

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Serangga dalam Al-Quran

Serangga adalah salah satu ciptaan Allah, yang mana nama dari spesies serangga banyak disebut dalam ayat suci Al-Quran, bukan hanya pada ayatnya saja, bahkan salah satu surah dalam Al-Quran memakai nama dari jenis suatu serangga yaitu An-Nahl yang artinya adalah lebah. Adapun jenis-jenis serangga yang disebutkan di dalam Al-Quran yaitu sebagai berikut:

﴿وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنِ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ ۞٦٨﴾

Artinya: *Dan Tuhanmu mewahyukan kepada lebah: "Buatlah sarang-sarang di bukit-bukit, di pohon-pohon kayu, dan di tempat-tempat yang dibikin manusia" (Qs. An-Nahl/16: 68).*

Ayat diatas menerangkan bahwa di antara begitu banyak tanda-tanda kekuasaan dan kebesaran Allah di bumi ini adalah bahwa Tuhanmu yang selalu membimbing dan berbuat baik kepadamu mengilhamkan kepada lebah, buatlah sarang dengan sungguh-sungguh di gua pada gunung-gunung, di lubang pada batang pohon-pohon kayu, dan di tempat-tempat yang dibuat manusia berupa sarang buatan. Melanjutkan ilhamnya kepada lebah, Allah berfirman, kemudian makanlah, yakni isaplah, dari segala macam bunga dari buah-buahan pada pepohonan yang besar maupun kecil, lalu tempuhlah jalan yang telah ditentukan oleh tuhan pencipta dan pemelihara-Mu, yang telah dimudahkan bagimu. Dengan izin dan kekuasaan Allah, dari perut lebah itu keluar sejenis minuman yang amat lezat berupa madu yang bermacam-macam warna dan rasa-Nya. Di dalamnya terdapat kandungan yang

bermanfaat bagi daya tahan tubuh dan obat yang dapat menyembuhkan bagi beberapa penyakit manusia. Sungguh, pada yang demikian itu benar-benar terdapat suatu tanda kekuasaan dan kebesaran Allah bagi orang yang berpikir ( Kementrian Agama RI, “*Tafsir Surah An-Nahl Ayat 68*”, Tafsir Web).

## **2.2. Serangga**

### **2.2.1. Deskripsi Umum Serangga**

Serangga berasal dari kelas arthropoda. Terkadang serangga juga disebut sebagai heksapoda karena memiliki enam buah atau tiga pasang kaki. Kelas ini merupakan kelas dengan anggota jenis terbanyak. Sampai saat ini, jumlah serangga di dunia mencapai 1,5 juta jenis. Jumlah tersebut merupakan 90% dari semua jenis binatang sehingga dapat dikatakan serangga mendominasi hewan lainnya dari segi jumlah, keanekaragaman jenis, maupun penyebarannya (Winarno, 2018, h. 1).

Serangga dapat dijumpai hampir di semua daerah diatas permukaan bumi, di darat, laut, dan udara. Mereka hidup sebagai pemakan tumbuhan, serangga atau binatang kecil lainnya, bahkan ada yang menghisap darah manusia dan mamalia. Kehidupan serangga sudah ada sejak 400 juta tahun yang lalu, berkisar antara 2-3 juta spesies serangga yang telah teridentifikasi. Diperkirakan jumlah serangga sebanyak 30-80 juta spesies yang meliputi sekitar 50% dari keanekaragaman spesies di muka bumi. Selain itu serangga juga memiliki keanekaragaman dalam bentuk ukuran, bentuk tubuh, jumlah sayap, jumlah kaki, dan perilaku (Fakhrah, 2016, h. 48).

Kesuksesan eksistensi kehidupan serangga di bumi ini diduga berkaitan erat dengan rangka luar (eksoskeleton) yang dimilikinya. Seperti kulit yang juga memiliki peran sebagai rangka penunjang tubuhnya, ukuran serangga yang relatif kecil menyebabkan kebutuhan makanan yang relatif sedikit dan lebih mudah dalam menghadapi musuhnya, serangga juga memiliki kemampuan reproduksi yang lebih besar dalam jangka waktu yang singkat. Selain itu serangga juga memiliki kemampuan untuk beradaptasi dengan ekosistem tempat tinggalnya, sehingga dapat menyebabkan banyak jenis serangga yang berperan sebagai hama tanaman. Hal ini lah yang mampu menyebabkan serangga mampu bersifat resistensi terhadap insektisida (Fakhrah, 2016, h. 48).

Beberapa serangga memiliki sayap seperti halnya kupu-kupu. Tubuh serangga tidak bertulang. Namun serangga memiliki kulit yang keras. Serangga bernapas melalui lubang-lubang pernapasan di tubuhnya. Serangga tidak mempunyai telinga. Tetapi, beberapa serangga dapat mendengar dengan baik. Bunyi mereka gunakan untuk mengenali satu sama lain. Rambut-rambut pada tubuh serangga sering digunakan untuk mencicipi dan merasakan sesuatu (Bobbie, 2004, h. 1-3).

### 2.2.2. Morfologi Serangga

Umumnya tubuh serangga terbagi atas 3 ruas utama tubuh (*caput*, torak, dan abdomen). Morfologi serangga pada bagian kepala, terdapat mulut, antena, mata majemuk (*faset*) dan mata tunggal

(*ocelli*). Pada bagian torak, ditemukan tungkai 3 pasang dan spirakel. Sedangkan dibagian abdomen dapat dilihat membran timpani, spirakel dan alat kelamin. Pada bagian depan (*frontal*) apabila dilihat dari samping (*lateral*) dapat ditentukan letak *frons*, *clypeus*, *gena*, *occiput*, alat mulut, mata majemuk, mata tunggal (*ocelli*), *postgena* dan *antena*, sedangkan toraks terdiri dari protorak, mesotorak, dan metatorak. Sayap serangga tumbuh dari dinding tubuh yang terletak dorso-lateral antara dota dan pleura. Pada umumnya serangga mempunyai dua pasang sayap yang terletak pada ruas mesotoraks dan metatoraks. Pada sayap terdapat pola tertentu dan sangat berguna untuk identifikasi (Budi, 2014, h. 10).

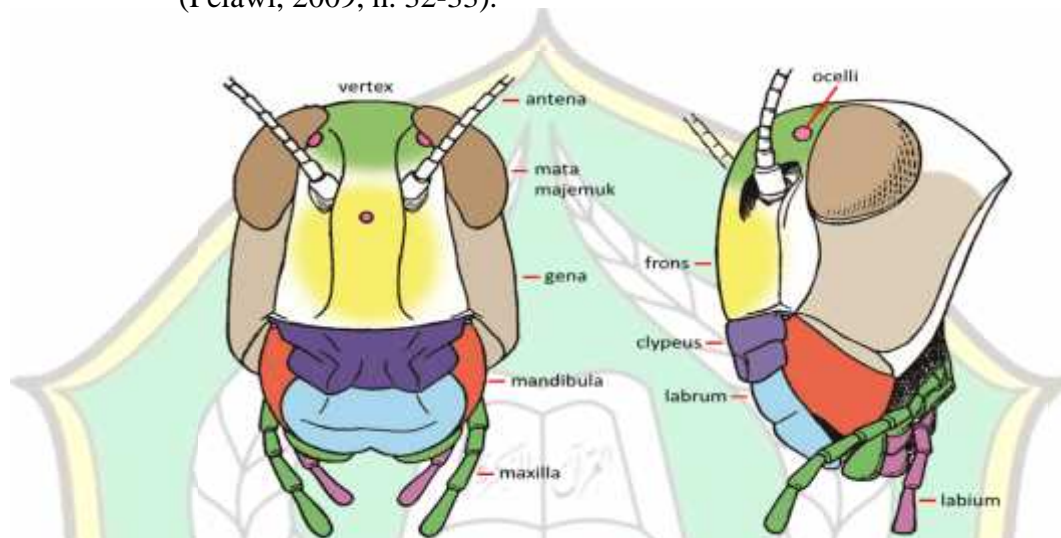


**Gambar 2.1** Morfologi Umum Serangga, dicontohkan dengan belalang (Hadi, 2007)

Caput merupakan kepala serangga yang berfungsi sebagai tempat melekatnya antena, mata majemuk, mata oseli, dan alat mulut. Berdasarkan posisinya kepala serangga dibagi menjadi tiga, yaitu *hypognathous*, *prognathous*, dan *epistognathous*. *Hypognathous*



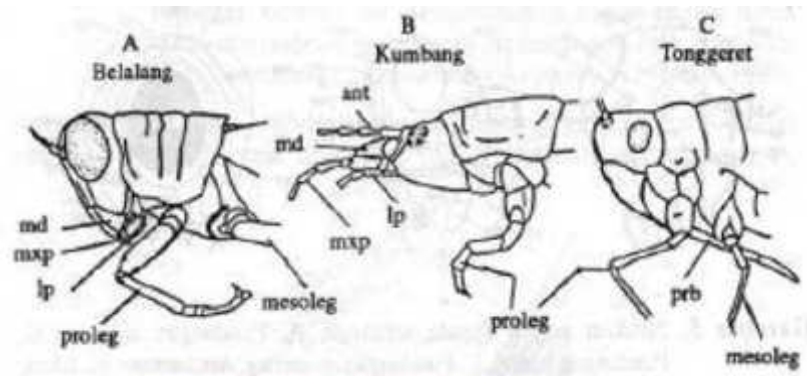
apabila alat mulutnya menghadap ke bawah, contoh serangganya adalah belalang Acrididae; *prognathous* apabila alat mulutnya menghadap ke depan, contoh serangganya adalah kumbang Carabidae; dan *ephistognathous* apabila alat mulutnya menghadap ke belakang, contoh serangganya adalah semua serangga ordo Hemiptera (Pelawi, 2009, h. 32-33).



