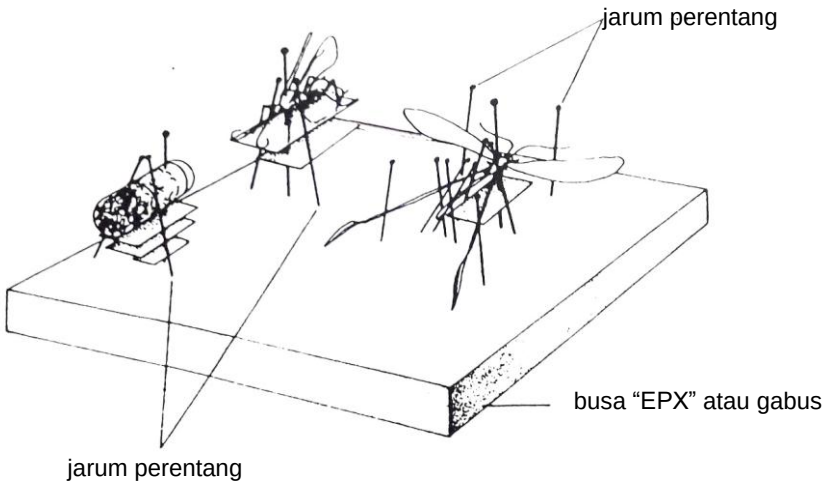
Pengiriman Spesimen

Spesimen untuk tujuan penelitian atau identifikasi biasanya dikirim melalui pos dan tindakan pencegahan harus dilakukan untuk menjamin spesimen tidak rusak pada saat pengiriman. Penanganan spesimen harus hati-hati agar spesimen tidak rusak, tidak berjamur bila disimpan dalam wadah tertutup dan tidak bocor jika dalam alkohol. Spesimen selalu dikirim dalam kotak atau parsel yang diletakkan pada bagian tengah kotak pengiriman yang lebih besar. Kotak yang kokoh berisi material yang ringan untuk mencegah guncangan seperti potongan Styrofoam, potongan kertas atau serbuk kayu (Gambar 69). Paket kiriman dibubuhi label peringatan berwarna merah yang dituliskan pada tempat yang mudah terlihat, contoh penulisan label “DRIED INSECT – VERY FRAGILE” atau “HANDLE WITH CARE”. Disarankan juga untuk membubuhkan label yang menyatakan bahwa isi paket digunakan untuk tujuan penelitian dan tidak bernilai komersial. Hal tersebut dilakukan untuk menghindari kebingungan dan dibukanya paket oleh petugas bea cukai dan petugas kantor pos (Uys & Urban 1996).



Gambar 69. Contoh kotak pengiriman dalam karton yang kokoh dan berisi potongan styrofoam

Spesimen yang di-*pinning* harus dikirim dalam kotak kayu yang kuat atau karton dengan penutup. Jarum harus ditekan dengan kuat masuk ke lapisan gabus. Sisi spesimen harus dikunci dengan cara menyilangkan jarum di atas tubuh spesimen (Gambar 70) guna mencegah spesimen bergeser. Kotak spesimen biasanya ditutup dengan merekatkan selembar *cellophane* transparan atau pembungkus plastik pada bagian atas kotak sebelum tutup dipasang.



Gambar 70. Susunan spesimen *pinning* untuk dikirim

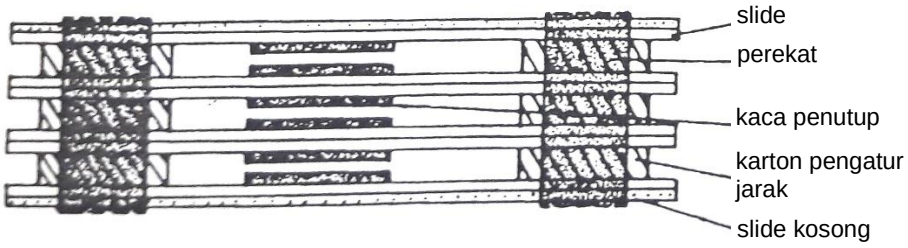
Pengiriman spesimen kering tanpa pin umumnya ditempatkan dalam botol gelas atau plastik. Botol tersebut tidak harus ditutup dengan plastik atau sumbat karet (spesimen akan membusuk), tapi dengan kapas yang cukup untuk mencegah spesimen dari guncangan, kemudian untuk perlindungan botol dibungkus kertas sebelum menempatkan dalam kotak. Serangga yang sangat kecil dikirim dalam kapsul gelatin transparan, yang diisi dengan gumpalan kecil kapas atau kertas tisu. Kapsul dapat disematkan dan ditempatkan seperti spesimen dengan pin.

