

BAB 2

TINJAUAN TEORITIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Studi Keanekaragaman

Ahli ekologi lingkungan sering menggunakan istilah keanekaragaman spesies atau keanekaragaman hayati untuk menjelaskan kondisi suatu lingkungan, istilah tersebut representasi keanekaragaman ekologi yang paling umum digunakan dan memiliki makna yang cukup luas. Konsep keanekaragaman, variasi, atau heterogenitas dapat diterapkan untuk populasi manapun. Menurut Xu, Bottcher dan Chou (2019) dalam setiap disiplin ilmu ini keragaman adalah ukuran jangkauan dan distribusi fitur tertentu dalam populasi tertentu. Jadi penulis berpendapat bahwa hal ini dapat dianggap sebagai atribut kunci yang dapat secara dinamis bervariasi, dipengaruhi oleh adanya interaksi intra-populasi, dan dimodifikasi juga oleh faktor lingkungan.

“Keanekaragaman jenis adalah suatu karakteristik tingkatan komunitas berdasarkan organisasi biologisnya, digunakan untuk menyatakan struktur komunitas” (Soegiarto dalam Agista, 1997). Selain itu keanekaragaman mempunyai sejumlah komponen yang dapat memberikan reaksi secara berbeda-beda terhadap faktor geografi, perkembangan atau fisik, salah satu komponen utama tersebut adalah kekayaan jenis (Odum(Wheater, 2011).

Berdasarkan pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa keanekaragaman erat kaitannya dengan variasi makhluk hidup dalam struktur komunitas, adanya perbedaan faktor di suatu wilayah menyebabkan perbedaan setiap wilayahnya. Ketika penulis mempelajari keanekaragaman hayati dengan mengamati kondisi lingkungan, dapat menginterpretasikan bahwa tidak semua tempat menyimpan spesies yang sama makhluk hidup karena setiap tempat memiliki ciri kehadiran, dengan kelimpahan berbeda, berbeda spesies. Konsep keanekaragaman, memainkan peran kunci memahami dinamika populasi namun pada beberapa survei yang diamati dalam ekologi semua hewan dari sebagian besar aplikasi, identifikasi seluruh populasi biasanya tidak dapat diakses.

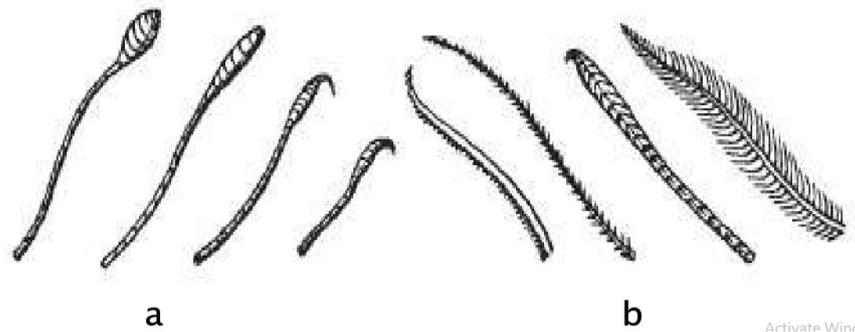
Keanekaragaman cenderung rendah dalam ekosistem yang terkendali secara fisik dan tinggi dalam ekosistem yang diatur secara biologi (Odum dalam Insafitri 2010). Jadi penulis berpendapat bahwa setiap aspek pada ekologi sangat penting dalam memainkan sub populasi, mengukur keanekaragaman jenis salah satunya bisa dengan menghitung jumlah spesies yang ditemukan pada suatu daerah. Karena pentingnya mengetahui keanekaragaman adalah untuk menilai kualitas suatu lingkungan, bila variasi spesies tinggi dapat dikatakan sebagai lingkungan yang baik hal ini mengacu kepada ketergantungan setiap spesies untuk bertahan hidup. Adapun mengenai stabilitas dapat menjadi faktor yang memengaruhinya keanekaragaman di suatu wilayah. Hal ini sejalan dengan Agista (1997) berpendapat bahwa Komunitas di lingkungan yang mendukung dengan kondisi curah hujan yang relatif stabil pada hutan hujan tropis misalnya akan memiliki keanekaragaman yang jauh lebih tinggi dibanding daerah yang memiliki gangguan musim.