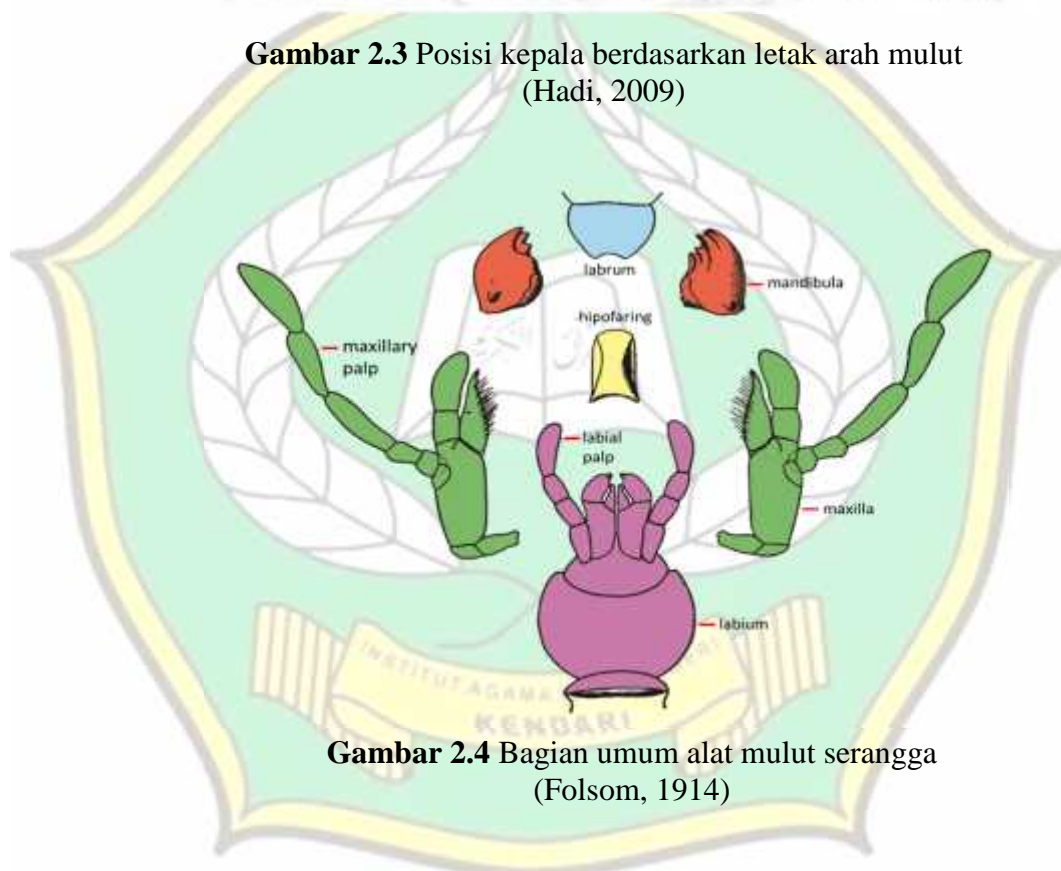
**Gambar 2.2** Struktur umum kepala serangga (Jumar, 2000)

Tipe mulut bermacam-macam tergantung pada jenis makanannya. Ada tipe menjilat dan menghisap, misalnya pada lalat. Ada yang tipe menghisap saja, seperti pada kupu-kupu. Adapula yang tipe menusuk dan menghisap, seperti pada nyamuk. Mulut terdiri atas bibir atas (labrum) dan bawah (labium) untuk memegang makanan. Pada mulut juga terdapat mandibula, maksila, dan hipofaring. Mandibula berfungsi untuk menangkap dan memotong makanan. Maksila ada sepasang, terletak dibelakang mandibula. Pada maksila

terdapat palpus sebagai indra perasa. Hipofaring adalah sejenis lidah yang strukturnya lunak dan pendek (Pelawi, 2009, h. 32-33).



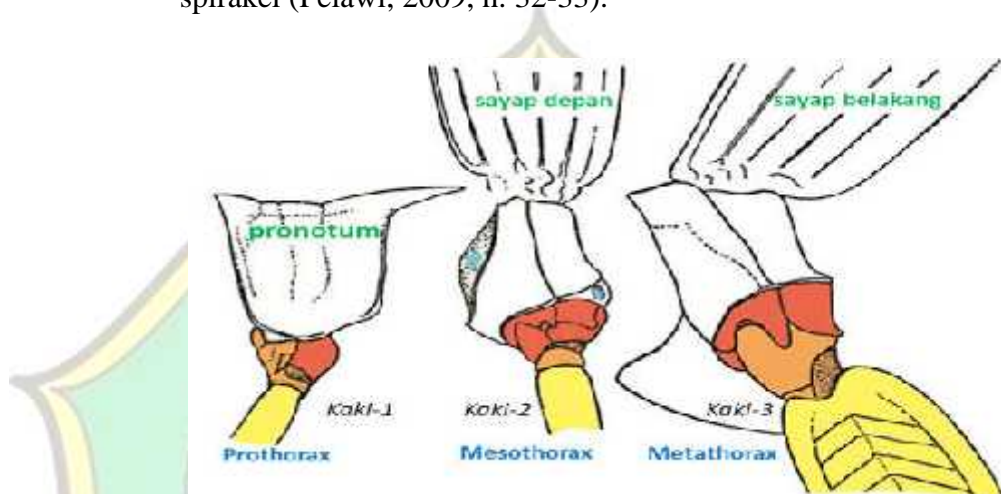
**Gambar 2.3** Posisi kepala berdasarkan letak arah mulut (Hadi, 2009)



**Gambar 2.4** Bagian umum alat mulut serangga (Folsom, 1914)

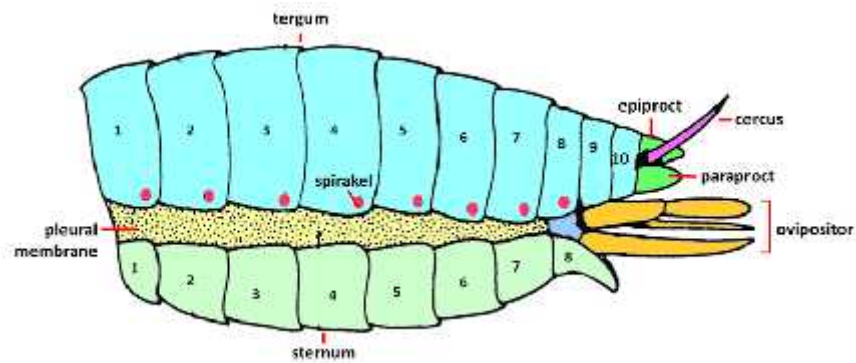
Mata tunggal tersusun dari satu lensa yang tebal dan dilapisi kutikula yang transparan. Pada mata tunggal terdapat banyak sel saraf yang peka terhadap cahaya. Mata ini tersusun atas lensa-lensa kecil berbentuk segi enam, yang disebut omatidium. Mata majemuk dapat digunakan untuk melihat ke segala arah (Pelawi, 2009, h. 32-33).

Bagian dada terbagi menjadi 3 segmen. Segmen paling depan disebut protoraks, segmen tengah disebut mesotoraks, dan segmen belakang disebut metatoraks. Di setiap segmen terdapat sepasang kaki. Sayap menempel pada segmen protoraks dan mesotoraks. Di setiap sisi mesotoraks dan metatoraks terdapat lubang trakea, yang disebut spirakel (Pelawi, 2009, h. 32-33).



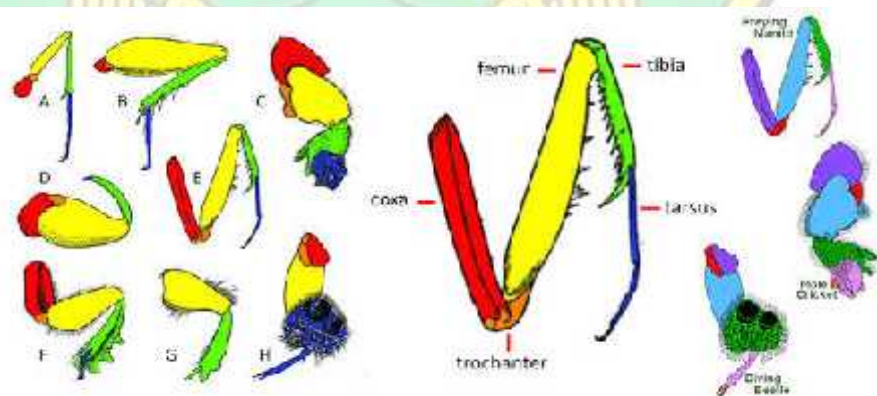
**Gambar 2.5** Dada serangga secara umum  
(Packard, 1890)

Bagian perut terbagi menjadi 9-11 segmen. Dibeberapa segmen terdapat spirakel. Segmen ke 9 dan 10 membentuk organ reproduksi. Beberapa serangga betina memiliki ovipositor, yaitu organ yang meletakkan telur. Semut dan lebah menggunakan ovipositor sebagai alat penyengat (Pelawi, 2009, h. 32-33).