Spesimen yang diawetkan dalam cairan juga dikirim dalam botol. Spesimen yang sangat kecil dilindungi sumbat kapas pada bagian bawah dari tabung kecil yang berisi cairan awetan, berhati-hati untuk tidak menekannya. Tabung ditempatkan dalam botol besar berisi cairan yang sama, dilindungi dengan kapas dan ditutup dengan sumbat ulir atau sumbat karet yang rapat. Botol dengan penampang sempit membutuhkan alkohol yang lebih sedikit, sehingga mengurangi berat paket. spesimen yang lebih besar dapat ditempatkan langsung ke botol yang lebih besar, dilindungi dengan sumbat kapas dan disegel. Langkah-langkah yang harus diperhatikan antara lain:

- Setiap botol harus diberi label.
- Sumbat harus direkatkan kebawah agar tidak longgar.
- Vial diisi dengan alkohol dan tanpa gelembung udara, karena udara dapat mengembang dan mendorong sumbat keluar.
- Masing-masing vial dibungkus tissue atau handuk kertas kemudian di segel dalam kantong plastik, kemudian dibungkus menggunakan *bubble wrap* atau material tahan guncangan sebelum dikemas dalam kotak.
- Botol secara individu harus dibungkus *tissue* atau handuk kertas, disegel secara individu dalam kantong plastik tanpa lubang pada kasus terjadi bocor, kemudian dibungkus dalam gelembung atau bahan tahan goncangan lainnya sebelum dikemas dalam kotak.

Preparat slide disusun dengan cara menumpuk sisi belakang dengan sis belakang dan dipisahkan dengan karton sebagai pengatur jarak (Gambar 71). Bagian atas dan bawah tumpukan slide digunakan preparat slide

kosong untuk mengikat tumpukan menjadi satu unit yang kokoh. Sebagai alternative, preparat slide bias dikemas menggunakan kotak yang sudah tersedia secara komersial.



Gambar 71. Cara penyusunan preparat slide untuk keperluan pengiriman

Pengiriman spesimen hidup memerlukan prosedur khusus, banyak faktor yang harus diperhitungkan untuk menjamin spesimen tiba di tempat tujuan dalam kondisi hidup. Jika hewan hidup yang dikirim pada bahan tanaman, sampel tidak harus disegel dalam kantong plastik, karena akan berjamur. Sampel dibungkus dengan handuk kertas dan ditempatkan dalam kantong plastik tanpa segel. Dikemas dalam kotak dengan cara yang sama seperti pada spesimen mati (Uys & Urban 1996). Pengiriman spesimen hidup yang diduga sebagai OPTK harus dibawa sendiri oleh petugas Unit Pelaksana Teknis Karantina ke laboratorium rujukan.

DAFTAR PUSTAKA

Aiken R. 2012. Biology 3451, Entomology: *Insect Collection & Preservation Guide.*

Blackman RL, Eastop VF. 2000. *Aphids on The World's Crop: An Identification and Information Guide, 2nd edition*. John Wiley and Sons, England. ISBN: 978-0-471-85191-2

Borror DJ, CA Triplehorn dan NFJohnson. 1992. *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Edisi VI. Terjemahan Soetiyono, S. Gajah Mada Press. Yogyakarta.

Bulbert M, *et al.* 2007. The invertebrate Collection Manual: A guide to traditional invertebrate collection methods. Australian Museum. Australia: AU.

[CSIRO] Commonwealth Scientific and Industrial Reserach Organisation. 1991. *The Insect of Australia 2nd edition.* Division of Entomologi. Melbourne University Press. Victoria (AU).

Gibb TJ, Osteo CY. 2006. *Arthropod Collection and Identification Field and Laboratory Techniques.* USA: Elsevier.

Gullan PJ, Cranston PS. 2010. The *Insects: An Outline of Entomology, 4th Edition*. Wiley-Blackwell Publishing. ISBN: 978-1-4443-3036-6

Hadi M, Tarwotjo U, dan Rahadian R. 2009. Biologi Insecta (Entomologi). Graha Ilmu. Yogyakarta.

Kemdikbud. 2015. Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) versi 1.4; Kamus versi online/daring (dalam jaringan). Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta: ID.

Qin TK. 2001. Acarologi Training Manual with Special Reference to Mite Associated with Plant. Agricultural Quarantine Agency Department of Agriculture. Jakarta.

Queensland Government. 2005. Fact Sheet: Queensland museum learning; Collecting insects. Queensland Museum. Queensland: AU.

