

BAB II

KEANEKARAGAMAN *INSECTA* DI HUTAN PINUS JAYAGIRI

A. Hutan

Hutan merupakan suatu wilayah yang luas ditumbuhi lebat oleh tumbuhan diantaranya pepohonan, semak, perdu, dan herba. Arief (2001, hlm. 11) mengatakan “Menurut ahli silvika, hutan merupakan suatu assosiasi dari tumbuh-tumbuhan yang sebagian besar terdiri atas pohon-pohon atau vegetasi berkayu yang menempati areal luas. Sedangkan menurut ahli ekologi mengartikan hutan sebagai suatu masyarakat tumbuh-tumbuhan yang dikuasai oleh pohon-pohon dan mempunyai keadaan lingkungan berbeda dengan keadaan diluar hutan”. Menurut jenis vegetasinya hutan terbagi kedalam dua macam ialah hutan heterogen dan hutan homogen.

Hutan heterogen atau campuran merupakan hutan yang vegetasinya terdiri atas bermacam-macam jenis tumbuhan beragam seperti pada hutan alam atau hutan tanaman. Hutan homogen atau hutan sejenis merupakan hutan yang vegetasinya didominasi oleh beberapa jenis tumbuhan yang banyaknya 80% dari seluruh populasi yang ada. Contoh dari hutan homogen ialah hutan pinus, hutan jati, hutan mahoni dan lain-lainnya. (Arief, 2001, hlm. 37)

1. Karakteristik Hutan Pinus

Menurut Darmadi, dkk (2004 dalam Pardede, dkk, 2012, hlm. 97) menjelaskan bahwa:

Lahan kehutanan Indonesia terbagi kedalam tiga, ialah hutan konservasi, hutan produksi dan tanaman kehutanan atau disebut kebun kayu. Hutan pinus merupakan hutan buatan yang menjadi salah satu pilihan dari Perum Perhutani sebagai hutan produksi. Tujuan dari penanaman pinus adalah untuk mendapatkan kayu sebagai pasokan untuk industri pembuatan kertas. Dalam perkembangannya pinus juga diambil getahnya....

Hutan pinus merupakan bagian dari ekosistem taiga yang vegetasi nya didominasi oleh pohon pinus dan dapat ditumbuhi pula oleh tumbuhan lain yang

jumlahnya tidak banyak. Pinus merupakan tumbuhan biji terbuka dengan batang pohon yang tinggi dan berkayu keras. Daunnya berbentuk jarum berwarna hijau serta akarnya berupa akar tunggang yang kuat. Akar dan daun dari pohon pinus mengandung zat Alelopati (semacam zat yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman lain) yang menyebabkan tidak banyak tumbuhan yang dapat ditemukan pada hutan pinus. Hanya ada sedikit tumbuhan yang dapat bertahan dari zat alelopati salah satunya adalah *Eupatorium triplineve* (Shifauka, 2016)

Selain ditumbuhi oleh pepohonan, hutan pinus juga merupakan habitat bagi beberapa hewan. Hewan yang hidup pada ekosistem hutan pinus merupakan hewan yang mampu menyesuaikan diri dengan vegetasi tumbuhan yang ada didalamnya. Menurut Shifauka (2016) terdapat beberapa jenis satwa yang dapat ditemukan di hutan pinus, satwa tersebut meliputi serangga, Arthropoda, burung, hewan pengerat serta hewan melata seperti kadal. Odum (1993, hlm. 474) menjelaskan bahwa “Hutan-hutan konifer juga menjadi sasaran peledakan kumbang-kumbang kulit dan serangga-serangga yang menggundulkan daun (lalat, ulat kuncup dan lain-lain) terutama di mana tegakan-tegakan hanya mempunyai satu atau dua jenis dominan”. Hutan Pinus merupakan hutan yang menghasilkan serasah yang banyak dikarenakan karakteristik daun jarum yang lambat untuk membusuk, dengan begitu memungkinkan hewan-hewan kecil hidup pada serasah tersebut. Odum (1993, hlm.473) mengatakan “Jarum-jarum konifer sangat lambat untuk membusuk...tanah dapat mengandung populasi organisme-organisme kecil cukup baik tetapi termasuk sedikit organisme yang lebih besar”.

2. Hutan Pinus Jayagiri Lembang

Hutan Pinus Jayagiri Lembang merupakan salah satu hutan produksi pinus di Jawa Barat yang berlokasi di Lembang, Kabupaten Bandung Barat. Hutan Pinus Jayagiri Lembang didominasi oleh pohon pinus yang merupakan salah satu jenis dari hutan homogen (Nurfazriyah 2015). Menurut Trisnawati dan Subahar (2011, hlm.120) menjelaskan mengenai Hutan Pinus Jayagiri bahwa “Hutan pinus yang mewakili kawasan binaan merupakan hutan homogen karena penanaman untuk keperluan komersial. Hutan ini juga dipengaruhi oleh aktivitas pertanian dan pariwisata”. Luas Hutan Pinus Jayagiri Lembang mencapai 7 hektar dengan

ketinggian 1.450 mdpl, serta suhu udara yang mencapai 18-29°C. Udara di Hutan Pinus Jayagiri Lembang terasa asri dan sejuk sehingga dapat dijadikan tempat wisata untuk hiking dan camping (Nurfazriyah, 2015). Hutan pinus Jayagiri merupakan ekosistem penting karena berfungsi sebagai habitat bagi beranekaragam hewan.



Gambar 2.1 Hutan Pinus Jayagiri Lembang

(Sumber: dokumentasi pribadi)

B. Faktor Lingkungan

Kondisi suatu lingkungan dapat berubah-ubah atau bersifat dinamis. Perubahan yang terjadi disuatu lingkungan dapat dipengaruhi faktor abiotik lingkungan tersebut. Faktor abiotik suatu lingkungan mencakup semua faktor tak hidup seperti suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya. Menurut Campbell, dkk, (2010, hlm. 329) mengatakan “abiotik (*abiotic*), atau faktor-faktor tak hidup-semua faktor kimiawi dan fisik, seperti suhu, cahaya, air, dan nutrien yang memengaruhi distribusi dan kelimpahan organisme”. Adapun beberapa faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi keberadaan *Insecta*:

1. Suhu Udara

Suhu merupakan faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi aktivitas kehidupan *Insecta*, terlihat dari proses fisiologisnya. Campbell, dkk, (2010, hlm.332) menyatakan bahwa

Selain itu, hanya sedikit organisme yang dapat mempertahankan metabolisme aktif pada suhu yang amat rendah atau amat

tinggi...kebanyakan organisme berfungsi paling baik dalam kisaran spesifik suatu lingkungan. Suhu diluar kisaran itu dapat memaksa sebagian hewan menghabiskan energi untuk meregulasi suhu internal....

Aktivitas serangga tinggi (aktif) dan rendah (pasif) pada suhu-suhu tertentu. Sehingga terdapat zona-zona daerah suhu yang membatasi aktivitas serangga. Zona-zona tersebut (untuk daerah tropis) menurut Luthfi, dkk (2015, hlm. 15) diantaranya ialah:

- 1) Zona batas fatal atas, pada suhu tersebut serangga telah mengalami kematian, yaitu pada suhu $> 48^{\circ}\text{C}$.
- 2) Zona dorman atas, pada suhu ini aktivitas (organ tubuh eksternal) serangga tidak efektif, yaitu pada suhu $38-45^{\circ}\text{C}$.
- 3) Zona efektivitas, pada suhu ini aktivitas serangga efektif pada suhu $29-38^{\circ}\text{C}$.
- 4) Zona optimum pada suhu $\pm 28^{\circ}\text{C}$, aktivitas serangga adalah paling tinggi.
- 5) Zona efektif bawah, pada suhu ini aktivitas (organ internal dan eksternal) serangga efektif, yaitu pada suhu $27-15^{\circ}\text{C}$.
- 6) Zona dorman bawah, pada suhu ini tidak ada aktivitas eksternal yaitu pada suhu 15°C .
- 7) Zona fatal bawah, pada suhu ini serangga telah mengalami kematian ($\pm 4^{\circ}\text{C}$)

Umumnya *Insecta* aktif pada suhu sedikit diatas 15°C , namun beberapa spesies dapat aktif pada suhu dibawah titik beku air. Suhu optimum kebanyakan *Insecta* adalah sekitar 28°C dan estivasi (tidak aktif pada suhu tinggi) dimulai dari suhu $38-45^{\circ}\text{C}$. Menurut Luthfi, dkk (2015, hlm. 16) “Selain membatasi penyebaran geografis, tofografi dan spesies serangga, suhu juga mempengaruhi kecepatan perkembangan hidupnya. Pada umumnya kecepatan perkembangannya naik sebanding dengan kenaikan suhu, sampai dicapai titik yang optimum”.

2. Kelembapan Udara

Seperti halnya hewan lain, *Insecta* kehidupannya dipengaruhi oleh ketersediaan air. Efektivitas dari suhu di dalam serta kelembapan mempengaruhi kecepatan perkembangan hidup *Insecta* juga. Menurut Michael (1984, hlm. 264) Kelembapan merupakan faktor yang sangat penting yang dapat mempengaruhi ekologi organisme. Kelembapan harus dipertimbangkan mencakup kelembapan atmosfer, air tanah bagi tanaman dan air minum untuk hewan.

Romoser (1993, hlm. 333) menjelaskan bahwa sama seperti suhu terdapat pula kelembapan optimum yang memungkinkan kehidupan serangga berlangsung dengan baik. Kematian dapat terjadi ketika kelembapan menjadi terlalu rendah ataupun terlalu berlebih bagi *Insecta*. Untuk itu *Insecta* harus menjaga kandungan air dalam tubuhnya, menurut Luthfi, dkk (2015, hlm. 19) menjelaskan:

Tubuh serangga mengandung 80-90% air, dan harus dijaga agar tidak mengalami banyak kehilangan air yang dapat mengganggu proses fisiologisnya. Ketahanan serangga terhadap kelembapan bervariasi. Ada serangga yang bertahan dalam suasana kering tetapi ada pula yang hidupnya didalam air. Biasanya serangga tidak tahan mengalami kehilangan air terlalu banyak., namun ada beberapa serangga yang mempunyai ketahanan karena dilengkapi dengan berbagai alat pelindung untuk mencegah kehilangan air tersebut. Misalnya kutikula yang dilapisi oleh lilin.

Menurut Indriani (2017, hlm.11) perbedaan kelembapan suatu daerah berhubungan dengan adanya perubahan suhu pada lingkungan tersebut. *Insecta* juga memiliki kisaran toleransi kelembapan. Kisaran toleransi kelembapan pada masing-masing jenis *Insecta* berada pada kisaran yang berbeda-beda.