**Gambar 2.6** Abdomen serangga secara umum  
(Packard, 1890)

Secara khas, terdapat 6 ruas pada kaki serangga. Ruas yang pertama yaitu koksa yang merupakan ruas dasar; trochanter, satu ruas kecil (biasanya dua ruas) sesudah koksa; femur, biasanya ruas pertama yang panjang pada tungkai; tibia, ruas kedua yang panjang; tarsus, biasanya beberapa ruas kecil dibelegang tibia; pretarsus, terdiri dari kuku-kuku dan berbagai struktur serupa bantalan atau serupa seta pada ujung tarsus. Sebuah bantalan atau gelambir antara kuku-kuku biasanya disebut arolium dan bantalan yang terletak di dasar kuku pilvili (Hadi, 2009).



**Gambar 2.7** Tipe-tipe tungkai atau kaki serangga  
(Folsom, 1914)



### 2.2.3. Anatomi Serangga

Anatomi internal suatu serangga meliputi beberapa sistem organ kompleks. Sistem organ kompleks itu meliputi sistem pencernaan, sistem sirkulasi, sistem ekskresi, sistem pernapasan, sistem saraf, sistem reproduksi dan metamorfosis serangga.

#### 1. Sistem Pencernaan

Sistem pencernaan yang sempurna atau lengkap terspesialisasi secara regional, dengan organ yang jelas yang berfungsi dalam perombakan makanan dan penyerapan zat-zat makanan.

#### 2. Sistem Sirkulasi

Seperti Arthropoda lainnya, serangga memiliki suatu sistem sirkulasi terbuka, dengan sebuah jantung yang memompa hemolimfa melalui sinus hemosel.

#### 3. Sistem Ekskresi

Buangan sari metabolisme dibuang dari hemolimfa melalui organ ekskretoris yang unik yang disebut tubulus malpighi, yang merupakan kantung luar saluran pencernaan.

#### 4. Sistem Respirasi

Pertukaran gas pada serangga dilakukan melalui suatu sistem trakea tabung bercabang yang dilapisi kitin yang menginfiltrasi tubuh dan membawa oksigen secara langsung ke sel. Sistem trakea membuka ke bagian luar tubuh melalui spirakel. Pori

yang dapat membuka atau menutup untuk mengatur aliran udara dan membatasi kehilangan air.

## 5. Sistem Saraf

Sistem saraf serangga terdiri atas pasangan tali saraf ventral dengan beberapa ganglia segmental. Kedua tali saraf itu bertemu di kepala, dimana ganglia beberapa segmen anterior menyatu membentuk suatu ganglion serebral (otak) dekat dengan antena, mata, dan organ indera lain yang terpusat di kepala.

Sistem urat syaraf pusat serangga, terdiri dari satu otak yang terletak dalam kepala di atas esofagus, sebuah ganglion subesofagus dihubungkan dengan otak oleh dua syaraf (penghubung-penghubung sirkumesofagus) yang meluas disekitar masing-masing sisi esofagus, dan satu urat syaraf ventral yang berjalan ke posterior dari ganglion subesofagus. Otak terdiri dari tiga pasang gelambir, yaitu protoserebrum, deutocerebrum, dan tritocerebrum. Protocerebrum menginervasi mata majemuk dan mata tunggal deutocerebrum menginervasi sungut, serta tritocerebrum menginervasi labrum dan usus depan. Satuan-satuan fungsional sistem syaraf adalah neuron atau sel-sel syaraf, di mana ada tiga tipe yang utama, yaitu *sensoris*, *internusial* (penghubung sensoris), dan motor (Borror, 2006, h. 30).

## 6. Sistem Reproduksi

Reproduksi pada serangga umumnya adalah seksual, dengan individu jantan dan betina yang terpisah. Hewan dewasa

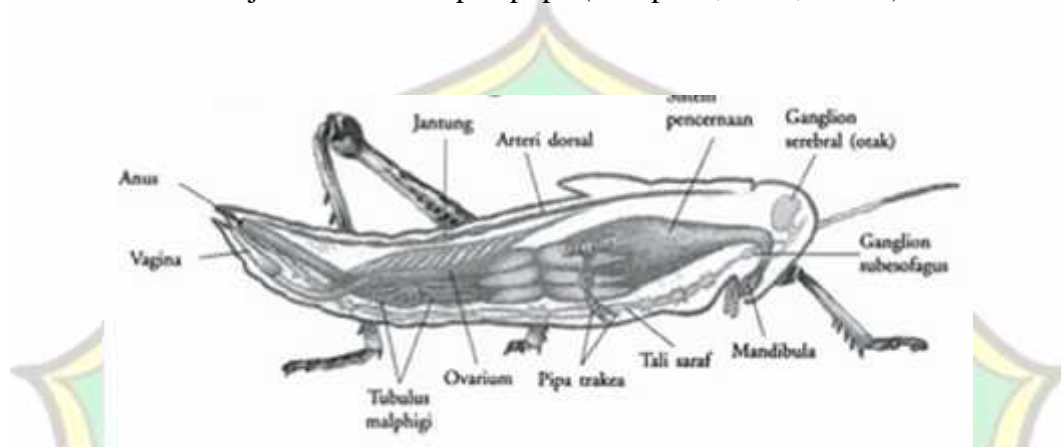
berkumpul dan saling mengenali satu sama lain sebagai anggota spesies yang sama dengan cara memamerkan warna-warni cemerlang (kupu-kupu), suara (jangkrik), atau bau (ngengat). Fertilisasi umumnya terjadi secara internal (Campbell, 2003, h. 257).

Pada sebagian besar spesies, sel sperma dideposit secara langsung ke dalam vagina betina pada waktu kopulasi, meskipun pada beberapa spesies sang jantan mendepositkan paket sperma di luar tubuh betina, dan betina kemudian akan mengambilnya. Suatu struktur internal pada betina yang disebut spermateka menyimpan sperma itu, umumnya cukup untuk membuahi lebih dari satu kumpulan telur-telur. Banyak serangga hanya kawin satu kali saja seumur hidupnya. Setelah kawin, betina akan menmpatkan telurnya pada sumber makanan yang tepat ketika generasi berikutnya dapat mulai makan segera setelah ia menetas (Campbell, 2003, h. 257).

## **7. Metamorfosis Serangga**

Banyak serangga mengalami metamorfosis dalam perkembangannya. Dalam metamorfosis tak sempurna belalang dan beberapa ordo lain, hewan muda mirip dengan hewan dewasa tetapi berukuran lebih kecil dan memiliki perbandingan tubuh yang berbeda. Hewan itu akan mengalami serangkaian pergantian kulit, setiap kali setelahnya hewan itu kelihatan lebih mirip hewan dewasa, sampai ia mencapai ukuran penuhnya. Serangga dengan

metamorfosis sempurna memiliki tahapan larva yang dikhususkan untuk makan dan tumbuh yang dikenal dengan nama seperti belatung, tempayak, atau ulat. Tahapan larva tampak berbeda sama sekali dari tahapan dewasa, yang dikhususkan untuk penyebaran dan reproduksi. Metamorfosis dari tahapan larva sampai dewasa terjadi selama tahapan pupa (Campbell, 2003, h. 257).



**Gambar 1.2** Anatomi Serangga  
Sumber : (Campbell, 2003, h. 257).

#### 2.2.4. Klasifikasi Serangga

Ilmu mengenai penggolongan jenis-jenis makhluk hidup disebut taksonomi. Secara hierarki, dikenal taksa-taksa dalam klasifikasi, yaitu filum-kelas-orde-famili-genus dan spesies. Serangga atau insekta termasuk dalam filum arthropoda. Arthropoda berasal dari bahasa Yunani kuno *arthro* yang artinya ruas dan *poda* artinya kaki, jadi arthropoda adalah hewan yang mempunyai ciri utama kaki beruas-ruas. Arthropoda dibagi menjadi 3 sub filum, yaitu trilobita, mandibulata dan chelicerata. Sub filum trilobita telah punah dan tinggal sisa-sisanya. Sub filum mandibulata terbagi menjadi beberapa kelas, salah satunya serangga. Sub filum chelicerata juga terbagi



dalam beberapa kelas, diantaranya adalah arachnida (Campbell, 2003, h. 257).