Sakchoowong W. e*t al..* 2007. Comparison of Extraction Efficiency between Winkler and Tullgren Extractors for Tropical Leaf Litter Macroarthropods. Thai J of Agric Sci 2007, 40(3-4): 97-105. Thailand: TH.

Schauff ME. 1986. *Collecting and preserving insects and mites: Techniques and tools*. Systematic Entomology Laboratory, USDA. National Museum of Natural History, NHB 168. Washington, D.C. 20560.

Upton MS, Mantle BL. 2010. *Methods for Collecting, Preserving, and Studying Insects and allied forms 5th edition*. The Australian Entomological Society

Inc.. Miscellaneous publication: no.3. Canbera (AU). ISBN. 978-0-646-54337-6.

Uys VM, Urband RP. 1996. *How To Collect And Preserve Insect And Arachnids: Plant Protection Reserach Institute Handbook No.7*. Biosystematics Division Plant Protection Research Institute. Institute of The Agricultural Research Council. ISBN 0-621-17337-1.

Whitten *et al.* 1996. *Ekologi Jawa dan Bali.*

Lampiran 1. Formulasi bahan kimia

Barber's relaxing fluid
95% ethanol (1000 ml)
Distilled water (1000 ml)
Ethyl acetate (375 ml)
Benzene (125 ml)

Kahle's fluid
6 parts formalin
15 parts isopropyl or n-propyl alcohol (99%)
1 parts glacial acetic acid
30 parts distilled water

Koenike's fluid
1 part glacial acetic acid
5 parts glycerol
4 parts distilled water

Pampel's fluid
95% ethanol (750 ml)
Distilled water (1375 ml)
40% formalin (250 ml)
Glacial acetic acid (125 ml)

Lampiran 2. Ringkasan fitur diagnostik dan metode preservasi berdasarkan ordo untuk serangga dan heksapoda non-serangga

No	Ordo
1	**Protura** **Fitur diagnostik** : Ukuran sangat kecil, tidak bersayap, tidak mempunyai mata, tidak mempunyai antena, ruas toraks seperti pada abdomen, tungkai memiliki lima ruas, abdomen imago terdiri dari 12 ruas tanpa sersi, tahap pradewasa bentuknya seperti imago berukuran kecil namun dengan sedikit segmentasi pada abdomen **Metode preservasi** : Protura paling mudah dikumpulkan dengan mengekstraksi sampah daun menggunakan corong Tullgren. Koleksi dan preservasi dalam etanol 80% atau menggunakan preparat slide.
2	**Collembola** (*springtails*) **Fitur diagnostik** : Kecil, tidak bersayap, alat mulut entognathous, mempunyai antena, segmentasi pada toraks sama dengan pada abdomen, mempunyai empat ruas pada tungkai, abdomen terdiri dari enam ruas dengan tabung ventral yang bentuknya menyerupai struktur pengisap, pada bagian ujung abdomen terdapat embelan untuk melompat, tidak mempunayi sersi, tahap pradewasa bentuknya seperti imago berukuran kecil, dengan jumlah segmentasi yang konstan **Metode preservasi** : Serangga ini ditemukan di dalam tanah, serasah daun, dan pada permukaan air (bersih dan intertidal). Spesimen dikoleksi dalam etanol 95-100% dan dipreservasi pada *slide* mikroskop.
3	**Diplura** **Fitur diagnostik** : Berukuran kecil sampai sedang, tidak bersayap, tidak mempunyai mata, alat mulut entognathous, antena panjang seperti untaian manik-manik, segmentasi pada toraks sama dengan abdomen, tungkai terdiri dari lima ruas, abdomen terdiri dari 10 ruas, pada beberapa ruas terdapat struktur seperto tonjolan kecil, bentuk sersi pada ujung abdomen dapat seperti benang (*filiform*) atau seperti capit (*forcep*), tahap pradewasa mirip dengan imago. **Metode preservasi** : Diplura ditemukan pada tanah basah di bawah batu atau kayu. Sampel dikoleksi dalam etanol 75%; dipreservasi dalam etanol 75% atau dengan preparat slide.
4	**Archaeognatha** (*bristeltails*) **Fitur diagnostik** : Berukuran sedang, tanpa sayap, toraks berpunuk, hypognathous (alat mulut menghadap ke bawah), mata majemuk besar dan berdekatan, mempunyai tiga embelan menyerupai ekor, panjang sersi lebih pendek dibanding panjang kaudal tengah, tahap pradewasa mirip dengan imago **Metode preservasi** : Ditemukan pada serasah daun, dibawah kulit kayu atau kondisi serupa. Dikoleksi dan preservasi menggunakan etanol 80%