3. Intensitas Cahaya

Cahaya merupakan salah satu faktor lingkungan yang berkaitan dengan faktor lingkungan lainnya seperti suhu udara. Reaksi serangga terhadap cahaya tidak begitu berbeda dengan reaksinya terhadap suhu. kedua faktor tersebut biasanya sangat erat berhubungan dan bekerja secara sinkron sehingga terkadang sulit dibedakan apakah *insecta* tersebut dipengaruhi oleh suhu atau cahaya (Luthfi, dkk ,2015, hlm. 16). Sebagian aktivitas *Insecta* dipengaruhi oleh responnya terhadap cahaya, menyebabkan adanya kelompok-kelompok *Insecta* menurut rentang waktu tertentu diantaranya *Insecta* pagi, siang, sore dan malam hari. Menurut Rahmat (2014, hlm. 37-38) menjelaskan “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 serangga”.

Terdapat dua jenis respon *Insecta* terhadap cahaya seperti yang dikemukakan oleh Luthfi, dkk (2015 hlm. 18) bahwa “Respon serangga terhadap cahaya dapat bersifat positif atau negatif yang ditunjukkan oleh spesies-spesies

serangga nokturnal. Serangga merespon positif apabila mendatangi cahaya, sedangkan serangga merespon negatif bila menjauhi cahaya”.

4. Faktor Makanan

Borror, dkk, (1996, hlm. 94) menjelaskan bahwa makanan merupakan salah satu faktor yang menentukan habitat serta banyaknya hewan disuatu tempat. Tipe dan jumlah makanan yang di makan oleh *Insecta* mempengaruhi beberapa hal seperti pertumbuhan, perkembangan, reproduksi, perilaku serta morfologi. Makanan merupakan suatu sumber gizi yang penting untuk pertumbuhan *Insecta*, menurut Luthfi, dkk (2015, hlm. 24) “Kehidupan dan perkembangan serangga sangat dipengaruhi oleh kualitas makanan dan jumlah makanan yang tersedia”. Selain itu makanan dapat mempengaruhi pertumbuhan populasi pada *Insecta* hal ini didasarkan pernyataan Natawigena, 1990, hlm. 69 bahwa “tersedianya makanan dengan kualitas yang cocok dan kualitas cukup bagi serangga, akan menyebabkan meningkatnya populasi serangga dengan cepat. Sebaliknya apabila keadaan kekurangan makanan, maka populasi serangga dapat menurun”.

C. Keanekaragaman

1. Keanekaragaman

Keanekaragaman menunjukkan keadaan suatu makhluk hidup yang bermacam-macam. Keanekaragaman makhluk hidup dapat terjadi karena adanya perbedaan bentuk, struktur, warna, fungsi, organ dan habitat (Farida, 2016, hlm. 1). Sedangkan menurut Michael (1984, hlm. 57) mengatakan “Keanekaragaman adalah jumlah total spesies dalam suatu daerah tertentu atau dapat diartikan juga sebagai jumlah spesies yang terdapat dalam suatu area antar jumlah total individu dari spesies yang ada dalam komunitas”, sehingga dapat disimpulkan bahwa keanekaragaman merupakan jumlah berbagai macam makhluk hidup dalam suatu area dilihat dari perbedaan morfologi serta habitatnya. Keanekaragaman dibagi ke dalam tiga macam diantaranya ialah keanekaragaman gen, spesies, dan ekosistem.

Keanekaragaman gen merupakan perbedaan gen yang terjadi pada suatu spesies makhluk hidup sehingga menimbulkan keberagaman antar individu spesies. Keanekaragaman gen ini terjadi karena adanya perkawinan serta adaptasi

dengan lingkungan. Menurut (Campbell, dkk, 2010, hlm. 385) mengatakan bahwa:

Keanekaragaman spesies (*species diversity*) suatu komunitas berbagai macam organisme berbeda yang menyusun komunitas memiliki dua komponen. Yang satu adalah kekayaan spesies (*species richness*), jumlah spesies berbeda dalam komunitas. Yang lain adalah kelimpahan relatif (*relative abundance*) spesies yang berbeda-beda, yaitu proporsi yang direpresentasikan oleh masing-masing spesies dari seluruh individu dalam komunitas.

Keanekaragaman ekosistem timbul karena adanya interaksi antara komponen biotik yang beragam dengan lingkungannya. “Beranekaragam ekosistem di biosfer merupakan tingkat ketiga keanekaragaman hayati. Akibat jejaring interaksi komunitas di antara populasi-populasi dari spesies yang berbeda-beda dalam sebuah ekosistem” (Campbell, dkk, 2010, hlm.433)

Keanekaragaman ditandai dengan banyaknya berbagai macam spesies dalam suatu komunitas. Keanekaragaman semakin tinggi ketika semakin meningkatnya jumlah spesies (Heddy & Kurniati, 1996, dalam Ismayanti, 2016, hlm.15). Tingginya suatu keanekaragaman spesies dapat diketahui melalui perhitungan indeks keanekaragaman spesies. “Indeks keanekaragaman spesies menunjukkan hubungan antara jumlah spesies dengan jumlah individu yang menyusun suatu komunitas, nilai keanekaragaman yang tinggi menunjukkan lingkungan yang stabil sedangkan nilai keanekaragaman yang rendah menunjukkan lingkungan yang menyesak dan berubah-ubah” (Heddy & Kurniati, 1996, dalam Ismayanti, 2016, hlm.15). Michael (1984, hlm. 172) menjelaskan perhitungan indeks keanekaragaman menurut Shannon-winner:

$$\text{Keanekaragaman} = -\sum p_i \ln p_i$$

Dimana :

$$p_i = \frac{S = \text{jumlah individu dari satu spesies}}{N = \text{jumlah total semua individu}}$$

$\ln =$ logaritma semua total individu

Besarnya indeks keanekaragaman jenis menurut Shanon Wiener didefinisikan sebagai berikut:

- Nilai $H' > 3$ menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies pada suatu transek adalah melimpah tinggi.
- Nilai $H' 1 < H' \leq 3$ menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies pada suatu transek adalah sedang.
- Nilai $H' < 1$ menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies pada suatu transek adalah sedikit atau rendah.

Adapun perhitungan indeks keanekaragaman menurut Simpson (1949) dalam Suhara (2016, hlm. 20) mengatakan bahwa:

Penggunaan suatu indeks yang sesuai dengan pasangan-pasangan individu secara acak yang harus di ambil dari suatu komunitas supaya didapat kesempatan yang merata sehingga diperoleh pasangan yang terdiri atas individu dari spesies yang sama. Indeks ini dihitung menggunakan rumus berikut:

$$D = \frac{N(N - 1)}{\sum n(n - 1)}$$

D = indeks keanekaragaman

N = jumlah total individu dari semua spesies

n = jumlah total individu dari satu spesies

indeks ini meningkat dari nilai 1,0 untuk komunitas yang mengandung hanya satu spesies hingga nilai tak terhingga untuk komunitas yang setiap individu di dalamnya merupakan spesies-spesies yang berbeda. Untuk komunitas yang berisi satu spesies dengan 9 individu dan spesies kedua dengan satu individu, indeksnya sama dengan 1,25. Untuk komunitas dengan dua spesies yang masing-masing terdiri atas 5 individu indeksnya sama dengan 2,25.

2. Faktor yang Mempengaruhi Keanekaragaman

Keanekaragaman pada suatu ekosistem berbeda-beda, hal ini dikarenakan oleh beberapa faktor. Adapun 6 faktor yang dapat mempengaruhi keanekaragaman menurut Krebs (1985, hlm. 375) diantaranya:

- 1) Waktu, dengan bertambahnya waktu maka keanekaragaman komunitas bertambah, berarti komunitas tua yang sudah berkembang memiliki banyak organisme dibandingkan dengan komunitas muda yang belum berkembang.
- 2) Heterogenitas ruang, semakin heterogen suatu lingkungan fisik semakin kompleks komunitas flora dan fauna disuatu tempat tersebut dan semakin tinggi keragaman jenisnya.
- 3) Kompetisi, terjadi apabila sejumlah organisme memiliki kebutuhan yang sama tetapi sumber yang tersedia kurang, meskipun ketersediaan sumber cukup persaingan dapat terjadi bila organisme itu memanfaatkan sumber tersebut dengan saling menyerang. Proses persaingan merupakan bagian dari co-evolusi spesies, yang mengarahkan pada seleksi spesies.
- 4) Pemangsaan, apabila intensitas dari pemangsaan terlalu tinggi atau kurang akan mempengaruhi keanekaragaman.

- 5) Kestabilan iklim, semakin stabil suhu, kelembapan, salinitas dan pH suatu lingkungan maka akan lebih memungkinkan keberlangsungan evolusi.
- 6) Produktifitas, dapat menjadi syarat mutlak untuk keanekaragaman yang tinggi.

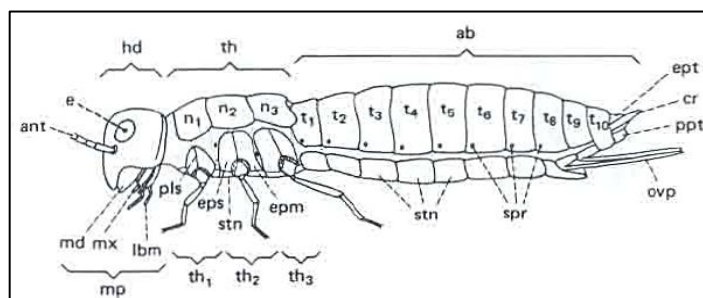
D. *Insecta*

Insecta berasal dari bahasa Yunani, yaitu *in* yang berarti ‘dalam’ dan *sect* yang berarti ‘potongan’, jadi *Insecta* dapat diartikan potongan tubuh atau segmentasi (Bland dan Jaquee, 1978 dalam Mahreni, 2017, hlm. 18). Menurut Rusyana (2014, hlm. 152) menjelaskan bahwa “kelas Insekta ini merupakan Arthropoda yang tubuhnya terbagi atas kepala, dada dan perut...”

Insecta merupakan salah satu kelas dari filum Arthropoda dengan jumlah spesies terbanyak dibandingkan dengan kelas lainnya. Menurut Campbell, dkk, (2010 hlm. 260-261) menjelaskan bahwa “Serangga dan kerabatnya (subfilum *Hexapoda*) memiliki lebih banyak spesies dari pada semua makhluk hidup lain apabila digabungkan.”