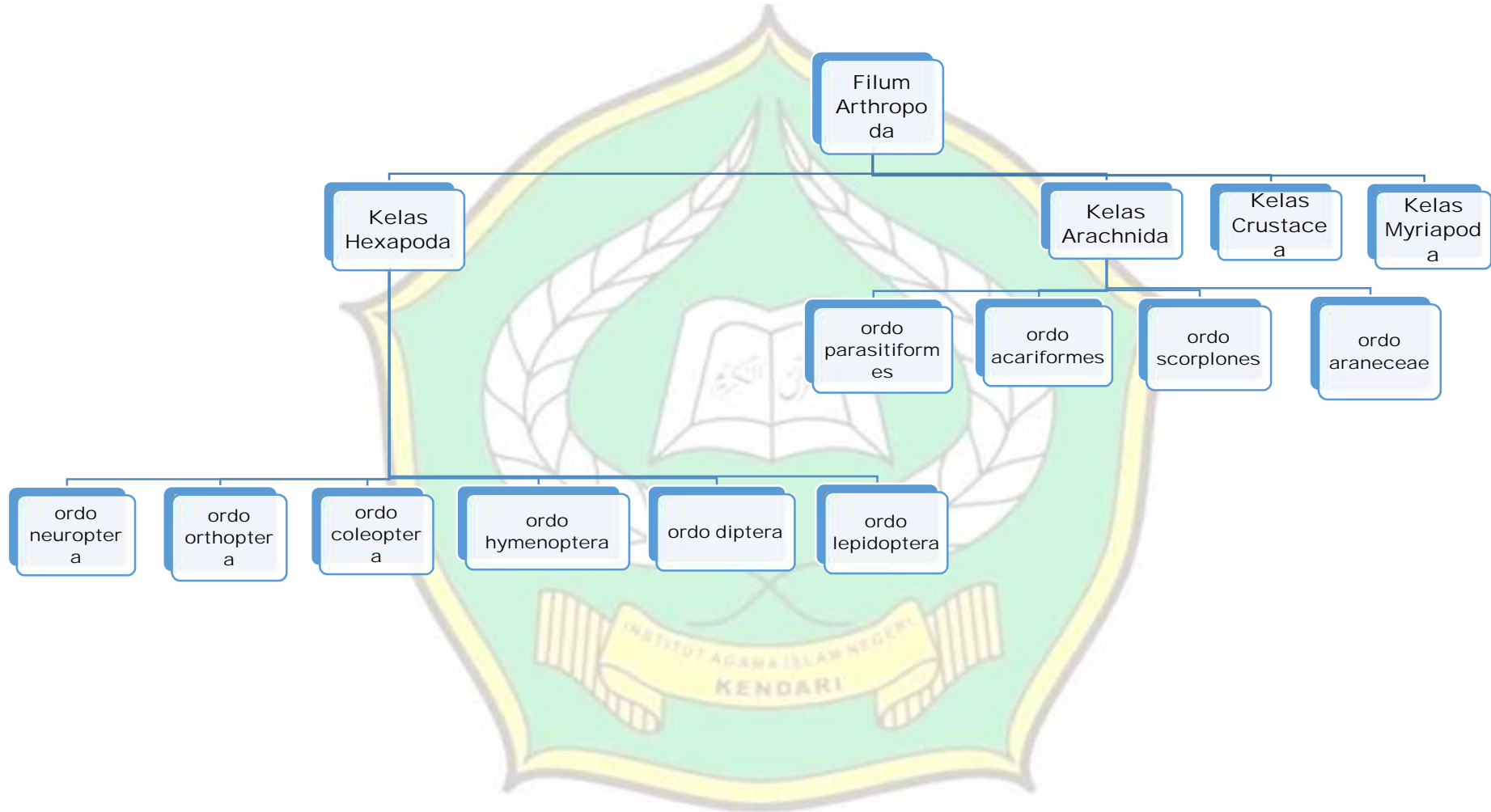
Menurut (Budi, 2014, h. 10) peran serangga berdasarkan struktur trofik dapat dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu herbivora, karnifora, detrivor, dan polinator.

1. Serangga herbivora; serangga yang masuk dalam golongan ini merupakan serangga hama. Beberapa serangga dapat menimbulkan kerugian karena serangga menyerang tanaman dibudidayakan dan merusak produksi yang disimpan. Serangga herbivor yang sering ditemukan ialah ordo homoptera, hemiptera, lepidoptera, orthoptera, thysanoptera, diptera dan coleoptera. Contohnya adalah belalang (*Disostura* sp), belalang sembah (*Stagmomatis* sp), kecoa (*Blattaorientalis*), walang sangit (*Leptocorixa acuta*).
2. Serangga karnivora; serangga karnivor atau musuh alami yang terdiri atas predator dan parasitoid umumnya dari famili ordo hymenoptera, caleoptera, dan diptera. Contohnya adalah semut tentara (*Dorylinae*).
3. Serangga detrivor; serangga detrivor sangat berguna dalam proses jaring makanan yang ada, hasil uraiannya dimanfaatkan oleh tanaman. Serangga jenis detrivor ini berperan sebagai pemakan sampah sehingga bahan-bahan tersebut dikembalikan sebagai pupuk di dalam tanah. Golongan serangga detrivor seringkali ditemukan pada ordo coleoptera, blattaria, diptera, dan isoptera. Contohnya adalah *Reticulitermis flavipes*.

4. Serangga polinator; serangga polinator adalah serangga yang menjadi perantara penyerbukan tanaman. Polinasi merupakan proses kompleks dan sangat dipengaruhi oleh temperatur, kelembaban, dan adanya polinator yang dapat dilakukan oleh serangga, salah satunya adalah lebah madu (*Apis mellifera*).

Menurut (Lilis, 2001, h. 26-31) filum arthropoda di bagi menjadi beberapa kelas yaitu sebagai berikut:





Penggolongan jenis serangga berdasarkan aktivitasnya, dikenal serangga yang aktif di siang hari (diurnal) dan serangga yang aktif di malam hari (nokturnal). Serangga malam hari (nokturnal) adalah hewan yang tidur pada siang hari, dan aktif pada malam hari. Serangga nokturnal umumnya memiliki kemampuan penglihatan yang tajam, karena serangga nokturnal memiliki mata yang majemuk atau mata faset yang terdiri dari banyak satuan individual yang disebut ommatidia. Daya sensitif serangga terhadap panjang gelombang cahaya tidak sama. Panjang gelombang cahaya dari 300-400 nm (mendekati ultraviolet) sampai 600-650 nm (orange). Diduga bahwa serangga tertarik pada ultraviolet karena cahaya itu merupakan cahaya yang diabsorpsi oleh alam terutama oleh daun (Borror, 1996, h. 13).

#### **2.2.5. Serangga Nokturnal**

Serangga adalah salah satu kelas dari sekumpulan besar hewan dalam filum Arthropoda mempunyai lapisan penutup luar yang kukuh dan beralur membentuk segmen badan. Serangga juga merupakan hewan yang keanekaragamannya paling tinggi serta mempunyai jumlah yang paling banyak Lebih dari 72% hewan termasuk golongan serangga. Serangga dapat dijumpai pada semua daerah di permukaan bumi, di darat, laut, dan udara. Serangga juga merupakan salah satu hewan tidak mempunyai tulang belakang yang memiliki sayap (Tuttiliana, 2016, h. 40). Penggolongan jenis serangga berdasarkan aktivitasnya, dikenal serangga yang aktif di siang hari (diurnal) dan serangga yang aktif di malam hari (nokturnal) (Borror, 1996, h. 13).



Serangga malam merupakan golongan hewan yang menghabiskan sebagian besar hidupnya untuk beraktivitas pada malam hari. Kelompok-kelompok organisme memperlihatkan pola kegiatan yang sinkron dalam satu daur hidup siang maupun malam. Dalam aktifitasnya, serangga malam memerlukan sedikit cahaya sebagai penunjuk jalannya dalam beraktivitas. Serangga malam sangat tertarik dengan cahaya yang agak terang karena serangga beranggapan bahwa warna lampu tersebut sesuai dengan warna makanannya. Serangga nokturnal memiliki peranan yang penting dalam menjaga dan melindungi fungsi ekosistem dan berjasa dalam proses dekomposisi serasah dedaunan, pembatas laju pertumbuhan tanaman dan sebagai mangsa dari hewan lain. Serangga nokturnal juga berperan sebagai polinator bagi tumbuhan dengan bunga yang mekar pada malam hari seperti pada *Hylocereus costaricensis* atau buah Naga (Adelyn, 2017, h. 63).

Serangga nokturnal menjadikan cahaya dominan di suatu tempat sebagai panduan utama. Mereka akan terbang mendekati begitu melihat cahaya, baik berasal dari lampu maupun nyala api. Ditempat terang itu mereka bertemu lawan jenis lalu kawin untuk meneruskan generasinya. Sebelum ada penerangan buatan manusia, cahaya terang itu hanya berasal dari bulan. Saat terang bulan, serangga keluar dan beramai-ramai kawin. Hasilnya, populasi serangga meningkat ketika bulan memasuki bulan mati, yaitu periode 5-10 hari sesudah purnama (Trubus Info Kit, h. 296).

Keberadaan serangga nokturnal di alam dipengaruhi oleh keberadaan faktor abiotik atau unsur iklim sebagai komponen suatu ekosistem. Serangga merupakan mahluk berdarah dingin. Bila suhu lingkungan menurun, maka suhu tubuh mereka juga menurun dan proses fisiologisnya menjadi lamban. Beberapa serangga dapat hidup pada suhu yang sangat rendah dan beberapa lagi mampu hidup pada suhu tinggi. Serangga tahan terhadap suhu yang sangat rendah karena di dalam tubuhnya tersimpan etilenaglikol. Serangga memiliki kisaran suhu tertentu, pada umumnya serangga dapat hidup dengan keadaan suhu minimum 15<sup>0</sup>C, suhu optimum 25<sup>0</sup>C, dan suhu maksimum 45<sup>0</sup>C (Jumar, 2000, h. 4).

### **2.3. Pengukuran Kepadatan Serangga**

Menurut (Trubus Info Kit, h. 296) pengukuran kepadatan serangga dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu sebagai berikut:

#### **1. Perangkap Kuning**

Perangkap ini didasari sifat serangga yang menyukai warna kuning mencolok. Musababnya warna itu mirip dengan warna kelopak bunga yang sedang mekar sempurna. Permukaannya dilumuri lem sehingga serangga yang hinggap akan lengket sampai ajal menjemputnya. Perangkap kuning ampuh memikat hama golongan aphid, kutu dan tungau, itu juga dijadikan indikator populasi hama disekitarnya.

Saat jumlah hama yang tertangkap melebihi ambang batas yang ditemukan, misalnya 50 individu kutu putih per hari, maka saat itu perlu

dilakukan penanggulangan serius dengan pestisida kimia maupun biologisnya. Umumnya perangkap berbentuk lembaran triplek, fiber, atau karbon, tebal berukuran 15 X 15 cm<sup>2</sup> dan dilumuri vaselin, oli atau minyak jelantan dengan kepadatan 60-100 perangkap/ha.