5	**Thysanura** (*silverfish*)		
	Fitur diagnostik	:	Berukuran sedang, tanpa sayap, toraks berpunuk, hypognathous (alat mulut menghadap ke bawah), mata majemuk besar dan berdekatan, mempunyai tiga sersi dimana sersi tengah lebih panjang dari lainnya, tahap pradewasa mirip dengan imago, mempunyai tiga embelan seperti ekor pada ujung abdomennya, panjang sersi kurang lebih sama dengan panjang kaudal tengah.
	Metode preservasi	:	*Silverfish* ditemukan pada serasah daun, dibawah kulit kayu, di gua, atau bersama rayap dan semut. Serangga ini bersifat nokturnal, dan sulit ditangkan dengan cara biasa, atau corong Tullgren. Preservasi dalam etanol 80%.
6	**Ephemeroptera** (*mayflies*)		
	Fitur diagnostik	:	Berukuran kecil sampai besar, mempunyai dua pasang sayap, sayap belakang berukuran lebih kecil dari sayap depan, alat mulut tereduksi, mata majemuk besar, tipe antena filiform, abdomen lebih ramping dibanding toraksnya, mempunyai tiga embelan seperti ekor pada ujung abdomennya, panjang sersi kurang lebih sama dengan panjang kaudal tengah.
	Metode preservasi	:	Imago serangga ditemukan dekat air. Preservasi menggunakan etanol 75% (sebaiknya sebelumnya di fiksasi dalam cairan Carnoy atau FAA) atau di-*pinning* pada bagian tengah toraks dengan sayap direntangkan. Tahap pradewasa hidup di air. Pradewasa dipreservasi dalam etanol 75% atau difiksasi terlebih dahulu dalam cairan Carnoy atau FAA, atau dalam slide atau microvials.
7	**Odonata** (*dragonflies, demselflies*)		
	Fitur diagnostik	:	Berukuran kecil sampai besar, mempunyai dua pasang sayap, sayap depan dan sayap belakang berukuran sama (Zygoptera) atau sayang belakang lebih lebar dari sayap depan (Anisoptera), kepala *mobile*, mempunyai mata majemuk yang besar dan terpisah (Zygoptera) atau berdekatan (Anisoptera), tipe alat mulut mandibulata (menggigit mengunyah), antena pendek, toraks besar, abdomen ramping, pradewasa hidup di air
	Metode preservasi	:	Meskipun umum ditemukan di dekat perairan, imago aktif terbang dan bermigrasi; nimfa hidup di air. Apabila memungkinkan, imago dilaparkan selama 1 – 2 hari sebelum dibunuh (untuk mempertahankan warna tubuh setelah mati). Preservasi kering dilakukan dengan menusukkan jarum pada garis tengah toraks antara sayap, jarum muncul antara tungkai pertama dan kedua; kedua sayap direntangkan. Preservasi tahap pradewasa dalam etanol 80%; exuviae ditempatkan pada *card* yang berasosiasi dengan imago.
8	**Orthoptera** (*grasshoper, locusts, katydids, crickets*)		
	Fitur diagnostik	:	Berukuran sedang sampai besar, hypognathous, umumnya bersayap, sayap depan merupakan tegmina, sayap belakang lebar, pada posisi istirahat