Jadi studi keanekaragaman dapat disimpulkan sebagai representasi untuk melihat dinamika populasi makhluk hidup dalam berbagai kondisi lingkungan, sehingga adanya variasi faktor yang ada dapat memengaruhinya kelimpahan jenis suatu spesies dan perbedaan interaksi dalam masing-masing wilayah tertentu. Ada banyak cara untuk mengambil sampel secara acak.

2.1.2 Tinjauan Umum Kupu-Kupu

Kupu-kupu termasuk hewan avertebrata filum Arthropoda yang digolongkan ke dalam kelas Insecta superfamily Papilionoidea, dilihat dari keberagamannya kelas insecta memiliki spesies yang paling melimpah dari semua kelompok Arthropoda, sehingga peranya yang sangat penting dalam ekosistem. Apabila populasinya musnah mustahil suatu ekosistem dapat berjalan semestinya. Akan tetapi “Kupu-kupu hanya merupakan bagian kecil (sekitar 10%) dari 170.000 jenis Lepidoptera yang ada di dunia” (Ilhamdi et.,al , 2018:10).

Kekerabatannya yang dekat dengan ngengat sering disalahpahami sebagai bagian dari satu spesies yang sama, padahal keduanya memiliki perbedaan yang terletak pada bentuk antenanya. Menurut Ihamdi et., al (2018:12) Antena kupu-kupu menebal menyerupai tongkat golf dan tidak berbulu, sedangkan ngengat sebaliknya.



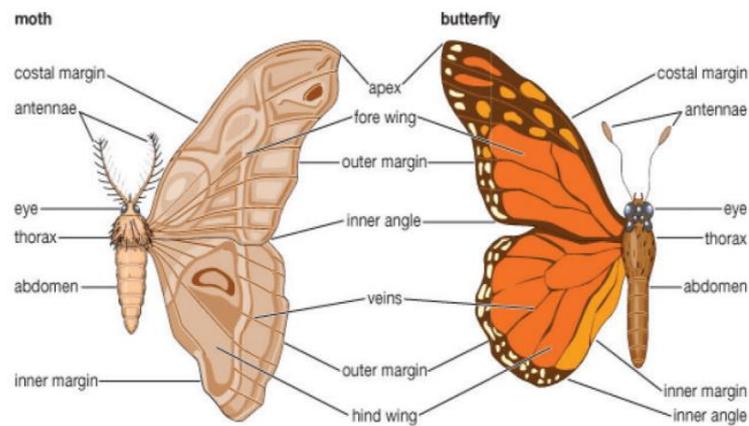
Gambar 2. 1 Macam-Macam Bentuk Antena pada Kupu-Kupu
Sumber : Triplehorn et al. dalam Rohman *et., al* (2018)

Kupu-kupu umumnya termasuk hewan diurnal sehingga dominan beraktivitas pada siang hari, berbeda dengan ngengat yang masih satu ordo dengan kupu-kupu. Syahputra dalam Ihamdi (2018:12) menyebutkan bahwa “Selain itu dilihat dari waktu aktifnya ngengat termasuk satwa yang aktif di malam hari”. Salah satu pembeda dari kelas insecta terletak pada fakta bahwa golongan serangga yang bersifat ektognathous artinya keberadaan mulut yang terletak di luar atau aksesorisnya dapat dikeluarkan.

2.1.3 Struktur dan Morfologi Kupu-Kupu

Secara morfologi serangga menunjukkan berbagai karakteristik yang unik seperti kelompok arthropoda lainnya, kupu-kupu juga memiliki segmen bersekat yang dilindungi oleh eksoskeleton (kerangka luar) yang terbuat dari protein bernama kitin. Menurut Pratyahara (2018:6) “Kitin adalah serat pelapis tubuh arthropoda seperti kulit tetapi lebih keras dan tidak dapat dicerna”. Eksoskeleton yang kaku ini berfungsi melindungi hewan dan menyediakan titik perlekatan bagi otot-otot yang menggerakkan tonjolan (Campbel, 257:2012).