## 2. Lampu

Serangga nokturnal menjadikan cahaya dominan di suatu tempat sebagai panduan utama. Mereka akan terbang mendekat begitu melihat cahaya, baik berasal dari lampu maupun nyala api. Di tempat terang itu mereka bertemu lawan jenis lalu kawin untuk meneruskan generasinya. Sebelum ada penerangan buatan manusia, cahaya terang itu hanya berasal dari bulan. Saat terang bulan, serangga keluar dan beramai-ramai kawin. Hasilnya populasi serangga meningkat ketika bulan memasuki bulan mati, yaitu periode 5-10 hari sesudah purnama.

Hama dari golongan serangga di kebunpun mempunyai sifat yang sama. Makanya pekebun membuat perangkap lampu. Serangga akan terbang mengitarinya sampai akhirnya jatuh dan masuk ke jebakan berupa air atau lem yang diletakkan di bawah lampu. Perangkap ini bisa mengendalikan hama dan golongan aphid, kutu, ngengat, atau kumbang. Sebanyak 10-20 perangkap/ha diletakkan 25-40 cm tinggi dari pada tanaman.

## 3. Feromon

Jebakan itu dibuat dengan memanfaatkan kebutuhan komunikasi serangga pengganggu tanaman, komunikasi itu dilakukan dengan hormon bernama feromon. Itu berguna untuk menunjukkan adanya makanan,

memikat pejantan, menandai jejak, membatasi wilayah teritorial, atau memisahkan kelas pekerja, tentara, dan ratu, yang sekarang banyak digunakan adalah feromon untuk menarik pasangan. Zat yang baunya mirip dengan feromon betina disebut atraktan, dipasang pada perangkap yang ditempatkan di kebun. Serangga jantan akan tertarik dan masuk ke perangkap yang sudah diberi air atau lem.

#### **2.4. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Serangga**

Dalam perkembangbiakannya, tinggi rendahnya populasi serangga ditentukan oleh serangga itu sendiri atau disebut dengan faktor dalam, dan juga oleh keadaan lingkungan atau disebut sebagai faktor luar. Menurut (Wiwin, 2014, h. 16-17) faktor dalam yang dapat mempengaruhi tinggi rendahnya populasi serangga meliputi:

1. Kemampuan berkembang biak, dipengaruhi oleh fekunditas atau kemampuan bertelur imago betina dan juga siklus hidupnya (dari telur menetas sampai imago meletakkan telur pertama), kedua hal tersebut akan mempengaruhi kecepatan berkembang biak serangga. Lebih banyak jumlah telur yang dihasilkan oleh suatu jenis serangga, maka akan lebih tinggi kemampuan berkembangbiaknya.
2. Perbandingan kelamin, adalah perbandingan antara jumlah individu jantan dan betina yang diturunkan oleh serangga betina. Perbandingan kelamin ini pada umumnya adalah 1:1, namun karena pengaruh tertentu seperti keadaan musim dan kepadatan populasi, perbandingan kelamin ini dapat berubah.



3. Sifat mempertahankan diri seperti pada hewan lain, serangga dapat diserang oleh berbagai musuh. Serangga memiliki alat atau kemampuan untuk mempertahankan diri dari serangan tersebut. Umumnya serangga akan menjauh atau lari jika diserang musuh, atau berpura-pura mati. Beberapa serangga menggunakan pertahanan dengan mengeluarkan racun atau bau untuk menghindari serangan mereka.

Faktor luar yang dapat mempengaruhi keberadaan dan distribusi serangga meliputi faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik meliputi faktor intraspesifik dan interspesifik. Faktor intraspesifik muncul karena kepadatan populasi bertambah dengan cepat sehingga kebutuhan akan makanan, tempat tinggal, dan kebutuhan lainnya yang tidak mencukupi lagi (Odum, 1971). Faktor interspesifik merupakan faktor-faktor hidup yang ada di lingkungan yang dapat berupa serangga, binatang lainnya, bakteri, virus, dan lain-lain. Organisme tersebut dapat mengganggu atau menghambat perkembangbiakan serangga, karena membunuh dan menekannya, memparasiti akan menjadi penyakit (Jumar, 2000, h. 4).

Menurut (Wiwin, 2014, h. 16-17) faktor abiotik meliputi suhu, kelembapan, cahaya matahari, angin, dan curah hujan.

### **1. Suhu**

Suhu atau temperatur akan mempengaruhi aktivitas serangga, penyebaran geografis dan lokal, serta mempengaruhi perkembangan dari serangga tersebut. Umumnya kisaran suhu efektif untuk serangga adalah suhu minimum  $15^{\circ}\text{C}$ , suhu optimum  $25^{\circ}\text{C}$ , dan suhu maksimum  $45^{\circ}\text{C}$ .

## 2. Kelembapan

Kelembapan tanah, udara, dan tempat hidup serangga merupakan faktor penting yang mempengaruhi distribusi, kegiatan, dan perkembangan serangga. Kelembapan akan mempengaruhi penguapan cairan tubuh serangga, dan juga preferensi serangga terhadap tempat hidup dan persembunyian. Kelembapan optimum serangga berkisar antara 73-100%. Pada umumnya serangga lebih tahan terhadap terlalu banyak air, bahkan beberapa serangga yang bukan serangga air dapat tersebar karena hanyut bersama air. Namun, jika terlalu banyak air seperti banjir dan hujan deras merupakan bahaya bagi beberapa jenis serangga.

## 3. Cahaya

Beberapa aktivitas serangga dipengaruhi oleh responnya terhadap cahaya, sehingga timbul jenis serangga yang aktif pada pagi, siang, sore, atau malam hari. Cahaya matahari dapat mempengaruhi aktivitas dan distribusi lokalnya. Cahaya adalah faktor lingkungan abiotik yang besar pengaruhnya terhadap serangga seperti terhadap lamanya hidup, cara bertelur, berubah arah terbang, karena banyak serangga yang mempunyai reaksi positif terhadap cahaya.

Selain tertarik terhadap cahaya, ditemukan juga serangga yang tertarik oleh warna seperti warna hijau dan kuning. Sesungguhnya serangga memiliki preferensi (kesukaan) tersendiri terhadap warna dan bau, seperti terhadap warna-warna bunga. Sebagai contoh kupu-kupu, *Pieris Brassicae* dalam mencari makanan memperlihatkan preferensi yang nyata terhadap warna bunga biru dan ungu, disusul oleh bunga-bunga yang

berwarna merah dan hijau, sedangkan terhadap bunga yang warna hijau kebiruan dan kelabu kurang bereaksi.

#### 4. Angin

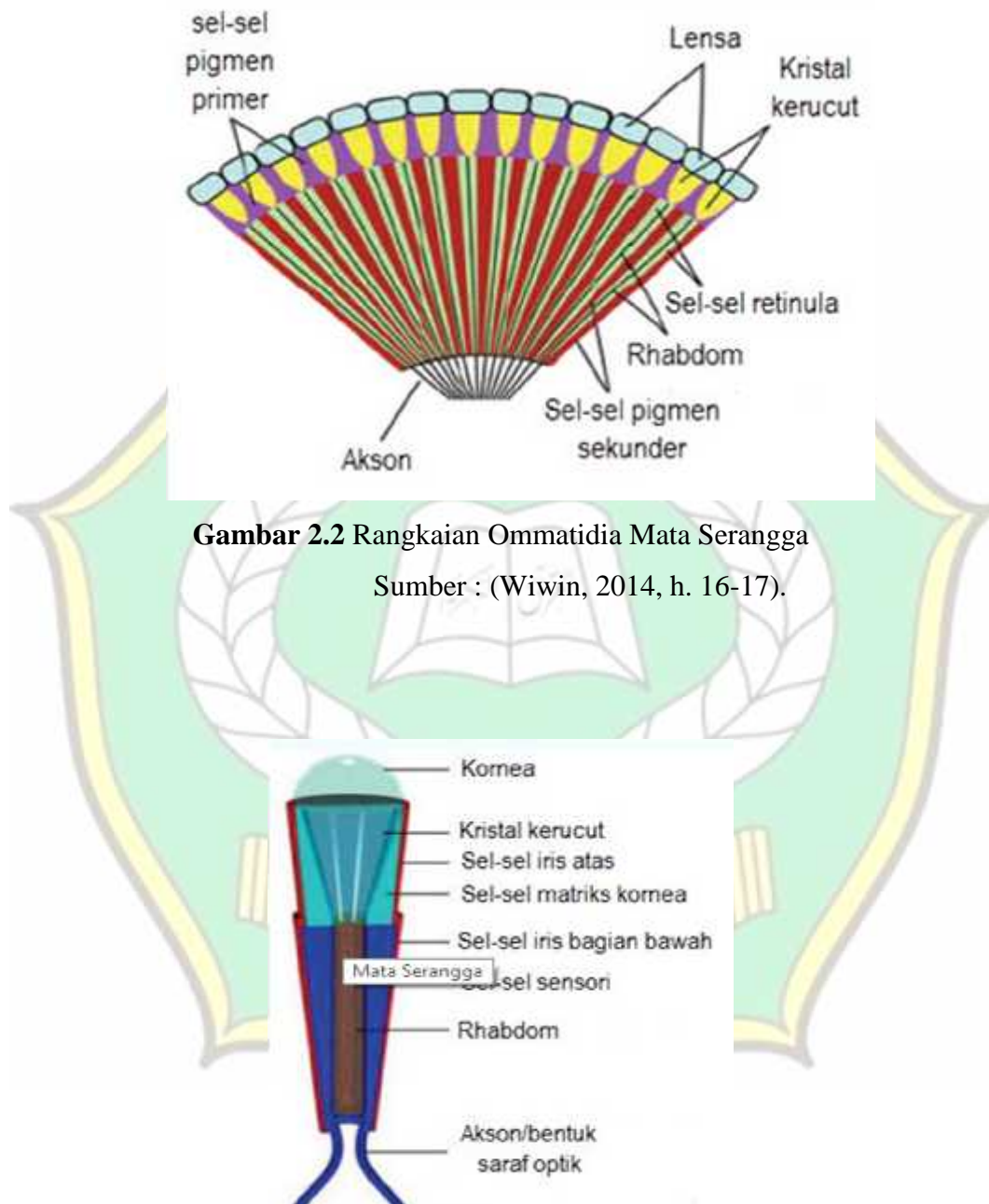
Angin dapat berpengaruh terhadap proses penguapan badan serangga dan dapat ikut berperan dalam penyebaran suatu hama dari satu tempat ke tempat yang lain tapi angin yang kencang dapat membunuh beberapa serangga seperti kupu-kupu. Angin berperan dalam membantu penyebaran serangga, terutama bagi serangga yang berukuran kecil misalnya *Apid* sampai terbang terbawa angin sampai sejauh 1.300 km.