			sayap dilipat dibawah tegmina, pronotum melengkung melewati pleura, tungkai belakang besar berfungsi untuk loncat, sersi terdiri dari satu ruas, bentuk pradewasa (nimfa) mirip dengan imago
	Metode preservasi	:	Sebagian besar Othoptera ditemukan di daratan. Isi abdomen dikeluarkan terlebih dahulu (untuk spesimen besar), jarum ditusukkan secara vertikal melalui posterior kanan protoraks dengan satu sayap direntangkan. Nimfa dan imago bertubuh lunak harus difiksasi dalam cairan Pampel untuk selanjutnya dipreservasi dalam etanol 75%.
9	**Phasmatodea** (*stick-insect or walking sticks*)		
	Fitur diagnostik	:	Berukuran sedang sampai besar, bentuknya meyerupai tongkat atau pipih seperti daun, prognathous, mandibulata, mata majemuk kecil pada sisi lateral, sayap depan merupakan tegmina, sayap belakang lebar dengan bagian tepi yang mengeras, tungkai panjang dengan fungsi untuk berjalan, sersi beruas satu, bentuk pradewasa (nimfa) mirip dengan imago
	Metode preservasi	:	Serangga ini ditemukan pada vegetasi, umumnya bersifat nokturnal (beberapa tertarik pada cahaya). Rearing nimfa untuk mendapatkan imago. Pada spesimen besar sebaiknya isi perut dikeluarkan terlebih dulu. Preservasi kering dilakukan dengan menusukkan jarum serangga pada bagian dasar mesotoraks, dengan bagian ujung jarum muncul diantara pangkal tungkai pada mesotoraks, rentangkan sayap dan susun antena ke arah belakang sepanjang tubuh.
10	**Grylloblattodea** (*rock crawlers or ice crawlers*)		
	Fitur diagnostik	:	Berukuran sedang, tubuh lunak, memanjang, pucat, tidak bersayap dan sering ditemukan tanpa mata, prognathous, koksa pada tungkai besar disesuaikan untuk berjalan, sersi mempunyai 5-9 ruas, betina dengan ovipositor pendek, bentuk pradewasa (nimfa) mirip dengan imago
	Metode preservasi	:	Ditemukan pada batu-batuan, termasuk gua dan liang. Spesimen dapat dipreservasi dalam etanol 80%
11	**Dermaptera** (*earwigs*)		
	Fitur diagnostik	:	Berukuran kecil sampai sedang, memanjang dan pipih, prognathous, antena pendek, tungkai pendek, pada dermaptera bersayap, sayap depan kecil dan mengeras (tegmina), sayap belakang berbentuk setangah lingkaran, abdomen seperti teropong, sersi termodifikasi seperti capit, tahap pradewasa (nimfa) mirip imago kecil.
	Metode preservasi	:	Serangga ini menyukai serasah daun, kayu atau dibawah kulit kayu, tanaman mati (termasuk di sepanjang garis pantai), dan di gua-gua; bersifat ektoparasit pada kelelawar. Jarum ditusuk pada elitron kanan dengan sayap kiri direntangkan. Tahap pradewasa dikoleksi dalam cairan Pampel kemudian dipreservasi dengan etanol 75%.

12	**Isoptera** (*termites/"white ants"*) **Fitur diagnostik** : Berukuran kecil sampai sedang, mandibulata (dengan perkembangan alat mulut yang bervariasi pada setiap kasta), antena panjang, mata majemuk umumnya tereduksi, pada bentuk yang bersayap, sayap depan dan belakang mirip, dengan venasi tereduksi, tahap pradewasa bervariasi bentuknya tergantung jenis kasta. **Metode preservasi** : Rayap dapat dikoleksi dari gundukan, pada pohon yang hidup atau mati, atau di bawah tanah. Seluruh kasta rayap dapat dipreservasi dalam etanol 80%.
13	**Blattodea** (*roaches, cockroaches*) **Fitur diagnostik** : Berukuran kecil sampai besar, pipih dorsoventral, hypognathous, mata majemuk berkembang baik, protoraks besar dan berbentuk seperti perisai (dapat menutupi kepala), sayap depan merupakan tegmina, pada posisi istirahat sayap belakang terlindung dibawah tegmina, koksa besar, sersi umumnya beruas banyak, tahap pradewasa (nimfa) mirip dengan imago. **Metode preservasi** : Ditemukan dimana-mana, termasuk gua dan liang; umumnya bersifat nokturnal. Untuk preservasi kering sebaiknya isi abdomen dikeluarkan, gunakan jarum serangga standar, tusuk pada bagian metanotum dengan sayap kiri direntangkan. Spesimen juga dapat dipreservasi dalam etanol 80%
14	**Mantodea** (*mantids*) **Fitur diagnostik** : Berukuran sedang sampai besar, kepala berukuran kecil, dapat bergerak bebas dan berbentuk segitiga, mata manjemuk besar dan terpisah, toraks menyempit, sayap depan membentuk tegmina, sayap belakang melebar, tungkai depan merupakan tipe raptorial (untuk menangkap mangsa). Tungai tengah dan belakang memanjang, tahap pradewasa (nimfa) mirip dengan imago **Metode preservasi** : Biasanya ditemukan pada vegetasi, kadang-kadang tertarik pada cahaya di malam hari. Pada spesimen berukuran besar sebaiknya isi abdomen dikeluarkan. Preservasi kering dengan menusukkan jarum diantara pangkal sayap.
15	**Zoraptera** (*zorapterans*) **Fitur diagnostik** : Berukuran kecil, mirip dengan rayap, hypognathous, spesies bersayap dilengkapi mata dan oseli, spesies bersayap mempunyai venasi sayap sederhana, abdomen terdiri dari 11 ruas, pendek dan gemuk, tahap pradewasa (nimfa) mirip dengan imago **Metode preservasi** : Umumnya ditemukan pada kayu lapuk dan dibawah kulit kayu, atau ditemukan bersamaan dengan sarang rayap. Preservasi dalam etanol 75% atau preparat slide.
16	**Plecoptera** (*stoneflies*) **Fitur diagnostik** : Berukuran sedang, sayap depan dan belakang hampir sama (*subequal*) dalam ukuran, pada posisi istirahat sebagian sayap membungkus abdomen kadang melebihi ujung abdomen, namun kadang sayap juga