1. Morfologi *Insecta*

Secara umum tubuh *Insecta* berbentuk tabung dan simetri bilateral. Tubuh *Insecta* terbagi kedalam tiga bagian diantaranya ialah kepala (caput), dada (toraks) dan perut (abdomen). *Insecta* memiliki antena dibagian kepala yang berfungsi sebagai indera perasa, 3 pasang kaki dan sayap yang terletak pada bagian dada. Pada bagian Abdomen terdapat organ-organ tubuh bagian dalam seperti sistem pencernaan, ekskretoris, dan reproduksi. Tubuh bagian luar dari *Insecta* dilindungi oleh rangka luar yang disebut eksoskeleton mengandung zat kitin. (Borror, dkk, 1996, hlm.33). Adapun bentuk morfologi dari *Insecta* seperti pada Gambar 2.2



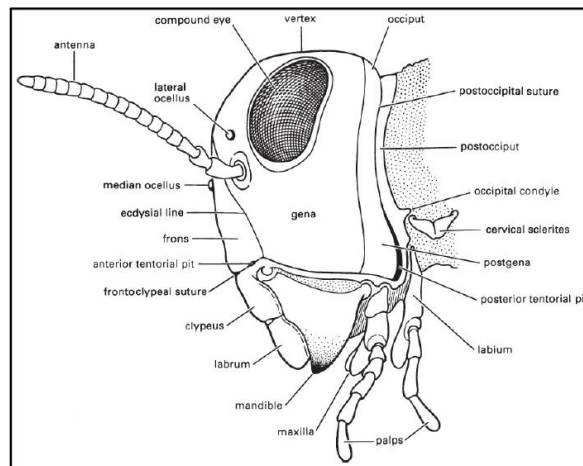
Gambar 2.2 Morfologi umum *Insecta*

struktur seekor serangga secara umum; ab. abdomen, ant. antena, cr. serkus, e. mata majemuk, epm. epimeron, eps. episternum, ept. epiprok, hd. kepala, lbm. labium; md. mandibel; mp. bagian-bagian mulut; mx. maksila; n. nota toraks ovp. ovipositor pls. lekuk pleura; ppt. paraprok; sp. lubang pernapasan; t1-10, terga; th. toraks; th1, mesotoraks; th2, metatoraks.

(Sumber: Borror, dkk, 1996)

a. Kepala

Kepala pada *Insecta* berfungsi sebagai penerimaan sensoris, pengumpulan makanan, dan perpaduan syaraf. Pada bagian kepala terdapat mata, antena, dan bagian-bagian mulut. Pada bagian mulut terdapat mandibula dan maksila, sedangkan pada bagian anterior kapsula kepala diantara mata-mata majemuk terdapat dahi (*frons*) dan dibagian atas kepala antara mata tunggal adalah vertex (Borror, dkk, 1996, hlm.45).



Gambar 2.3 Kepala *Insecta*

(Sumber: Gullans and Cranston, 2014)

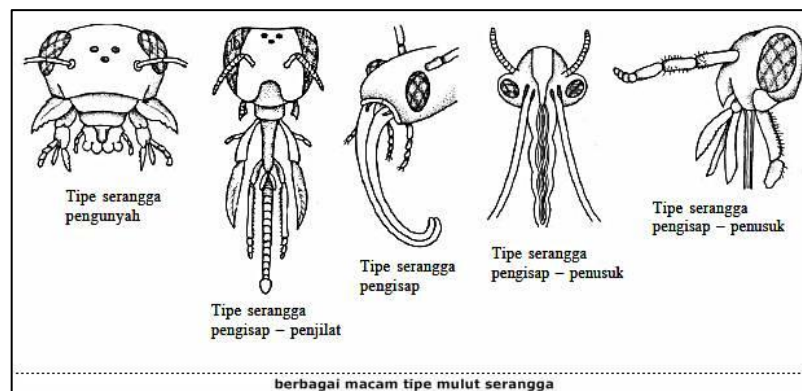
b. Mulut

Menurut Campbell, dkk, (2010, hlm. 261) menjelaskan bahwa “Bagian mulut serangga terbentuk dari beberapa pasang tonjolan termodifikasi. Bagian mulut mencakup mandibula, digunakan oleh belalang untuk mengunyah. Pada serangga lain, bagian mulut terspesialisasi untuk menjilat, menusuk, atau menghisap”. Bagian-bagian mulut *Insecta* secara khas terdiri atas mandibula, maksila, satu labium, dan hipofaring. Labrum atau bibir atas merupakan gelambir seperti sayap yang lebar yang terletak didepan bagian mulut lainnya. Mandibula

merupakan rahang yang berpasangan dan tidak beruas yang terletak dibelakang labrum, sedangkan maksila merupakan struktur beruas yang berpasangan terletak dibelakang mandibula mengandung organ seperti perasa yaitu palpus maksila (Borror, dkk, 1996, hlm.50-51).

Tipe mulut pada *Insecta* disesuaikan dengan jenis makanan yang mereka makan, adapun beberapa tipe mulut *Insecta* menurut Jumar (2000 dalam Rohman, 2015, hlm. 48) diantaranya ialah:

1. Menggigit-mengunyah seperti pada ordo Orthoptera, Coleoptera, Isoptera, dan larva *Insecta*
2. Menusuk-menghisap memiliki rahang yang panjang dan runcing seperti pada Ordo Homoptera dan Hemiptera
3. Menghisap memiliki bagian probosis yang memanjang seperti pada Ordo Lepidoptera
4. Menjilat-menghisap, tipe mulut penjilat memiliki alat mulut untuk menjilat seperti pada Ordo Diptera



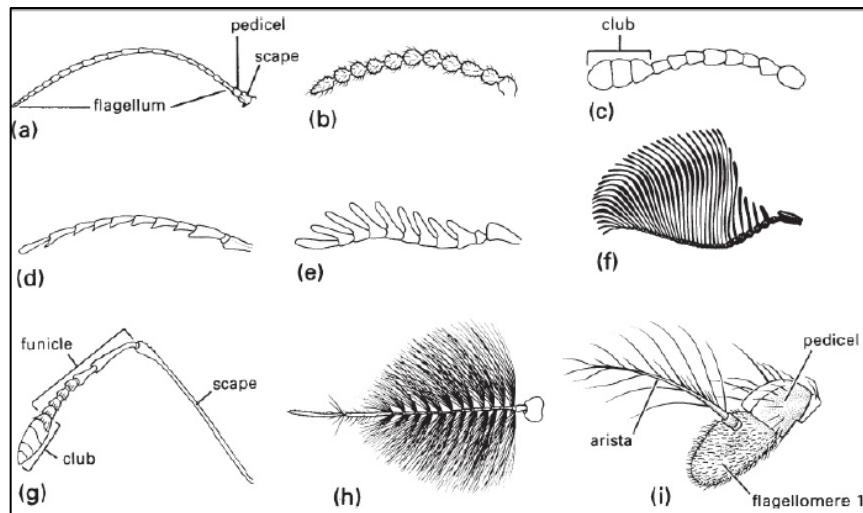
Gambar 2.4 Tipe mulut *Insecta*

(Sumber: Anonim, 2017)

c. Antena

Antena merupakan pasangan embelan yang beruas terletak pada bagian kepala, biasanya diantara atau di bawah mata-mata majemuk. Ruas dasar pada antena disebut dengan batang dasar (*skape*), ruas kedua adalah tangkai pedikel atau gantilan dan sisanya *flagelum*. Pada *Insecta* yang tidak bersayap bagian ruas *flagelum* tidak memiliki urat-urat daging intrinsik sehingga biasa disebut dengan *flagelomer*. Fungsi utama dari antena ialah perasa serta bertindak sebagai organ

pengecap, pembau dan pendengar. Antena pada *Insecta* bervariasi dari segi ukuran maupun bentuk (Borror, dkk, 1996, hlm.48).



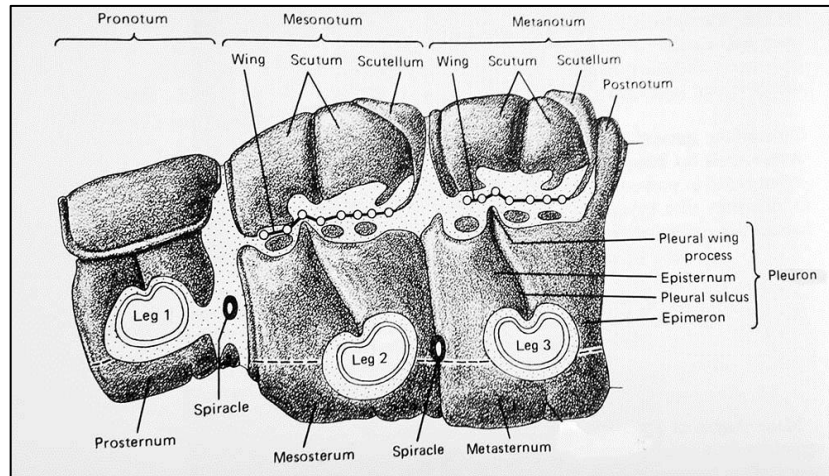
Gambar 2.5 Macam-macam antena *Insecta*

Beberapa jenis antena serangga: (a) filiform — linear dan ramping; (b) moniliform—seperti untaian manik-manik; (c) clavate atau capitata-club ; (d) serrate — seperti gergaji; (e) pektinat — seperti sisir; (f) flabellate — berbentuk kipas; (g) geniculate — siku; (h) plumose—bantalan dilingkari oleh seta; dan (i) aristate— dengan segmen ketiga diperbesar terdapat bulu.

(Sumber: Gullans and Cranston, 2014)

d. Toraks

Menurut Borror, dkk, (1996, hlm.37) menjelaskan bahwa “Toraks merupakan tagma lokomotor tubuh, dan toraks mengandung tungkai-tungkai dan sayap-sayap. Toraks terdiri dari tiga ruas, bagian anterior protoraks, mesotoraks, dan bagian posterior metatoraks.” Pada dasarnya setiap ruas toraks dibagi menjadi tiga bagian. Bagian dorsal disebut tergum, bagian ventral disebut sternum dan bagian lateral disebut pleuron. Sklerit yang terdapat pada sternum disebut dengan sternit, pada pleuron dinamakan plerit serta pada tergum dinamakan tergite (Jumar, 2000, dalam Fitriani, 2015 hlm.18). Pada bagian toraks ini terdapat sayap dan kaki. Setiap segmen toraks pada *Insecta* memuat sepasang kaki sehingga kaki pada *Insecta* berjumlah 6 (heksapoda).