#### 2.5. Indera Penglihatan pada Serangga

Mata pada serangga memiliki struktur yang khas. Tidak seperti pada mata manusia yang disusun oleh sebuah lensa, mata serangga tersusun puluhan hingga ratusan lensa. Oleh karenanya mata serangga dikenal dengan istilah mata majemuk. Sebagian serangga bisa melihat pada jangkauan yang sangat lebar hingga 360°, hal ini karena seluruh bagian kepala terdapat susunan lensa. Di samping itu mata serangga juga mampu melihat gerakan yang sangat cepat sehingga ia mampu menghindari dari bahaya dan atau menangkap mangsa dengan lincah (Wiwin, 2014, h. 16-17).

Masing-masing mata serangga tersebut disebut omatidium (jamak: omatidia). Masing-masing omatidium berfungsi sebagai reseptor penglihatan yang terpisah. Setiap omatidium terdiri atas beberapa bagian, di antaranya berikut ini. (1) Lensa, permukaan depan lensa merupakan satu faset mata majemuk. (2) Kerucut kristalin, yang tembus cahaya. (3) Sel-sel penglihatan, yang peka terhadap adanya cahaya. (4) Sel-sel yang mengandung pigmen,

yang memisahkan ommatidia dari ommatidia di sekelilingnya (Wiwin, 2014, h. 16-17).



**Gambar 2.2** Rangkaian Ommatidia Mata Serangga

Sumber : (Wiwin, 2014, h. 16-17).

**Gambar 2.3** Struktur Sebuah Ommatidium

Sumber : (Wiwin, 2014, h. 16-17).



Setiap ommatidium akan menyumbangkan informasi penglihatan dari satu daerah objek yang dilihat serangga, dari arah yang berbeda-beda. Bagian ommatidia yang lain akan memberikan sumbangan informasi penglihatan pada daerah lainnya. Gabungan dari gambar-gambar yang dihasilkan dari setiap ommatidium merupakan bayangan mosaik, yang menyusun seluruh pandangan serangga. Sebagai contoh, mata lalat rumah terdiri atas 6000 bentuk mata yang ditata dalam segi enam (ommatidium). Setiap ommatidium dihadapkan ke arah yang berbeda-beda, seperti ke depan, belakang, bawah, atas, dan ke setiap sisi, sehingga lalat dapat melihat ke mana-mana. Dengan demikian, lalat dapat mengindra dalam daerah penglihatan dari semua arah. Pada setiap ommatidium, terdapat delapan neuron sel saraf reseptor (penerima cahaya), sehingga secara keseluruhan terdapat sekitar 48.000 sel pengindra di dalam matanya. Dengan kelebihan tersebut, mata lalat dapat memproses hingga seratus gambar per detik (Wiwin, 2014, h. 16-17).

Mata majemuk atau mata faset terdiri dari banyak (sampai beberapa ribu) satuan-satuan individual yang disebut ommatidia. Tiap-tiap ommatidia adalah sekelompok sel-sel yang memanjang yang tertutup kornea segi enam. Lensa-lensa kornea biasanya cembung di bagian luar, membentuk faset-faset mata. Di bawah lensa kornea ini biasanya terdapat sebuah kerucut kristal dari empat-empat sel-sel. Sel-sel ini dikelilingi oleh dua sel korneagen yang berpigmen, dan di bawah kerucut kristal terdapat sekelompok sel sensoris, biasanya jumlahnya delapan, dikelilingi oleh satu pembungkus sel-sel epidermis yang berpigmen. Bagian-bagian yang beralur dari sel-sel sensoris



itu membentuk suatu pusat atau rabsom sumbu di dalam ommatidium (Borror, 2006, h. 30).

Organ penglihatan utama serangga (lalat) ada dua tipe, yaitu mata tunggal frontal dan mata majemuk yang berfaset. Mata tunggal mempunyai lensa kornea tunggal yang agak menonjol atau berbentuk kubah yang disebut oselus, sel-sel korneagen, dan retina. Sel-sel korneagen yang menyekresi kornea, adalah terang tembus (bening). Bagian yang peka cahaya dari fotoreseptor-fotoreseptor lalat terbuat dari mikrofili yang terkemas berdekatan pada satu sisi sel-sel retina yang disebut rabsom. Pada mata tunggal, rabsom ada di bagian luar retina. Bagian-bagian dasar sel-sel retina sering kali berpigmen. Mata-mata tunggal kelihatannya tidak membentuk bayangan-bayangan yang terpusat (cahaya difokuskan di bawah retina). Mata-mata tunggal rupa-rupanya sebagai organ-organ yang terutama untuk membedakan intensitas cahaya. Selain itu, mata tunggal sering kali berfungsi pada respon langsung, misalnya penentuan arah dan jarak dari sumber cahaya (Borror, 2006, h. 30).

## 2.6. Warna Cahaya

### 2.6.1. Pengertian Warna

Cahaya matahari merupakan gabungan cahaya dengan panjang gelombang dan spektrum warna yang berbeda-beda. Spektrum gelombang elektromagnetik meliputi gelombang radio dan televisi, gelombang mikro, gelombang inframerah, gelombang tampak (*visible light*), gelombang ultraviolet, sinar X dan sinar gamma. Dari spektrum gelombang elektromagnetik tersebut hanya

bagian yang sangat kecil yang dapat ditangkap oleh indera penglihatan yaitu cahaya tampak (*visible light*). Perbedaan panjang gelombang dan frekuensi dari cahaya tampak menimbulkan warna yang berbeda yaitu merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila dan ungu yang disebut juga spektrum tampak. Daya tembus dari setiap spektrum tampak tersebut pada kolom air yang sama adalah berbeda-beda. Spektrum cahaya yang memiliki panjang gelombang pendek memiliki daya tembus yang lebih dalam dibandingkan gelombang panjang. Pada air jernih gelombang yang sedikit diserap adalah gelombang pendek (Sunarto, 2008, h. 23-24).

Dua properti cahaya yang paling jelas dapat langsung dideskripsikan dengan teori gelombang untuk cahaya adalah intensitas (atau kecerahan) dan warna. Intensitas cahaya merupakan energi yang dibawanya persatuan waktu dan sebanding dengan kuadrat amplitudo gelombang. Warna cahaya berhubungan dengan panjang gelombang atau frekuensi cahaya tersebut. Cahaya tampak yaitu cahaya yang sensitif pada mata kita jatuh pada kisaran 400 nm sampai 750 nm. Kisaran ini dikenal sebagai spektrum tampak, dan di dalamnya terdapat warna ungu sampai merah (Giancoli, 2001, h. 297).

Cahaya dengan panjang gelombang tunggal dapat dirasakan dengan penglihatan mata normal sebagai satu dari warna-warna spektral. Warna-warna ini menjangkau dari ungu kebiruan untuk cahaya dengan panjang gelombang 420 nm, melalui hijau untuk cahaya dengan panjang gelombang 520 nm, ke merah untuk cahaya

dengan panjang gelombang 700 nm. Analisis spektral cahaya seperti itu akan menunjukkan bahwa itu mengandung cahaya dengan semua panjang gelombang, meskipun mungkin akan terdapat intensitas cahaya yang lebih besar dari ujung spektrum yang lebih pendek (biru) dibandingkan dengan yang dari ujung yang lebih panjang (merah) (Cromer, 2006, h.30).

Menurut (Sobel, 1994, h. 30) secara khusus, warna diidentifikasi berdasarkan panjang gelombangnya, yaitu sebagai berikut:

**Tabel 2. 1** Warna dan Panjang Gelombang

<b>Warna</b>	<b>Panjang Gelombang</b>
<b>Merah</b>	650
<b>Jingga</b>	590
<b>Kuning</b>	575
<b>Hijau</b>	510
<b>Biru</b>	475
<b>Ungu violet</b>	470

## 2.7. Pengaruh Warna terhadap Serangga

Warna adalah spektrum tertentu yang terdapat di dalam suatu cahaya sempurna (berwarna putih). Identitas suatu warna ditentukan panjang gelombang cahaya tersebut. Sebagai contoh warna biru memiliki panjang gelombang 460 nanometer. Panjang gelombang warna yang masih bisa ditangkap mata manusia berkisar antara 380-780 nanometer. Warna bisa berarti pantulan tertentu dari cahaya yang dipengaruhi oleh pigmen yang terdapat di permukaan benda. Misalnya pencampuran pigmen magenta dan cyan dengan proporsi tepat dan disinari cahaya putih sempurna akan menghasilkan sensasi mirip warna merah (Syafriзал, 2015, h. 2).