			dapat tereduksi, tungkai lemah, abdomen lunak dengan sersi berfilamen, tahap pradewasa (nifma) hidup di air (akuatik) mirip dengan imago.
	Metode preservasi	:	Preservasi dalam etanol 75% atau preparat slide.
17	**Embiidina atau Embioptera** (*embiids, webspinners*)		
	Fitur diagnostik	:	Berukuran kecil sampai sedang, tubuh silindris memanjang, prognathous, mata majemuk berbentuk seperti ginjal, betina tidak bersayap, beberapa jantan mempunyai sayap yang fleksibel, tungkai pendek, bagian dasar tarsus depan membesar dengan kelenjar sutera, sersi terdiri dari dua ruas, tahap pradewasa mirip dengan imago.
	Metode preservasi	:	Biasanya ditemukan pada atau di dalam kulit kayu, lumut, batu atau kayu. Preservasi dan penyimpanan dalam etanol 75% atau preparat slide; dewasa bersayap dapat di-*pinning* pada bagian tengah toraks dengan sayap direntangkan.
18	**Thysanoptera** (*thrips*)		
	Fitur diagnostik	:	Berukuran kecil, tubuh ramping, hypognathous, alat mulut terdiri dari 3 stilet – lasinia maksila dan mandibel kiri, dengan atau tanpa sayap, apabila bersayap-bentuk sayap depan dan belakang mirip (*subequal*), bentuknya menyerupai tali dengan bagian tepi berumbai, bentuk pradewasa mirip dengan imago
	Metode preservasi	:	Thrips umumnya ditemukan pada bunga, jamur, serasah daun dan puru. Imago dan nimfa dikumpulkan dalam AGA atau etanol 60-90% dan preservasi menggunakan preparat slide.
19	**Hemiptera** (*kumbang, wereng, kutu daun, kutu-kutuan*)		
	Fitur diagnostik	:	Berukuran kecil sampai besar, stilet terletak di dalam probosis (atau rostrum) mengarah ke posterior pada saat istirahat, tanpa palpus, sayap depan ada yang mengalami penebalan dan membentuk hemelitra (Heteroptera), ada spesies dengan sayap tereduksi atau tanpa sayap, tahap pradewasa (nimfa) mirip dengan imago.
	Metode preservasi	:	Cicadomorpha (jangkrik, wereng, *spitle bug*), Fulgoromorpha (*planthoppers*), dan Heteroptera (*true bug*) yang hidup di darat dan di air umumnya berasosiasi dengan tanaman inangnya, sebagai predator atau hidup bebas. Preservasi imago dalam kondisi kering; jarum ditusukkan pada bagian skutelum atau toraks bagian tengah kanan; rentangkan sayap bila memunginkan. Untuk spesimen berukuran kecil dapat menggunakan *point* atau *stage*. Nimfa dipreservasi dalam etanol 80%. Aphoidea (*aphid*) dan Cocoidea (*scale insect, mealybugs*) ditemukan berasosiasi dengan tanaman inang, termasuk pada daun, batang, akar maupun puru. Nimfa dan imago disimpan dalam laktat-alkohol atau etanol 80%, atau disimpan kering bersama dengan bagian tanamannya; atau menggunakan *slide mount* untuk identifikasi.