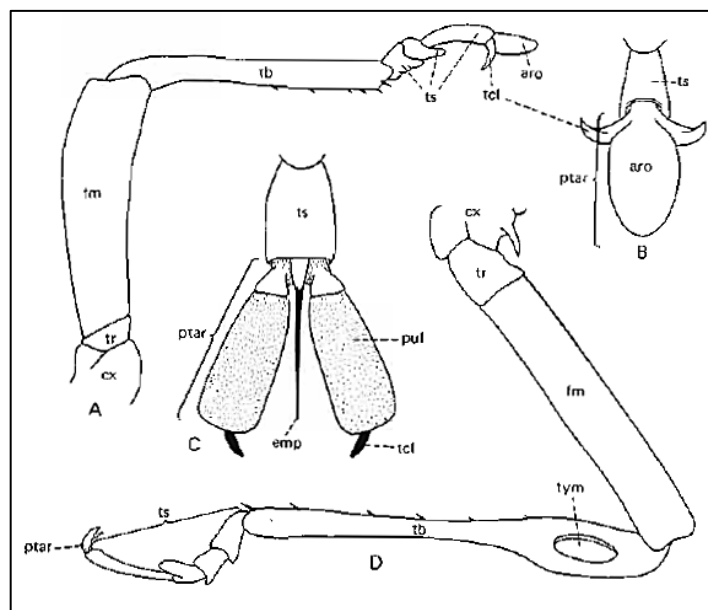


Gambar 2.6 Toraks pada *Insecta*

(Sumber: Suhara, 2008)

e. Kaki

Kaki-kaki pada *Insecta* berjumlah 3 pasang terletak pada bagian toraks bersklerotisasi dan selanjutnya terbagi menjadi beberapa ruas. Secara khas terdapat enam ruas (Gambar 2.7): *koxa* (*cx*) atau ruas dasar, *trokanter* (*tr*) satu ruas kecil sesudah *koxa*, *femur* (*fm*) biasanya ruas panjang pertama dari tungkai, *tibia* (*tb*) ruas kedua yang panjang, *tarsus* (*ts*) sederet ruas kecil di belakang *tibia*, *pretarsus* (*ptar*) terdiri dari kuku-kuku dan berbagai struktur serupa bantalan atau serupa seta pada ujung *tarsus* (Borror, dkk, 1996, hlm.39).

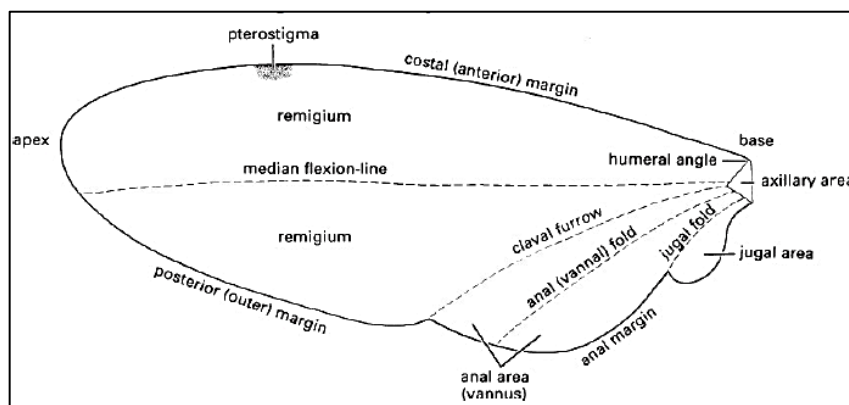


Gambar 2.7 Kaki pada *Insecta*

(Sumber: Borror, dkk, 1996)

f. Sayap

Campbell, dkk, (2010, hlm. 262) menjelaskan bahwa “Sayap serangga mungkin awalnya berevolusi sebagai perpanjangan kutikula yang membantu tubuh serangga menyerap panas, namun kemudian menjadi organ untuk terbang”. Sayap *Insecta* adalah pertumbuhan keluar dari dinding tubuh yang terletak pada dorso-lateral. Sayap muncul keluar berbentuk kantung, namun bila sudah berkembang sempurna berbentuk pipih dan seperti sayap yang diperkuat oleh rangka-rangka sayap yang bersklerotisasi. Sayap-sayap akan berkembang sempurna dan berfungsi dalam stadium dewasa. Pada umumnya sayap *Insecta* terletak pada ruas mesotoraks dan metatoraks. Kebanyakan urat-urat otot yang menggerakkan sayap menempel pada bagian sklerit-sklerit di dinding toraks dan gerakan-gerakan sayap dihasilkan secara tidak langsung oleh perubahan bentuk toraks (Borror, dkk, 1996, hlm. 41)



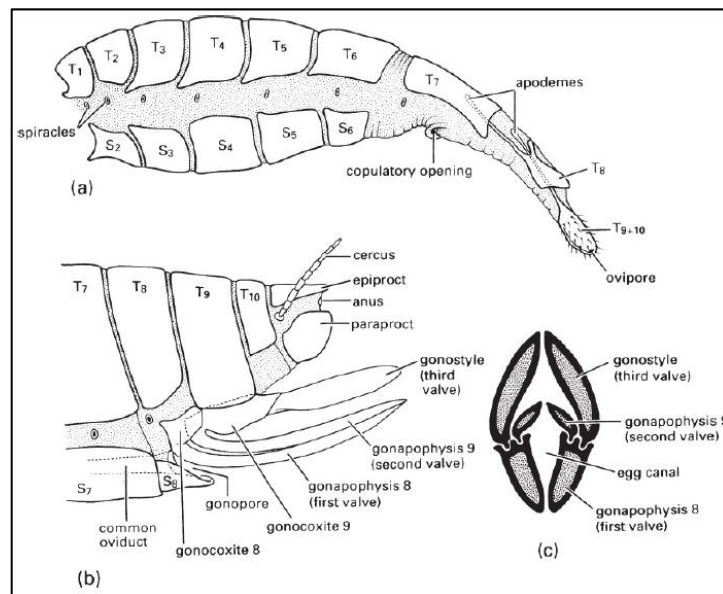
Gambar 2.8 Sayap pada *Insecta*

Nomenklatur untuk area utama, lipatan dan margin dari sayap serangga umum
(Sumber: Gullans and Cranston, 2014)

g. Abdomen

Abdomen pada *Insecta* terdiri atas 11 metamer atau segmen. Pada setiap segmen abdomen terdapat satu sklerit dorsal atau terga, satu sklerit ventral atau sterna dan satu selaput pada daerah lateral atau pleuron. Pada daerah pleuron ini terdapat lubang-lubang spirakel untuk sistem pernapasan. Alat kelamin *Insecta* biasanya terletak kira-kira pada ruas ke 8 dan 9. Ruas ini khusus untuk kopulasi dan peletakan telur (Borror, dkk, 1996, hlm.35). Meyer (2003, dalam Mahreni, 2017) menjelaskan bahwa pada ruas terakhir abdomen terdapat anus, yang merupakan saluran keluar dari sistem pencernaan. Pada *Insecta* betina abdomen

ke 8 atau 9 bersatu membentuk *ovipositor* sebagai organ yang membantu peletakan telur.



Gambar 2.9 Abdomen pada *Insekta*

abdomen betina dan ovipositor. (a) sisi lateral abdomen ngengat betina dewasa (Lepidoptera: Lymantriidae), menunjukkan ovipositor substitusi terbentuk dari segmen terminal yang diperluas. (b) tampilan lateral dari ovipositor orthopteroid pada segmen 8 dan 9. (c) Bagian melintang melalui ovipositor dari suatu katidid (Orthoptera: Tettigoniidae). T₁-T₁₀, terga dari segmen pertama hingga kesepuluh; S₁-S₁₀, sterna segmen kedua hingga kedelapan. ((a) Setelah Eidman 1929; (b) setelah Snodgrass 1935; (c) setelah Richards & Davies 1959.)

(Sumber: Gullans and Cranston, 2014)

2. Reproduksi

Reproduksi pada *Insecta* terjadi secara seksual. Sistem reproduksi pada individu betina dan jantan terpisah, terdiri dari organ reproduksi dalam dan luar. Borror, dkk, (1996, hlm.72) menjelaskan bahwa sistem reproduksi dalam pada *Insecta* betina terdiri dari sepasang ovarium, satu sistem saluran yang berfungsi untuk meletakkan telur serta beberapa kelenjar. Oosit pada *Insecta* betina akan matang sebelum diletakkan, hal ini ditandai dengan membesarnya bagian abdomen *Insecta* betina yang terisi sebagian besar oleh oosit yang matang. Pada sistem reproduksi dalam *Insecta* jantan terdiri sepasang kelenjar kelamin, testis saluran-saluran keluar, dan kelenjar-kelenjar tambahan.

Organ Reproduksi luar pada kebanyakan *Insecta* biasanya berasal dari embelan-embelan ruas abdomen ke 8 atau 9. Alat kelamin jantan merupakan

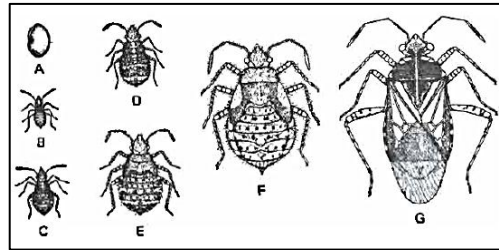
organ yang berfungsi dalam kopulasi dan pemindahan sperma ke betina, sedangkan organ reproduksi luar betina berperan dalam peletakan telur pada substrat yang cocok (Borror, dkk, 1996, hlm.75). Menurut Campbell, dkk, (2010, hlm.262) *Insecta* dewasa akan berkumpul dan mengenali satu sama lain melalui warna, bau dan suara. Reproduksi *Insecta* terjadi secara fertilisasi internal, pada kebanyakan spesies, sperma ditempatkan langsung ke dalam vagina betina saat kopulasi. Pada beberapa spesies, jantan akan menempatkan paket sperma di luar tubuh betina, kemudian betina mengambil paket sperma tersebut dan disimpan pada spermateka. Kebanyakan *Insecta* hanya kawin sekali seumur hidup, setelah kawin betina biasa meletakkan telurnya pada tempat yang sesuai.

3. Metamorfosis

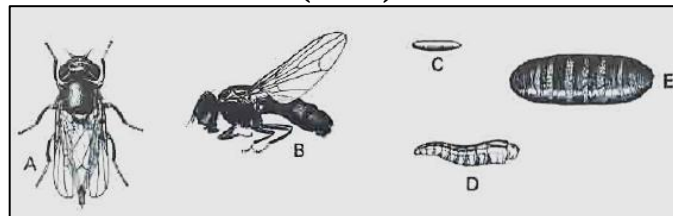
Pada umumnya *Insecta* mengalami metamorfosis selama perkembangan hidupnya. Menurut Alamendah (2009 dalam Atang, 2016, hlm.1) menjelaskan bahwa “Matamorfosis merupakan suatu proses biologi dimana seekor hewan secara fisik mengalami perkembangan biologis setelah dilahirkan atau menetas, yang melibatkan perubahan bentuk atau struktur melalui perubahan sel dan differensiasi sel”.

Metamorfosis pada *Insecta* terdapat dua macam ialah metamorfosis tidak sempurna (Gambar 2.10a) dan metamorfosis sempurna (Gambar 2.10b). Campbell, dkk, (2010, hlm.262) menjelaskan mengenai metamorfosis pada serangga sebagai berikut:

Dalam metamorphosis tidak sempurna belalang dan beberapa kelompok serangga lain, serangga muda (disebut nimfa) menyerupai serangga dewasa namun lebih kecil, memiliki proporsi tubuh yang berbeda, dan tidak memiliki sayap. Nimfa mengalami pergantian eksoskeleton, semakin lama semakin mirip serangga dewasa. Saat pergantian eksoskeleton terakhir serangga mencapai ukuran penuh, memperoleh sayap dan menjadi matang secara seksual. Serangga dengan metamorfosis sempurna memiliki tahap larva yang terspesialisasi untuk makan dan tumbuh yang dikenal dengan nama-nama seperti ulat, belatung dan tempayak. Tahap larva terlihat berbeda sekali dari tahap dewasa, yang terspesialisasi untuk penyebaran dan reproduksi. Matamorfosis tahap larva menjadi dewasa terjadi selama tahap pupa.