Serangga selalu tertarik pada cahaya, disebabkan cahaya dapat membantu sebagai penunjuk jalan. Serangga dapat melihat panjang gelombang cahaya yang lebih panjang dibandingkan dengan manusia panjang gelombang yang dapat dilihat 300-400 nm (mendekati ultraviolet) sampai 600-650 nm (orange) serangga menyukai warna ultraviolet disebabkan cahaya diabsorpsi oleh alam terutama oleh daun (Syafrizal, 2015, h. 2).

Warna kuning juga bagi serangga menandakan buah-buahan itu sudah masak, maka dari itu warna kuning menarik serangga untuk hinggap paling banyak. Perangkap warna dapat dimaksimalkan untuk fokus menangkap serangga tertentu, misalnya lalat buah, bisa menggunakan buah tiruan yang berwarna kuning kemudian di beri pelekat, atau bisa juga papan/mika kuning ditambahkan metil eugenol sebagai zat penarik melalui aroma untuk memperkuat daya tarik (Syafrizal, 2015, h. 2).

## **2.8. Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai**

### **2.8.1. Umum**

Menurut (Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, “Informasi 521 Kawasan Konservasi, Region Kalimantan-Sulawesi”), latar belakang penetapan Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai adalah karena kelompok hutan tersebut memiliki berbagai tipe ekosistem, antara lain ekosistem hutan bakau (mangrove), hutan pantai, ekosistem savana, ekosistem rawa dan hutan hujan pegunungan rendah. Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai terletak di tiga kabupaten. Titik pertemuan ketiga wilayah kabupaten (Buton,



Kolaka dan Kendari) berada di tengah kawasan taman nasional, yakni di puncak Pegunungan Mendoke. Lokasi tersebut sering disebut sebagai Segitiga BUKARI (Buton, Kolaka dan Kendari).

## 2.8.2. Fisik

### 1. Topografi

Kawasan TN Rawa Aopa Watumohai mempunyai topografi bervariasi mulai dari datar, bergelombang, berbukit dan bergunung, dengan puncak tertinggi Gunung Mendoke (981 m dpl), Kelerengan 0 hingga 40 %.

### 2. Ketinggian dan Iklim

Ketinggian TN Rawa Aopa Watumohai yaitu 0 - 981 m di atas permukaan laut. Tipe iklim: C dan D (Schmidt-Fergusson) Curah Hujan Tahunan : 1500 - 2000 mm per tahun. Suhu: 20° - 33° C. Kelembaban : 80%. Bulan kering : Juli - November.

### 3. Biotik

Flora: Lara (*Metrosideros petiolata*), sisio (*Cratoxylon formosum*), kalapi (*Callapia celebica*), tongke (*Bruguiera gimnorhiza*), lontar (*Borassus labellifer*), teratai (*Victoria spp*).

Fauna: Maleo (*Macrocephalon maleo*), bangau tong-tong (*Leptoptilos javanicus*), bangau sandang lawe (*Ciconia episcopus episcopus*), raja udang kalung putih (*Halcyon chloris chloris*), kakatua putih besar (*Cacatua galerita triton*), elang-alap dada-merah (*Accipiter rhodogaster rhodogaster*), merpati hitam



Sulawesi (*Turacoena manadensis*), dan punai emas (*Caloena nicobarica*). (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, “Informasi 521 Kawasan Konservasi, Region Kalimantan-Sulawesi”).

## 2.9. Bahan Ajar

### 2.9.1 Pengertian Bahan Ajar

Bahan ajar merupakan bagian dari sumber belajar. Bahan ajar atau *teaching material* terdiri atas dua kata yaitu *teaching* atau mengajar dan material atau bahan. Melaksanakan pembelajaran (*teaching*) diartikan sebagai proses menciptakan dan mempertahankan suatu lingkungan belajar yang efektif (Muh. Rapi, 2012, h. 222-223).

Bahan ajar adalah segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu pendidik dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar di kelas. Bahan yang dimaksudkan bisa berupa bahan tertulis maupun bahan tidak tertulis. Sedangkan menurut Dikmenum dikemukakan bahwa, bahan ajar merupakan seperangkat materi/substansi pembelajaran (*teaching material*) yang disusun secara sistematis, menampilkan sosok utuh dari kompetensi yang akan dikuasai siswa dalam kegiatan pembelajaran. Lebih lanjut disebutkan bahwa bahan ajar berfungsi sebagai :

1. Pedoman bagi pengajar yang akan mengarahkan semua aktivitasnya dalam proses pembelajaran.

2. Pedoman bagi siswa atau mahasiswa yang akan mengarahkan semua aktivitasnya dalam proses pembelajaran.
3. Alat evaluasi pencapaian/penguasaan hasil pembelajaran.

Abdul Majid (2013, h. 173) mengemukakan bahwa bahan ajar adalah segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru/instruktur dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar. Bahan yang dimaksud bisa berupa bahan tertulis maupun bahan tidak tertulis. Dengan bahan ajar memungkinkan siswa dapat mempelajari kompetensi dasar secara runtut dan sistematis sehingga utuh dan terpadu.

Menurut Abdul Majid (2013, h. 173) pengelompokan bahan ajar adalah media tulis, audio visual, elektronik dan interaktif terintegrasi yang kemudian disebut sebagai media terintegrasi atau mediamix. Sebuah bahan ajar paling tidak mencakup antara lain :

1. Petunjuk belajar (petunjuk siswa/guru)
2. Kompetensi yang akan dicapai
3. Informasi pendukung
4. Latihan – latihan
5. Petunjuk kerja, dapat berupa Lembar Kerja (LK)
6. Evaluasi.

Bahan ajar atau learning materials merupakan bahan pembelajaran yang secara langsung digunakan untuk kegiatan pembelajaran. Bahan ajar yang lazimnya berisikan tentang semua cakupan materi dari semua mata pelajaran. Bahannya sendiri

merupakan media atau sarana yang digunakan untuk menyampaikan pesan-pesan pembelajaran, bisa berupa pesan visual, audio maupun pesan audio visual. Secara umum media dapat digunakan untuk menyampaikan pesan, dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu bahan ajar yang tercetak (*printed materials*) dan bahan ajar yang tidak tercetak (*non printed materials*) (Udin, 2009, h.214-215).

### 2.9.2 Jenis-jenis Bahan Ajar

Kesimpulan dari berbagai pendapat di atas adalah bahan ajar merupakan seperangkat materi yang disusun secara sistematis sehingga tercipta lingkungan/ suasana yang memungkinkan siswa belajar dengan baik. Bentuk bahan ajar dapat dikelompokkan menjadi empat yaitu :

1. Bahan cetak (*printed*) antara lain handout, buku, modul, lembar kerja siswa, brosur, leaflet, foto/gambar.
2. Bahan ajar dengar (*audio*) seperti kaset, radio, piringan hitam, dan compact disk audio.
3. Bahan ajar pandang dengar (*audio visual*) seperti video compact disk, film.
4. Bahan ajar interaktif (*interactive teaching material*) seperti compact disk interaktif.

Bahan ajar cetak dapat ditampilkan dalam berbagai bentuk, jika bahan ajar cetak tersusun secara baik maka bahan ajar akan mendatangkan beberapa keuntungan seperti:

1. Bahan tertulis biasanya menampilkan daftar isi, sehingga memudahkan guru untuk menunjukkan kepada peserta didik bagian mana yang sedang dipelajari
2. Biaya untuk pengadaannya relative sedikit
3. Bahan tertulis cepat digunakan dan dapat dengan mudah dipindah-pindahkan
4. Menawarkan kemudahan secara luas dan kreativitas bagi individu
5. Bahan tertulis relative ringan dan dapat dibaca dimana saja
6. Bahan ajar yang baik akan dapat memotivasi pembaca untuk melakukan aktivitas, seperti menandai, mencatat, membuat sketsa
7. Bahan tertulis dapat dinikmati sebagai sebuah dokumen yang bernilai besar
8. Pembaca dapat mengatur tempo secara mandiri

Handout adalah bahan tertulis yang disiapkan oleh seorang guru untuk memperkaya pengetahuan peserta didik. Handout biasanya diambil dari beberapa literatur yang memiliki relevansi dengan materi yang diajarkan/ kompetensi dasar dan materi pokok yang harus dikuasai peserta didik. Handout dapat diperoleh dengan berbagai cara, antara lain dengan cara mendownload dari internet atau menyadur dari sebuah buku. Buku adalah bahan tertulis yang menyajikan ilmu pengetahuan. Pengarangnya isi buku didapat dari berbagai cara misalnya: hasil penelitian, hasil pengamatan, aktualisasi pengalaman, autobiografi atau hasil imajinasi seseorang. Buku yang baik adalah buku yang ditulis dengan menggunakan bahasa yang baik dan mudah

dimengerti, disajikan secara menarik dilengkapi dengan gambar dan keterangan, isi buku juga menggambarkan sesuatu yang sesuai dengan ide penulisannya. Buku pelajaran berisi tentang ilmu pengetahuan yang dapat digunakan oleh peserta didik untuk belajar.