			Aleyrodoidea (*whiteflies*) berasosiasi dengan tanaman inangnya. Puparium atau exuviae penting untuk kebutuhan taksonomi. Preservasi semua tahap perkembangan dilakukan menggunakan etanol 80-95%; untuk puparia dan exuviae bisa menggunakan *slide mount*. Psylloidea (*psyllids, Lerps*) berasosiasi dengan tanaman inang. Nimfa dipreservasi dalam etanol 80%, puru dipreservasi kering (jika ada). Imago dipreservasi basah dalam etanol 80% atau kering menggunakan *point*.
20	**Psocoptera** (*psocids / booklice*)		
	Fitur diagnostik	:	Berukuran kecil sampai sedang, kepala besar dan dapat bergerak bebas, tipe alat mulut untuk mengunyah, alat mulut tidak simetris, palpus labium tereduksi, mata majemuk besar, antena panjang dan ramping, sayap umumnya tereduksi atau tanpa sayap, serangga bersayap mempunyai venasi sayap sederhana, pada posisi istrahat sayap diletakkan seperti atap, tidak ada sersi, bentuk pradewasa (nimfa) mirip dengan imago
	Metode preservasi	:	Serangga ini biasanya ditemukan pada dedaunan, kulit kayu, dan permukaan kayu basah, kadang-kadang juga ditemukan pada produk di gudang. Kutu ektoparasit juga dapat dihilangkan dengan cara menutup seluruh tubuh inang (kecuali kepala) dengan kantong/kain yang mengandung kloroform untuk membunuh parasit tanpa melukai inangnya. Kutu dikumpulkan menggunakan aspirator atau kuas yang dibasahi etanol untuk selanjutnya dipreservasi dalam etanol 80%, atau preparat slide untuk spesimen kecil.
21	**Phtiraptera** (*lice*)		
	Fitur diagnostik	:	Berukuran kecil, pipih dorsoventral, tanpa sayap, ektoparasit, mandibulata (menggigit mengunyah), mata majemuk kecil atau tidak ada, tungkai besar dengan cakar yang kuat untuk mencengkeram rambut atau bulu inangnya, bentuk pradewasa (nimfa) mirip dengan imago, imago pucat
	Metode preservasi	:	Kutu dapat dilihat pada inang hidup mereka dengan memeriksa rambut atau bulu, dan bisa dibersihkan dengan kuas yang dibasahi etanol. Kutu akan meninggalkan inangnya pada saat suhu tubuh inang turun. Preservasi kutu dalam etanol 80% atau menggunakan preparat slide.
22	**Coleoptera** (*beetles*)		
	Fitur diagnostik	:	Berukuran kecil sampai besar, tubuh umumnya kokoh dan padat, tersklerotisasi dan keras, mandibulata, dengan sayap depan termodifikasi sebagai elitra yang menutupi sayap belakang pada saat posisi istirahat, tungkai banyak mengalami modifikasi, seringkali dengan cakar dan struktur perekat, pradewasa (larva) hidup di darat (terestrial) atau di air (akuatik) dengan kapsul kepala yang tersklerotisasi, tungkai umumnya terdiri dari lima ruas, tanpa tungkai abdominal atau kelenjar sutera labial

	Metode preservasi	:	Kumbang ditemukan hampir di semua habitat. Imago kumbang dapat di-*pining* dengan menusukkan jarum pada elitra kanan dekat *front*, sehingga jarum muncul diantara tungkai tengah dan belakang (Gambar 22.f, 23, 24.a). Spesimen kecil di-*mounting* menggunakan *card point* dengan bagian ujung *point* sedikit tertekuk dan menyentuh bagian posterior lateral toraks antara tungkai tengah dan belakang. Tahap pradewasa dipreservasi dalam etanol 85-90% (sebaiknya setelah difiksasi dalam KAA atau cairan Carnoy).
23	**Neuroptera** (*lacewings, antlions*)		
	Fitur diagnostik	:	Berukuran sedang, prognathous, mata majemuk besar dan terpisah, mandibulata, protoraks umumnya lebih besar dibanding meso- dan metatoraks, sayap diletakan menyerupai atap pada saat istirahatl sayap depan dan belakang hampir sama (*subequal*) dengan banyak venasi melintang; pradewasa (larva) sebagian besar terestrial, prognathous, dengan mandibel ramping dan maksila yang berfungsi untuk mengisap
	Metode preservasi	:	Neuroptera ditemukan dimana-mana, berasosiasi dengan vegetasi, kadang-kadang di tempat-tempat lembab. Larva dikoleksi dengan cara pengayakan, imago dapat menggunakan jaring udara, perangkap cahaya atau dengan cara rearing. Imago dipreservasi kering dengan menusukkan jarum pada bagian tengah toraks sebelah kanan dengan kedua sayap direntangkan. Atau, dipreservasi dalam etanol 80%. Tahap pradewasa difiksasi dengan KAA, cairan Carnoy, atau etanol 80%, kemudian dipreservasi dalam etanol.
24	**Megaloptera** (*alderflies, dobsonflies, fishflies*)		
	Fitur diagnostik	:	Berukuran sedang, mata majemuk besar dan terpisah, prognathous, mandibulata, protoraks sedikit lebih panjang dibanding meso- dan metatoraks, sayap depan dan belakang subequal dengan anal fold pada sayap belakang; tahap pradewasa (larva) hidup di air (akuatik), prognathous, mempunya insang trakea
	Metode preservasi	:	Serangga ini sering ditemukan pada daerah lembab atau basah, dekat dengan sungai dan danau. Larva dikoleksi menggunakan jaring air, sedangkan imago menggunakan jaring udara. Preservasi kering menggunakan jarum yang ditusukkan pada bagian tengah toraks sebelah kanan dengan kedua sayap direntangkan. Atau, semua tahap perkembangan dapat di fiksasi dalam KAA, FAA, atau etanol 80% dan preservasi dalam etanol.
25	**Raphidioptera** (*snakeflies*)		
	Fitur diagnostik	:	Berukuran sedang, prognathous, mandibulata, antena beruas banyak, mata majemuk besar dan terpisah, protoraks lebih panjang dibanding meso- dan metatoraks, pradewasa (larva) terestrial, prognathous
	Metode preservasi	:	Banyak ditemukan pada habitat lembab, umumnya di dekat sungai atau danau. Imago di-*pinning* atau difiksasi dalam FAA atau etanol 80%; tahap pradewasa di preservasi dalam etanol 80%.