(2.10a)



(2.10b)

Gambar 2.10 (a) Matamorfosis tidak Sempurna

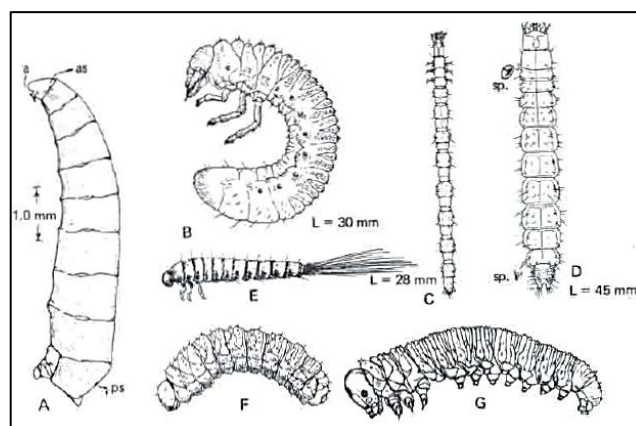
Tahapan dalam perkembangan bug rumput, *Arhyssus sidae* (Fabricius). A, telur; B, instar pertama; C, Instar kedua; D, Instar ketiga; E, instar Keempat; F, instar Kelima; G, Benita dewasa. (Courtesy of Readio 1928 dan Entomological Society of America.)

(b) Matamorfosis Sempurna

Tahapan dalam perkembangan belatung sugarbeet, *Tetanopsmyopaefonnis* (Roder). A, Benita dewasa; B, Jantan dewasa; C, Telur; D, Larva; E, Puparium (pupa di dalam). (Dari Knowlton 1937, digunakan milik Stasiun Percobaan Pertanian Utah.)

(Sumber: Borror, dkk, 1996)

Larva pada metamorfosis sempurna biasanya mempunyai bagian-bagian mulut pengunyah bahkan pada beberapa ordo memiliki mulut menghisap. (Borror, dkk, 1996, hlm.88). Adapun beberapa jenis larva dari *Insecta* pada Gambar 2.11



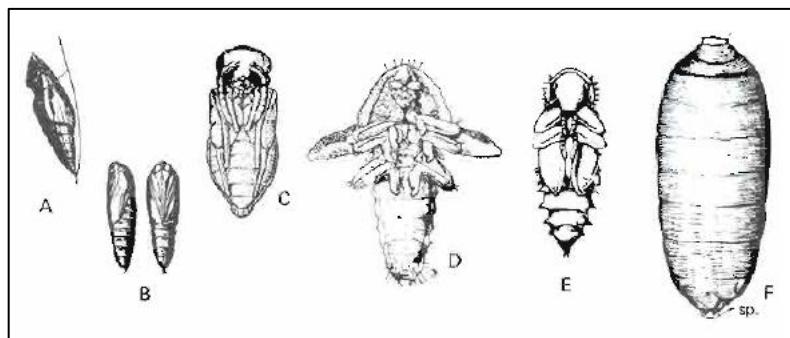
Gambar 2.11 Larva *Insecta*

A, larva Maggot atau vermiform dari *Hylemya platura*, B, Grub atau larva scarabaeiform dari *Phyllophaga rugosa*, C, Elateriform larva *Cardiophorus sp.*, D,

Elateriform larva *Alaus oculatus* (L.), E, larva Campodeiform dari *Attagenus megatoma*, F, larva Vermiform dari *Cylasfonnicarius elegantulus*, G, larva Erakiform dari *Calima aethiops*, a, antena; sebagai, anterior spiracle; L, panjang; ps, posterior spiracle; sp, spiracle.

(Sumber: Borror, dkk, 1996)

Instar larva terakhir akan mengalami perubahan bentuk yang disebut dengan pupa. Pupa seringkali ditutupi oleh sebuah kokon atau bahan pelindung lainnya. Selama masa pupa *Insecta* tidak akan makan dan tidak aktif. Tahapan terakhir dari metamorfosis sempurna ialah dewasa, *Insecta* akan mentas dari pupa pertama kali dengan warna pucat serta sayap pendek yang lunak. Kemudian selang beberapa menit atau jam sayap akan mengeras dan mulai terjadi pigmentasi (Borror, dkk, 1996, hlm.88).



Gambar 2.12 Pupa *Insecta*

A, Chrysalis dari kupu-kupu belerang, (Lepidoptera, Pieridae); B, Fall armyworm, *Spodopterafrugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae); C, Clover seed chalcid, *Bruchophagusplatyptera* (Hymenoptera, Eurytomidae); D, Ubi jalar ubi jalar, *Cylas fonnicarius degantulus* (Coleoptera, Brentidae); E, Kumbang biji bergerigi, *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera, Silvanidae); F, belatung Biji, *Hylemya platura* (Diptera, Anthomyiidae). A dan B adalah pupa, C-E adalah pupa exarate, dan F adalah coarctate kepompong.

(Sumber: Borror, dkk, 1996)

4. Habitat

Insecta merupakan hewan yang hidup pada hampir semua habitat baik di darat, air maupun udara. Campbell, dkk, (2010, hlm. 261) mengatakan “Mereka serangga hidup di hampir semua habitat darat dan perairan tawar, dan serangga yang terbang memenuhi udara”. *Insecta* telah hidup di bumi kira-kira 350 juta tahun lalu, selama kurun waktu yang lama hewan ini telah mengalami perubahan

evolusi dalam beberapa hal dan menyesuaikan kehidupan pada hampir semua tipe habitat (kecuali lautan) (Borror, dkk, 1989, hlm.1).

5. Perilaku dan Ekologi *Insecta*

Ekologi *Insecta* merupakan ilmu yang membahas mengenai kehidupan *Insecta* dengan lingkungannya mencakup *Insecta* dengan makanannya, perilaku mempertahankan diri, dan cara *Insecta* hidup dalam komunitas nya secara berkelompok.

a. Makanan *Insecta*

Borror, dkk, (1996, hlm. 94) menjelaskan bahwa makanan merupakan salah satu faktor yang menentukan habitat serta banyaknya hewan disuatu tempat. Tipe dan jumlah makanan yang di makan oleh *Insecta* mempengaruhi beberapa hal seperti pertumbuhan, perkembangan, reproduksi, perilaku serta morfologi. Berdasarkan jenis makanannya *Insecta* terbagi kedalam tiga jenis diantaranya ialah:

- 1) *Insecta* fotofagus (herbivora) merupakan *Insecta* yang memakan tumbuh-tumbuhan. *Insecta* penguyah tumbuhan biasanya membuat daun-daun menjadi berlubang atau bahkan hanya meninggalkan tulang daunnya saja. Contoh dari *Insecta* ini ialah belalang, larva kupu-kupu, ngengat, lalat gergaji dan kumbang. Cara lain dari *Insecta* dalam memakan tumbuhan ialah dengan menghisap cairan bagian dedaunan yang mengakibatkan daun bercorak totol atau menjadi cokelat, hingga daun menjadi menggulung. Contoh dari *Insecta* penghisap tumbuhan ialah *Insecta* sisik, peloncat daun, dan Hemiptera. Beberapa *Insecta* lain seperti ngengat, lalat, semut serta kumbang mengebor masuk ke dalam kayu atau kambium pohon yang hidup (Borror, dkk, 1989, hlm.95).
- 2) *Insecta* entomofagus merupakan *Insecta* pemakan *Insecta-Insecta* lain. *Insecta* jenis ini memegang peran penting dalam menekan populasi hama. *Insecta* entomofagus terdapat dua macam ialah pemangsa dan parasit. Pemangsa merupakan *Insecta* yang kuat memakan *Insecta* yang lemah, contohnya belalang sembah, laba-laba dan tawon. *Insecta* parasit hidup di dalam atau pada tubuh induk semang kemudian mengambil nutrisi dari induk

semang tersebut, contoh *Insecta* parasit adalah Pompilidae (Borror, dkk, 1989, hlm.96).

- 3) *Insecta* Safrofagus merupakan *Insecta* yang memakan tumbuhan yang mati atau membusuk, bangkai hewan, atau batang kayu yang mati. *Insecta* ini terdapat pada banyak ordo, yang paling dominan ialah Blattodea, Isoptera, Coleoptera dan Diptera (Borror, dkk, 1989, hlm.99).

b. Pertahanan *Insecta*

Borror, dkk, (1996, hlm.100-104) menjelaskan bahwa berbagai jenis hewan dapat diserang oleh musuh. *Insecta* memiliki beberapa cara untuk mempertahankan dirinya dari serangan musuh. Melalui pertahanan yang pasif *Insecta* mempertahankan dirinya dengan cara “pura-pura mati” seperti yang dilakukan oleh beberapa kumbang yang melipatkan kakinya, menjatuhkan diri ke tanah dan tidak bergerak. Beberapa *Insecta* dapat melakukan penyamaran untuk mempertahankan dirinya dari serangan musuh, dengan warna serta bentuk tubuh yang menyerupai beberapa objek atau benda *Insecta* dapat melakukan penyamaran. Contoh dari penyamaran untuk mempertahankan dirinya seperti yang dilakukan oleh belelang ranting dan ulat jingkat. Beberapa kumbang dan kupu-kupu mengeluarkan bau tidak sedap dari tubuhnya sebagai upaya mempertahankan diri. Tawon merupakan salah satu *Insecta* penyengat yang dapat melakukan sengatan saat dirinya terancam oleh musuh.

c. Perilaku mengelompok dan sosial

Pengelompokkan pada *Insecta* dipengaruhi oleh faktor yang berperan dalam berkelompoknya *Insecta* serta interaksi antar *Insecta* tersebut. Persediaan makanan, adanya stimulus yang sama seperti tertariknya beberapa *Insecta* pada cahaya yang sama, serta adanya daya tarik yang menguntungkan antar individu merupakan beberapa penyebab terbentuknya suatu kelompok pada *Insecta* (Borror, dkk, 1989, hlm.113-114).

Menurut Borror, dkk, (1996, hlm.114) menjelaskan bahwa semut, rayap dan tawon hidup dalam kelompok-kelompok yang disebut dengan masyarakat. Semua semut dan rayap merupakan *Insecta* eusosial, ditandai dengan adanya

kerjasama antar anggota mereka dalam memelihara yang muda, adanya kasta-kasta mandul dan adanya generasi tumpang tindih. Dalam kasta Hymenoptera terdapat bagian reproduksi yaitu raja, ratu dan jantan (*drones*). Individu dalam nonreproduksi merupakan pekerja yang berfungsi membuat sarang, mencari makan, dan pertahanan.