Modul adalah sebuah buku yang ditulis dengan tujuan agar peserta didik dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan guru, sehingga modul berisi paling tidak tentang segala komponen dasar bahan ajar yang telah disebutkan sebelumnya. Pembelajaran dengan modul memungkinkan seorang peserta didik yang memiliki kecepatan tinggi dalam belajar akan lebih cepat menyelesaikan satu atau lebih kompetensi dasar dibandingkan dengan peserta didik lainnya. Lembar kerja siswa (*student work sheet*) adalah lembaran-lembaran berisi tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik. Keuntungan adanya lembar kerja adalah memudahkan guru dalam melaksanakan pembelajaran, bagi siswa akan belajar secara mandiri dan belajar memahami dan menjalankan suatu tugas tertulis. Dalam menyiapkannya guru harus cermat dan memiliki pengetahuan dan keterampilan yang memadai karena sebuah lembar kerja harus memenuhi paling tidak kriteria yang berkaitan dengan tercapai atau tidaknya sebuah kompetensi dasar dikuasai oleh peserta didik (Abdul Majid, 2013, h. 174-177).

### **2.9.3 Tujuan dan Manfaat Penyusunan Bahan Ajar**

Menurut (Sofan, 2010, h. 159) tujuan dari penyusunan bahan ajar yaitu sebagai berikut:



1. Menyediakan bahan ajar yang sesuai dengan tuntutan kurikulum dengan mempertimbangkan kebutuhan peserta didik, yakni bahan ajar yang sesuai dengan karakteristik dan setting atau lingkungan sesuai peserta didik.
2. Membantu peserta didik dalam memperoleh alternative bahan ajar disamping buku-buku teks yang terkadang sulit diperoleh.
3. Memudahkan guru dalam melaksanakan pembelajaran.

Manfaat dari penyusunan bahan ajar yaitu sebagai berikut:

1. Bahan ajar yang diperoleh sesuai tuntutan kurikulum dan sesuai dengan kebutuhan belajar peserta didik.
2. Tidak lagi tergantung kepada buku teks yang terkadang sulit untuk diperoleh.
3. Memperkaya karena dikembangkan dengan menggunakan berbagai referensi.
4. Menambah khasanah pengetahuan dan pengalaman guru dalam menulis bahan ajar.
5. Membangun komunikasi pembelajaran yang efektif antara guru dengan peserta didik karena peserta didik akan merasa lebih percaya kepada gurunya.
6. Menambah angka kredit jika dikumpulkan menjadi buku dan diterbitkan.
7. Kegiatan pembelajaran menjadi lebih menarik.
8. Kesempatan untuk belajar secara mandiri dan mengurangi ketergantungan terhadap kehadiran guru.

9. Mendapatkan kemudahan dalam mempelajari setiap kompetensi yang harus dikuasai.

## **2.10. Prosedur Pengembangan Bahan Ajar**

### **1. Memilih Topik Bahan Pembelajaran yang Sesuai**

Langkah pertama yang perlu disiapkan dan dipelajari tatkala akan menyusun bahan ajar adalah kurikulum dari suatu bidang studi atau mata pelajaran yang akan disusun bahan ajarnya. Kurikulum digunakan sebagai acuan, baik yang berkaitan dengan tujuan mata pelajaran, tujuan setiap topik, struktur material bahan ajar, rancangan strategi dan pengembangan untuk kegiatan evaluasi. Langkah selanjutnya adalah mempelajari struktur materi dari bahan ajar yang dikembangkan dan yang terakhir pada tahap ini yakni mengumpulkan berbagai sumber yang diperlukan, baik yang terkait dengan buku-buku, makalah, dan bahan-bahan lain yang akan digunakan sebagai pelengkap bagi penulisan bahan ajar selanjutnya (Udin, 2009, h. 216-217).

### **2. Menetapkan Kriteria**

Kriteria yang dimaksud merujuk pada standar bahan pembelajaran yang hendak dikembangkan. Adapun kriteria bahan pembelajaran yang baik dapat diuraikan seperti di bawah ini :

1. Konten informasi yang dikembangkan dalam bahan pembelajaran dihubungkan dengan pengalaman pembelajar
2. Pembelajar menyadari tentang pentingnya informasi yang disajikan dalam bahan pembelajaran. Informasi yang dituangkan dalam bahan

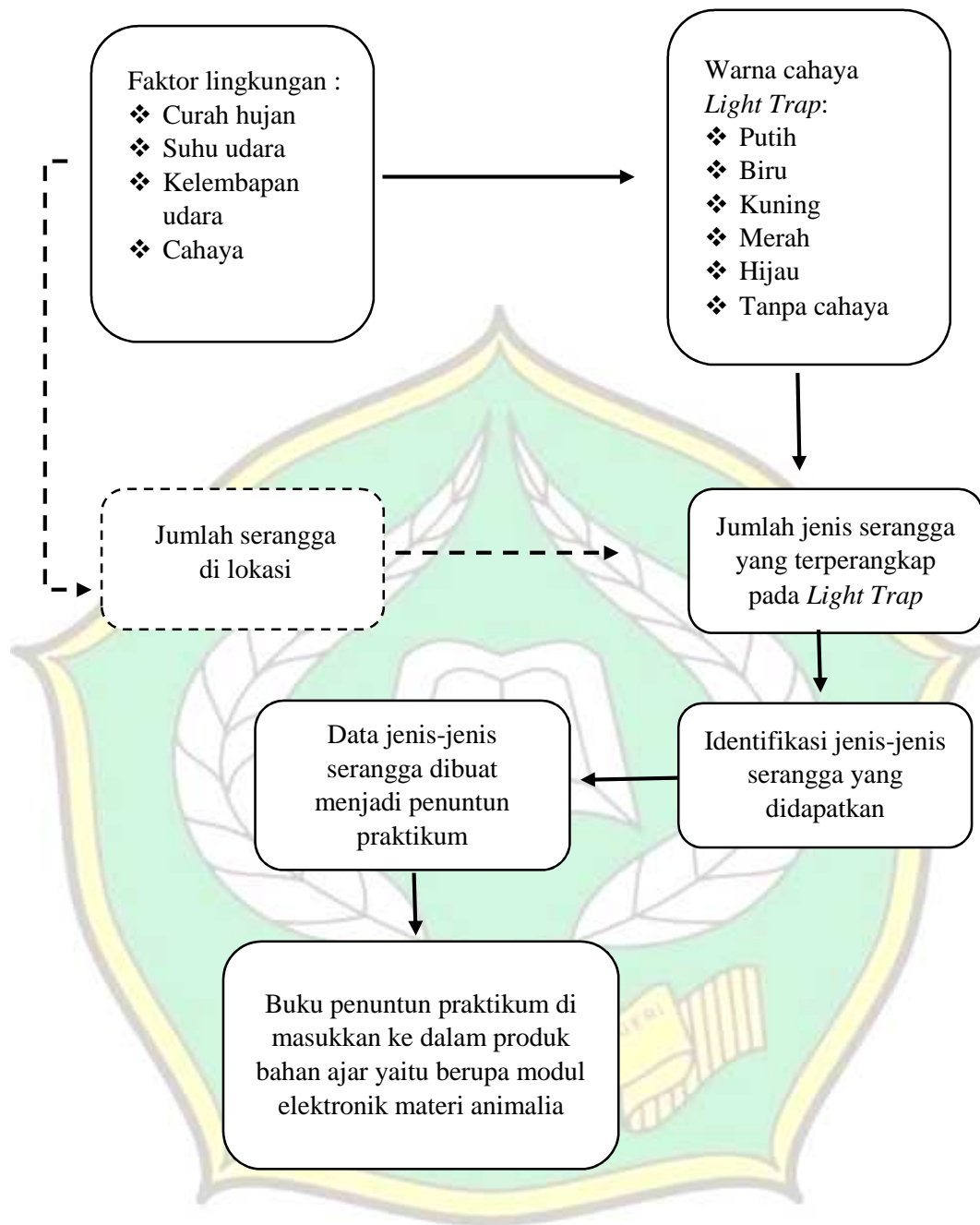
pembelajaran tersedia dan mudah diperoleh paling tidak dalam bahan yang dikembangkan

3. Bahan pembelajaran terorganisasikan dengan baik sehingga memudahkan bagi pembelajar untuk mempelajarinya
4. Gaya penulisan sangat jelas dan dapat dipahami dengan baik
5. Penggunaan kosa-kata dan bahasa sesuai dengan umur dan tingkat sekolah dan diterima di kalangan umum
6. Kata-kata sulit dan istilah-istilah teknik dijabarkan dan dijelaskan dalam bahan pembelajaran yang dikembangkan (Yaumi, 2012, h. 179-180).

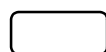
### **3. Menyusun Bahan Ajar yang Baru**

Informasi dan referensi yang telah berhasil dikumpulkan kemudian dianalisis dengan mengelompokkan, mengklasifikasikan, mengurutkan, menyeleksi, mengambil saripati, menyimpulkan dan memverifikasi agar tidak terjadi penulisan informasi yang sama dalam topik. Berdasarkan data dan informasi yang sudah terverifikasi tersebut, kemudian disusun atau ditulis dalam bentuk unit-unit atau satuan-satuan kecil yang membangun draft awal dari bahan pembelajaran. Draft tersebut perlu dilakukan pengecekan menyangkut akurasi informasi yang dituangkan maupun kesalahan pengetikan, huruf, kutipan dan berbagai istilah yang mungkin kurang relevan untuk digunakan.

## 2.11. Kerangka Konseptual



Keterangan :



= Diteliti



= Tidak diteliti