26	**Hymenoptera** (*sawflies, wasps, ants, bees*)		
	Fitur diagnostik	:	Berukuran sangat kecil sampai besar, alat mulut tipe mandibulata untuk mengisap dan mengunyah, antena mempunyai banyak ruas, panjang dan mengarah ke depan, toraks terdiri dari tiga ruas atau membentuk mesosoma dari penggabungan ruas pertama abdomen yang membentuk seperti pinggang (*petiolate*), sayap dengan venasi sederhana, pradewasa (larva) sangat bervariasi bentuknya, mandibel jelas terlihat.
	Metode preservasi	:	Hymenoptera ditemukan dimana-mana, sebagian besar diantaranya persifat parasit. Lebah, tabuhan dan *sawflies* dikoleksi dalam etanol 80% atau di-*pinning* dan disimpan kering. Imago dengan tubuh yang cukup besar dapat di-*pinning* dengan menusukkan jarum pada bagian tengah kanan mesotoraks (kadang-kadang jarum ditusuk agak miring agar tidak merusak tungkai depan). Imago yang berukuran kecil dapat menggunakan *point*; sedangkan untuk imago yang sangat kecil dapat menggunakan *slide mount*. Tahap pradewasa sebaiknya dipreservasi dalam etanol 80%, setelah difiksasi dalam cairan Carnoy atau KAA. Kelompok semut memerlukan etanol yang lebih kuat (90-95%); atau dapat juga menggunakan *point*.
27	**Trichoptera** (*caddisflies*)		
	Fitur diagnostik	:	Berukuran kecil sampai besar dengan antena panjang dan beruas banyak, alat mulut tereduksi (tanpa probosis) namun palpus labium dan maksila berkembang baik, sayap berbulu atau bersisik (sebagian kecil), pradewasa (larva) akuatik, sering ditemukan dalam kantung, namun banyak juga yang hidup bebas, dengan tiga pasang tungkai
	Metode preservasi	:	Imago ditemukan didekat perairan dan tertarik pada cahaya, tahap pradewasa hidup di air. Preservasi serangga dengan menusukkan jarum pada bagian kanan tengah mesonotum dengan sayap direntangkan, atau preservasi dalam etanol 80%. Tahap pradewasa difiksasi dalam FAA atau etanol 75%, dan di preservasi dalam etanol 80%. Microcaddisflies dan nimfa yang dibedah dipreservasi menggunakan preparat slide.
28	**Lepidoptera** (*moths, butterflies*)		
	Fitur diagnostik	:	Berukuran kecil sampai besar, hypognathous, umumnya dilengkapi probosis panjang yang menggulung, antena beruas banyak dan berbentuk seperti sisir (*pectinate*), pada kupu-kupu ujung antena membentu gada, sayap dengan lapisan sisik ganda dan sel yang besar termasuk discal; tahap pradewasa (larva, ulat) mempunyai labial spineret untuk menghasilkan sutera
	Metode preservasi	:	Lepidoptera ditemukan dimana-mana. Kelompok ini umumnya dikoleksi menggunakan jaring dan (khusunya ngengat) perangkap cahaya. Preservasi kering dilakukan dengan menggunakan jarum serangga yang ditusukkan secara vertikal melalui

		toraks dan merentangkan sayap. Untuk Microlepidoptera sebaiknya menggunakan jarum mikro segera setelah serangga mati. Tahap pradewasa dibunuh dalam KAA atau air mendidih, dan dipindahkan ke dalam etanol 85-95%.