6. Peran *Insecta*

Insecta merupakan salah satu kelas yang memiliki jumlah spesies terbesar di muka bumi. Dengan jumlah spesies yang besar, maka *Insecta* memiliki peranan penting dalam ekosistem. Adapun beberapa peran *Insecta* dalam ekosistem menurut Borror, dkk, (1996, hlm.7) menjelaskan *Insecta* membantu dalam proses penyerbukan tumbuhan. Ketika *Insecta* mengunjungi bunga maka serbuk sari akan menempel pada tubuh *Insecta* tersebut, kemudian serbuk sari akan digosokkan dan dilepaskan saat *Insecta* mengunjungi bunga lain. *Insecta* yang berperan dalam penyerbukan diantaranya lalat, lebah, dan kumbang.

Kebanyakan *Insecta* tanah merupakan pemakan bahan organik yang membusuk. *Insecta* safrofagus dapat membantu mengubah zat-zat organik menjadi lebih sederhana sehingga dapat dikembalikan ke tanah. *Insecta* seperti kumbang penggerek kayu, rayap dan semut merupakan *Insecta* yang berperan penting dalam dekomposisi tanah, merubah pohon yang lapuk menjadi tanah (Borror, dkk, 1989, hlm.12). Menurut Ruslan (2009 dalam Fatmala, 2017, hlm.20) mengatakan “Rayap dapat membentuk suatu koloni besar di tanah, daya lapuk rayap sangat besar”.

Peran lain dari *Insecta* dari ordo Lepidoptera ialah sebagai bioindikator perubahan habitat, dan spesies semut sebagai indikator kondisi argoekosistem pada suatu daerah (Ruslan dalam Fatmala, 2017, hlm. 30). “Secara tidak langsung *Insecta* berperan menjaga keseimbangan ekologi alam melalui rantai makanan, beberapa jenis burung menjadikan *Insecta* sebagai makanan utamanya. *Insecta* juga berperan dalam bidang kedokteran dan penelitian ilmu pengetahuan” (Borror, dkk, 1996, hlm.1).

7. Faktor yang Mempengaruhi Kekaragaman *Insecta*

Kekaragaman *Insecta* akan berbeda pada setiap ekosistem, hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor biotik maupun abiotik. Menurut Sarjan (2008 dalam Marheni, 2017, hlm.31) menjelaskan bahwa *Insecta* merupakan hewan berdarah dingin, sehingga lingkungan mempengaruhi pertumbuhannya. *Insecta* yang hidup pada iklim dingin pertumbuhannya lambat sedangkan pada daerah tropik pertumbuhannya relatif cepat. Dengan sifat ini membuat *Insecta* dapat mempertahankan diri pada habitat yang bervariasi, kemampuan reproduksi yang tinggi, serta memakan jenis makanan yang berbeda.

Suhu merupakan salah satu faktor yang berpengaruh dalam kekaragaman *Insecta*. Pada umumnya suhu efektif untuk *Insecta* berkisar pada suhu 27-15 °C dan suhu optimum berkisar 28°C aktivitas *Insecta* adalah tinggi. Sama halnya dengan hewan lain, persebaran dan perkembangan hidup *Insecta* sangat bergantung pada ketersediaan air. Tubuh *Insecta* mengandung 80-90% air yang harus dijaga agar tidak mengganggu pada proses fisiologisnya (Luthfi, dkk, 2015, hlm.17-18)

Salah satu faktor klimatik lainnya yang mempengaruhi kehidupan *Insecta* ialah cahaya. Menurut Luthfi, dkk (2015, hlm. 20) mengatakan bahwa “Respon serangga terhadap cahaya dapat bersifat positif atau negatif yang ditunjukkan oleh spesies-spesies serangga nocturnal. Serangga merespon positif apabila mendatangi cahaya, sedangkan serangga merespon negatif bila menjauhi cahaya”. Natawigena (1990, hlm. 69-70) menjelaskan bahwa terdapat faktor luar yang mempengaruhi *Insecta* ialah makan serta faktor hayati atau faktor biologi berupa predator patogen atau musuh-musuh alami *Insecta* tersebut.

8. Klasifikasi *Insecta*

Insecta merupakan kelas dengan jumlah spesies terbanyak. *Insecta* dikelompokkan menjadi dua subkelas yang terdiri dari Apterygota dan Pterygota yang masing-masing subkelas tersebut mencakup beberapa ordo. Menurut Fahmi (2014, hlm.15) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa:

Kelas hexapoda atau *Insecta* terbagi menjadi subkelas Apterygota dan Pterygota. Sub kelas Apterygota terbagi menjadi 4 ordo, dan sub kelas Pterygota terbagi menjadi 2 golongan yaitu golongan Exopterygota

(golongan Pteryota yang metamorfosisnya sederhana) yang terdiri dari 15 ordo dan golongan Endopterygota (golongan Pterygota yang metamorfosisnya sempurna) terdiri dari 3 ordo.

a. Subkelas Apterygota

Menurut Rusyana (2014, hlm.153) Apterygota merupakan *Insecta* yang tidak memiliki sayap, primitif, tidak bermetafosa, dan pada abdomen terdapat *appendage* pada sebelah ventral. Apterygota terdiri dari 4 ordo diantaranya ialah Protura, Dipleura, Thysanura, dan Myrocooryphia.

1) Ordo Protura

Protura merupakan hewan kecil berwarna putih, panjang tubuhnya sekitar 0,6-1,5 mm. Kepala berbentuk konis, tidak memiliki mata dan antena. Abdomen protura terdiri dari 9 segmen. Hidup pada tanah yang lembab, bunga, atau kayu yang membusuk, memakan bahan organik yang membusuk (Borror, dkk, 1996, hlm.213). Menurut Hadi (2009, hlm. 129) ordo ini terdiri dari 3 famili yaitu Eosentimidae, Protentomidae, dan Acerentomidae. Perbedaan dari ketiga famili tersebut dilihat dari trakea dan spirakulumnya serta terminal *visicle* (gelembung) dari alat tambahan pada abdomen.



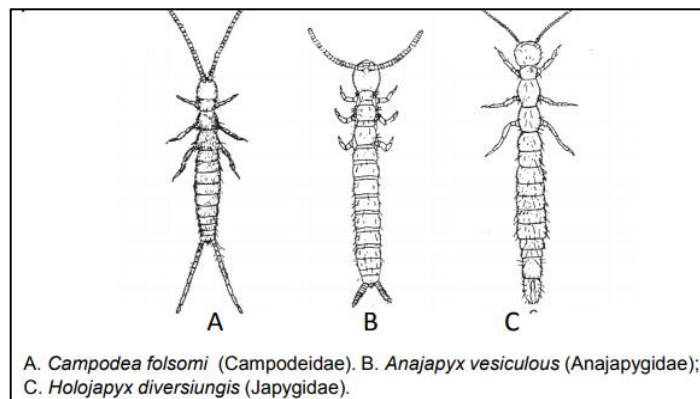
Gambar 2.13 *Acerentulus barberi*

(Sumber: Tipping, 2016)

2) Ordo Dipleura

Menurut Borror, dkk, (1996, hlm.218) ordo Dipleura merupakan kelompok hewan yang mirip dengan *Insecta* perak dan ekor rapuh, dan hanya memiliki dua filamen ekor. Tubuhnya tidak ditutupi oleh sisik dan berwarna pucat. Habitatnya di tempat lembab seperti di dalam tanah, di bawah bebatuan dan kulit kayu,

bahkan di gua-gua. Ordo ini terdiri dari famili Japygidae, Campodeidae, Procampodeidae, dan Anajapygidae.

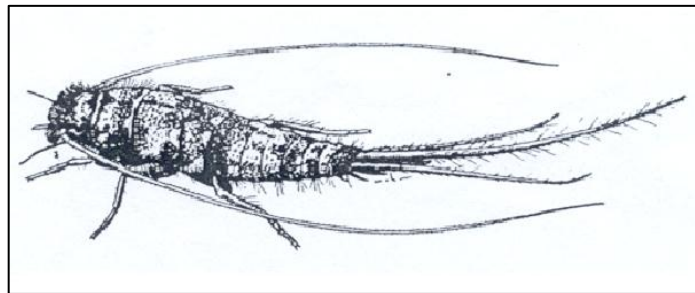


Gambar 2.14 Ordo Dipleura

(Sumber: Suhara, 2008)

3) Ordo Thysanura

Thysanura merupakan *Insecta* kecil tak bersayap dengan tubuh yang pipih dan mata yang tereduksi, memiliki tiga embelan pada bagian ujung abdomennya. Habitatnya pada sampah dedaunan atau di bawah pepagan. Hewan ini merupakan hama dalam bangunan (Campbell, dkk, 2010, hlm.264). Menurut Hadi, dkk (2009, hlm. 130) mengatakan ordo Thysanura mencakup famili Lepidotrichidae, Lepismatidae, Nicoletidae, dan Machilidae.



Gambar 2.15 *Lepisma saccharina* (Kutu buku)

(Sumber: Suhara, 2008)

4) Ordo Myrocooryphia

Hewan ini serupa dengan *Insecta* ekor-raph pada Thysanura, namun berbentuk lebih silindris dengan toraks agak melengkung. Memiliki mata majemuk yang besar dan biasanya ditemukan pada daerah rumput atau dedaunan di hutan, dibawah kayu yang mati, serta bebatuan. Ordo ini terbagi kedalam dua famili yaitu Machilidae dan Meinertiliidae . (Borror, dkk, 1996, hlm.221).



Gambar 2.16 *Petrobius brevistylus*

(Sumber: Bergesen, et al., 2014)

b. Subkelas Pterygota

Pterygota merupakan subkelas dari *Insecta* yang memiliki sayap. Pterygota terdiri dari kelompok *Insecta* yang bermetamorfosis sederhana dan sempurna. Adapun beberapa ordo dari Pterygota yang biasa ditemukan di hutan:

1) Ordo Odonata

Insecta yang memiliki tipe mulut pengunyah, dua pasang sayap seperti membran. Sayap belakang sama besar atau lebih besar dari sayap depan. Mata majemuk berukuran besar serta memiliki antenna yang pendek (Rusyana, 2011, hlm. 153). Contoh hewan dari Odonata yaitu capung dan sibar-sibar. Campbell, dkk, (2010, hlm.264) menjelaskan “Capung dan sibar-sibar memiliki dua pasang sayap yang besar bermembran. Mereka memiliki abdomen memanjang, mata anjemuk ang besar, dan mulut pengunyah. Odonata menalami metamorfosis tidak sempurna dan merupakan predator yang aktif”.

Ordo Odonata terdiri dari beberapa famili, adapun famili pada ordo Odonata menurut Borror, dkk, (1996, hlm. 245) diantaranya adalah:

- 1.) Macromiidae
- 2.) Corduliidae
- 3.) Libellulidae
- 4.) Calopterygidae
- 5.) Lestidae
- 6.) Protoneuridae
- 7.) Coenagrionidae



Gambar 2.17 *Coeliccia membranipes*

(Sumber: Pamungkas, D.W, 2015)

2) Ordo Orthoptera

Campbell, dkk, (2010 hlm.264) menjelaskan mengenai ordo Orthoptera sebagai berikut:

“Sebagian besar belalang, jangkrik dan kerabatnya merupakan herbivor. Mereka memiliki kaki belakang yang besar dan teradaptasi untuk meloncat, dua pasang sayap (satukasap, satu bermembran) dan mulut penggigit atau pengunyah. Jantan biasanya menghasilkan bunyi-bunyi percumbuaan dengan mneggesek-gesekkan bagian tubuhnya, misalnya bumbungan pada kaki belakang. Orthoptera mengalami metamorfosis tak sempurna.”

Orthoptera berasal dari kata *Orthox*= lurus dan *pteron*= sayap. *Insecta* ini memeiliki sayap depan yang panajng sedangkan saya belakang lebar dan bermembran. *Insecta* betina biasanya memiliki *ovipositor* atau alat perteluran (Jumar, 2000 dalam Indriani, 2017, hlm.31). Adapun beberapa famili yang umum dari ordo Orthoptera menurut Hadi (2000, hlm.133) diantaranya:

- | | |
|-----------------|--------------------|
| 1) Acrididae | 5) Mantidae |
| 2) Tetrigidae | 6) Phasmatidae |
| 3) Tettigonidae | 7) Blattidae |
| 4) Gryllidae | 8) Grylloblattidae |



Gambar 2.18 *Melanoplus bivittatus*

(Sumber: Da Lopes, 2017)

3) Ordo Isoptera

Isoptera merupakan kelompok *Insecta* sosial pemakan selulosa yang berukuran sedang. Isoptera hidup secara koloni-koloni dengan adanya kasta-kasta. Sayap berjumlah empat dan berselaput tipis hanya dimiliki oleh kasta reproduktif. Sayap depan dan belakang memiliki ukuran yang hampir sama. Antena berbentuk seperti serabut dengan mulut tipe pengunyah. Rayap dapat mencerna selulosa karena adanya protista *flagellata* yang berada pada saluran pencernaannya dalam jumlah yang banyak. Isoptera dikelompokkan menjadi 4 famili, diantaranya ialah Rhinotermitidae, Termitidae, Kalotermitidae, dan Hodotermitidae. (Borror, dkk, 1996, hlm. 296-299).



Gambar 2.19 Zootermopsis

(Sumber: Hall, 2008)

4) Ordo Dermaptera

Dermaptera adalah sekelompok *Insecta* dengan tubuh memanjang, ramping dan agak gepeng yang mirip dengan kumbang pengembara, tetapi memiliki sersi seperti capit. Beberapa Dermaptera tidak memiliki sayap. Jika bersayap, sayap-sayap depan pendek dan tidak bermembran sedangkan sayap belakang terlipat dibawah sayap-sayap depan (Borror, dkk, 1996, hlm.304). Cocopet merupakan salah satu contoh hewan dari Dermaptera yang merupakan pemakan bangkai nokturnal. Memiliki mulut penggigit dan capit posterior yang besar. *Insecta* ini mengalami metamorfosis tidak sempurna (Campbell, dkk, 2010, hlm.263). Menurut Borror, dkk, (1996, hlm. 307) menjelaskan klasifikasi pada ordo Dermaptera terdiri dari lima famili diantaranya ialah:

- 1.) Pygidicranidae
- 2.) Carcinophoridae
- 3.) Labiidae

- 4.) Labiduridae
- 5.) Chelisochidae



Gambar 2.20 *Guanchia sokotrana*

(Sumber: Kočárek, Pert, 2014)

5) Ordo Hemiptera

Hemiptera biasa disebut dengan “kepik” sejati. Pada kebanyakan Hemiptera pada bagian sayap depan menebal seperti kulit dan bagian ujungnya berselaput tipis atau biasa disebut dengan sayap *hemelytron*. Sayap bagian belakang berselaput tipis dan agak lebih pendek dari pada sayap depan (Borror, dkk, 1996, hlm.352). Menurut Rusyana (2010, hlm.154) mengatakan bahwa ordo Hemiptera:

“Alat mulutnya bertipe menusuk dan menghisap, ada yang hidup di darat dan ada yang hidup di air. Di dalam ordo ini ada yang tergolong jenis-jenis pemakan tumbuhan/ penghisap cairan tumbuhan, sebagai hama misalnya walang sangit dan ada yang memangsa hewan lain (predator) misalnya sejenis kepik buas (*Antolichus discier*). Metamorfosa betingkat”

Ordo Hemiptera dikelompokkan ke dalam beberapa famili menurut Hadi (2009, hlm. 136-137), diantaranya:

- | | |
|-------------------|------------------|
| 1) Belastomitidae | 5) Lygaeidae |
| 2) Gerridae | 6) Phyrrocoridae |
| 3) Vellidae | 7) Cereidae |
| 4) Cemicidae | 8) Reduvidae |



Gambar 2.21 *Achantocephala terminalis*

(Sumber: Da Lopes, 2017)

6) Ordo Homoptera

Homoptera merupakan ordo yang berkaitan dengan Hemiptera. Semua Homoptera merupakan *Insecta* pemakan tumbuhan dan berperan banyak sebagai hama tanaman budidaya. Bagian mulut serupa dengan Hemiptera berupa mulut penghisap dan penusuk. Memiliki empat sayap, sayap bagian depan seragam berselaput menebal ataupun tipis dan sayap belakang berselaput tipis. Homoptera mengalami metamorfosis sederhana dan memiliki antena pendek seperti rambut duri (Borror, dkk, 1996, hlm. 387). Hadi (2009, hlm. 137) mengatakan “Ordo ini memiliki Sembilan famili yang umum yaitu:

- | | |
|-----------------|----------------|
| 1) Cicadidae | 6) Psyllidae |
| 2) Membracidae | 7) Aphididae |
| 3) Cercopidae | 8) Aleyrodidae |
| 4) Cicadellidae | 9) Coccidae” |
| 5) Delphacidae | |



Gambar 2.22 Nilaparvta lugens

(Sumber: Da Lopes, 2017)

7) Ordo Coleoptera

Coleoptera berasal dari kata “*coleos*” yang berarti seludang dan “*pteron*” yang berarti sayap, maka dapat disimpulkan coleoptera adalah *Insecta* yang memiliki seludang pada sayapnya (Suhara, 2009, hlm.1). Menurut Rusyana (2014, hlm.154) menjelaskan bahwa ordo Coleoptera merupakan ordo yang meliputi kumbang dan kepik. Coleoptera memiliki mulut dengan tipe pengunyah dan 2 pasang sayap. Sayap bagian depan biasanya terletak di bagian luar, keras mengandung zat tanduk disebut dengan elitra sedangkan sayap belakang seperti membran yang dilipatkan di bawah elitra. Ordo Coleoptera diklasifikasikan

menjadi beberapa famili yang umum menurut Hadi (2009, hlm. 139) diantaranya ialah:

- | | |
|------------------|-------------------|
| 1) Cicindelidae | 7) Coccinellidae |
| 2) Dytiscidae | 8) Lathrididae |
| 3) Hydrophilidae | 9) Cerambycidae |
| 4) Tenebrionidae | 10) Curculionidae |
| 5) Bostrichidae | 11) Staphylinidae |
| 6) Bruchidae | |



Gambar 2.23 *Coelophora inaequalis*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

8) Lepidoptera

Kupu-kupu merupakan salah satu *Insecta* dari kelompok Lepidoptera, yang mempunyai sayap bersisik. Sisik pada sayap ini memberikan corak dan warna pada sayap. Bagian terbesar dari Lepidoptera adalah ngengat atau biasa dikenal dengan kupu-kupu malam (Henk, V.M 2005, dalam Mintarsih, 2017, hlm. 10). Lepidoptera merupakan *Insecta* yang membantu proses penyebaran, karena Lepidoptera memakan nektar pada bunga sehingga membantu proses penyerbukan pada bunga. Menurut Campbell, dkk, (2010, hlm. 264) mengatakan bahwa “untuk makan, Lepidoptera menjulurkan probosisnya yang panjang. Sebagian besar memakan nektar, namun beberapa spesies memakan zat lain termasuk darah atau air mata hewan”

Adapun 10 famili yang umum dari ordo Lepidoptera menurut Hadi (2009, hlm. 141) diantaranya ialah:

- | | |
|--------------------|----------------|
| 1) Eriocranidae | 5) Pieridae |
| 2) Mycropterygidae | 6) Pernasidae |
| 3) Hepialidae | 7) Nymphalidae |
| 4) Papilionidae | 8) Gelechiidae |

9) Cossidae

10) Hesperidae



Gambar 2.24 *Danaus plexippus*

(Sumber: Mintarsih, 2017)

9) Ordo Diptera

Diptera merupakan salah satu ordo *Insecta* dengan jumlah dan spesies yang banyak dan dapat ditemui hampir dimana-mana. Ordo ini berbeda dengan yang lainnya karena memiliki sepasang sayap. Sayap belakang pada Diptera berubah struktur menjadi seperti kenop. Pada umumnya tubuh diptera berukuran kecil dan lunak. Diptera berguna sebagai pemakan zat organik yang membusuk atau pemangsa serangga hama serta membantu proses penyerbukan (Borror, dkk, 1996, hlm.619). Menurut Campbell, dkk, (2010, hlm.263) mengatakan “Diptera memiliki sepasang sayap; sayap kedua telah termodifikasi menjadi organ penyeimbang yang disebut halter. Bagian mulutnya teradaptasi untuk menghisap, menusuk, atau menjilat”.

Adapun beberapa family yang umum dari ordo Diptera menurut Hadi (2009, hlm. 142) :

- 1.) Tipulidae
- 2.) Culicidae
- 3.) Cecidomyiidae
- 4.) Rhagionidae
- 5.) Ceratopogonidae
- 6.) Sciaridae
- 7.) Tephritidae
- 8.) Drosophilidae



Gambar 2.25 *Hydrellia phillippina*

(Sumber: Da Lopes, 2017)

10) Ordo Blattodea

Salah satu hewan yang berasal dari kelompok Blattodea adalah kecoak. Menurut Campbell, dkk, (2010, hlm. 263) menjelaskan bahwa:

“kecoak memiliki tubuh yang pipih dorsoventral, dengan kakai yang termodifikasi untuk berlari cepat. Sayap depan, jika ada, kasap sementara sayap belakang mirip kipas. Kurang dari 40 spesies menghuni rumah; sisanya menjelajahi habitat yang berkisar dari lantai hutan tropis hingga gua adan gurun”

Blattodea diklasifikasikan menjadi beberapa famili menurut Borror, dkk, (1996, hlm. 290) diantaranya ialah:

- | | |
|------------------|--------------------|
| 1.) Polyphagidae | 4.) Blaberidae |
| 2.) Blattellidae | 5.) Cryptocerridae |
| 3.) Blattidae | |



Gambar 2.26 *Periplaneta americana*

(Sumber: Dankowicz, 2015)

11) Ordo Phasmatodea

Insecta pada ordo Phasmatodea tidak memiliki femur belakang yang membesar. Tubuhnya memanjang seperti tongkat dan sayap menyusut atau hampir tidak ada. *Insecta* ranting atau tongkat merupakan pemakan tumbuhan

yang bergerak dengan lambat. *Insecta* ini dapat mengeluarkan bau busuk dari kelanjar di dalam toraks (Borror, dkk, 1996, hlm.261).

Ordo ini dikelomppokkan menjadi 4 famili menurut Borror, dkk, (1996, hlm. 262) diantaranya:

- 1.) Timemidae
- 2.) Pseudophasmatidae
- 3.) Phasmatidae
- 4.) Heteronemiidae



Gambar 2.27 *Diapheromera femorata*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

E. Hasil Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1
Hasil Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti/ Tahun	Judul	Tempat Penelitian	Metode	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	Cahyo Wibowo dan Sylvia Dewi Wulandari/ 2014	Keanekaragaman Insekta Tanah Pada Berbagai Tipe Tegakan Hutan Pendidikan Gunung Walat dan Hubungannya dengan Peubah Lingkungan.	Areal Hutan Pendidikan Gunung Walat pada delapan tipe tegakan salah satunya tegakan Pinus.	<i>Hand sorting method</i>	<i>Insecta</i> tanah yang ditemukan pada seluruh tegakan mencakup 11 ordo, 37 famili, 510 individu. Pada tegakan Hutan Pinus nilai keanekaraga man sedang dengan $H1=$ 2.50	Daerah penelitian mencakup tegakan pinus, penggunaan metode <i>hand sorting</i> serta objek penelitian mengenai keanekaragaman	Subjek yang di teliti hanya mencakup insekta tanah sedangkan dalam penelitian ini subjek yang diteliti seluruh hewan pada kelas insekta
2.	Lisa Fatmala/ 2017	Kenekaragaman Arthropoda Permukaan Tanah di Bawah	Di bawah tegakan vegetasi pinus (<i>Pinus</i>	<i>Pitfall trap</i>	Arthropoda yang ditemukan 22 spesies, yang	Daerah penelitian pada vegetasi <i>Pinus merkusii</i> , penggunaan	Subjek penelitian berupa Arthropoda

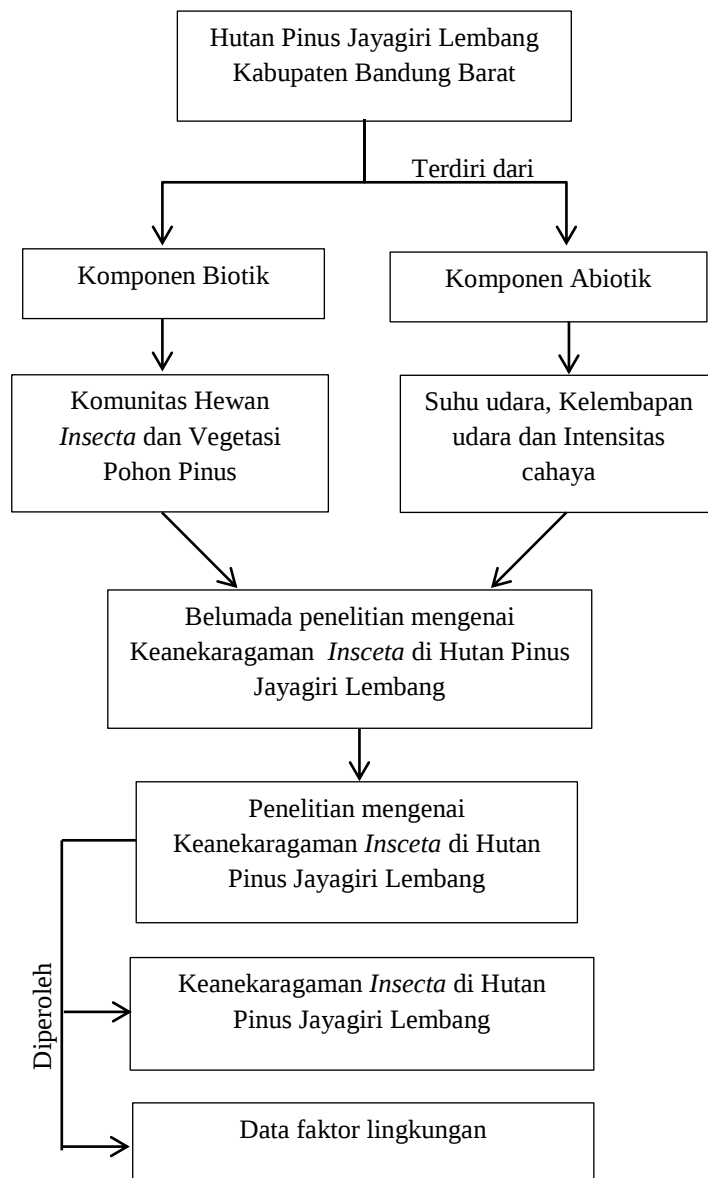
		Tegakan Vegetasi Pinus (<i>Pinus merkusii</i>) Tahura Pocut Meurah Intan Sebagai Referensi Praktikum Ekologi Hewan	<i>merkusii</i>) kawasan Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan kecamatan Lembah Seulawah		tergolong dalam 13 famili dari 7 ordo. Ordo <i>Insecta</i> yang di temukan pada tegakan <i>Pinus merkusii</i> adalah Hymenoptera , Orthoptera, Blattodea, Hemiptera dan Coleoptera.	metode <i>pitfall trap</i> serta objek penelitian berupa keanekaragaman	tanah, sedangkan pada penelitian ini mencakup hewan pada kelas <i>Insecta</i> saja.
3.	Seong-Joon Park, Heon-Myoung Lim, and Do-Sung Kim/ 2014	<i>A Survey on Insect Diversity of Baengnyeongdo, Korea</i>	Baengnyeong do, Korea	Metode <i>Bait-trap and light trap, sifting, sweeping, beating and searching in the area</i>	Ditemukan <i>Insecta</i> sebanyak 388 spesies dari 75 famili dan 9 ordo yang teridentifikasi . Ordo Lepidoptera dengan keanekaragaman tertinggi.	Subjek yang diteliti adalah <i>Insecta</i> , objek penelitian berupa keanekaragaman , serta metode yang digunakan <i>searching in the area, sweeping dan sifting</i> atau sama dengan <i>hand sorting</i>	Daerah penelitian di Baengnyeongdo serta penggunaan metode <i>Bait-trap and light trap</i> dan <i>beating</i> tidak digunakan dalam penelitian ini.

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu yang telah dijelaskan dalam tabel, maka terdapat komparasi antara penelitian tersebut dengan penelitian Keanekaragaman *Insecta* ini. Pada penelitian Cahyo Wibowo dengan Sylvia Dewi dilakukan pada tegakan hutan pinus dan ditemukan *Insecta* tanah sebanyak 11 ordo dengan nilai keanekaragaman yang sedang. Penelitian yang dilakukan oleh Lisa Fatmala pada vegetasi *Pinus merkusii* didapatkan 7 ordo Arthropoda, 5 ordo diantaranya merupakan ordo dari *Insecta* yaitu Hymenoptera, Orthoptera, Blattodea, Hemiptera dan Coleoptera. Terdapat kesamaan dari kedua penelitian tersebut dengan penelitian yang dilakukan oleh peneliti yaitu daerah penelitian dilakukan pada daerah dengan vegetasi pohon pinus. Penelitian yang dilakukan Seong Joong Park dkk mengenai keanekaragaman *Insecta* ditemukan 9 ordo dengan 75 famili, objek yang diteliti sama dengan penelitian ini yaitu keanekaragaman yang mencakup kelas insekta. Dari ketiga penelitian tersebut terdapat kesamaan yaitu ditemukannya hasil penelitian berupa keanekaragaman yang mencakup spesies *Insecta*. Metode yang digunakan dari ketiga penelitian tersebut diantaranya *hand sorting* dan *pitfall trap*. Berdasarkan hasil komparasi ketiga penelitian tersebut, hasil penelitian serta metode yang digunakan menjadi acuan untuk penulis dalam pelaksanaan penelitian mengenai keanekaragaman *Insecta* di Hutan Pinus Jayagiri Lembang.

F. Kerangka Pemikiran

Hutan Pinus Jayagiri Lembang merupakan salah satu ekosistem daratan yang terdiri atas komponen abiotik dan biotik. Komponen abiotik pada wilayah ini mencakup faktor lingkungan diantaranya suhu udara, kelembaban udara, dan intensitas cahaya. Komponen biotik yang paling dominan di Hutan Pinus Jayagiri Lembang mencakup vegetasi pohon pinus serta komunitas hewan *Insecta*. Dalam ekosistem hutan pinus, *Insecta* merupakan hewan yang beranekaragam dengan jenis spesies terbanyak dibandingkan hewan lain dan berfungsi sebagai polinator, dekomposer dan bioindikator.

Keanekaragaman *Insecta* dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya ialah faktor lingkungan yang mencakup suhu udara, kelembaban udara serta intensitas cahaya. Suhu optimum untuk *Insecta* ialah 28°C dan batas kelembapan 90%, lebih jelasnya dapat dilihat pada bagan:



Gambar 2.28 Kerangka Pemikiran

G. Keterkaitan Penelitian dengan Kegiatan Pembelajaran Biologi

Insecta merupakan salah satu kelas dari filum Arthropoda yang termasuk kedalam Kingdom Animalia pada kelompok Invertebrata (tidak bertulang belakang). Materi tersebut merupakan submateri dari Dunia Animalia pada mata pelajaran Biologi kelas X semester 2. Dalam kurikulum 2013 Materi Dunia Animlia tercantum dalam Kompetensi Dasar 3.9 yaitu mengelompokkan hewan ke dalam filum berdasarkan lapisan tubuh, rongga tubuh, simetri tubuh, dan reproduksi.

Penelitian yang dilakukan mengenai “Keanekaragaman *Insecta* di Hutan Pinus Jayagiri Lembang Kabupaten Bandung Barat” menyajikan data beberapa spesies yang tercuplik di Hutan Pinus Jayagiri Lembang yaitu *Insecta* yang dapat dijadikan sebagai contoh asli. Keterkaitan antara penelitian dengan pembelajaran ialah diharapkan siswa mampu mengidentifikasi ciri umum dan khas dari setiap ordo pada kelas *Insecta* serta mampu mengelompokkannya berdasarkan ciri yang teramati melalui pengamatan secara langsung menggunakan spesimen asli hewan *Insecta*.