Kupu-kupu memiliki bagian-bagian tubuh yang terbagi menjadi tiga yaitu kepala, toraks atau dada, dan abdomen (perut).



Gambar 2. 2 Bagian Kupu-Kupu
Sumber : Perveen&Anzela (2017)

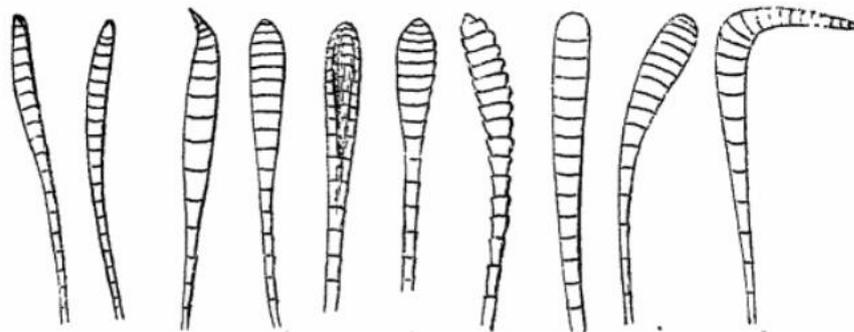
Apabila diamati pada bagian perut kupu-kupu terdapat 10 ruas, dimana ruas terakhir kupu-kupu termodifikasi menjadi kelamin, bagian perut ini lah yang di dalamnya terdapat organ-organ penting yang menunjang kelangsungan hidupnya (Ilhamdi, et al., 2018). Kebanyakan serangga memiliki 10 atau 11 perut segmen, yang masing-masing memiliki lipatan lateral pada kerangka luar yang memungkinkan perut mengembang ketika sudah penuh dengan telur matang. Pada bagian toraks serangga terdapat dua pasang spirakel yang membantu mereka untuk bernapas atau sebagai bukaan untuk sistem trakea, spirakel ini terletak pada setiap segmen perut pada serangga (Miller, et.al., (284:200).

Sementara pada bagian dada kupu-kupu ketika pra dewasa berbentuk strukturnya lunak menyerupai cacing dan yang menjadi pembeda pada kelas serangga adalah toraks (Pratyahara, 2018:6). Kemudian, pada bagian abdomen kupu-kupu cenderung langsing dibanding dengan ngengat yang masih satu ordo Lepidoptera. Kebanyakan kupu-kupu memiliki tubuh dan tungkai-tungkainya yang juga ditutupi oleh sisik (Borrer at al., 1992). Adapun secara spesifik deskripsi mengenai struktur morfologinya sebagai berikut :

a. Kepala

Kepalanya yang berbentuk kapsul *spherical* ini dilengkapi dengan perlengkapan makan dan struktur sensor. Pada bagian kepalanya sangat kecil terdapat mulut yang tidak memiliki gigi atau rahang sehingga makanannya harus dalam bentuk cairan. “Kupu-kupu hanya dapat menghisap cairan makanannya dengan menjulurkan tabung yang panjang dengan lidah yang fleksibel (probosis) berfungsi untuk menghisap dan menggulung kembali setelah digunakan” (Smart, 1991). Hal ini sesuai dengan laporan Ruslan (2015) bahwa panjang probosis kupu-kupu mempunyai korelasi yang positif dengan panjang mahkota bunga.

Sedangkan pada bagian kepala kupu-kupu diapit oleh masing-masing antena, dengan fungsinya sebagai radar karena di dalamnya terdapat organ sensorik untuk mengenali bau, dan mendeteksi angin. Berikut lebih jelas gambar antena pada kupu-kupu dengan khas ujungnya yang membekak.



Gambar 2. 3 Macam-Macam Bentuk Antena Kupu-Kupu

Sumber : Kristensen dalam Ruslan (2015)

Fakta penting antena tersebut untuk mendeteksi keberadaan feromon di udara sehingga membantunya mengenali lawan jenisnya, berkat keberadaan Johnston kupu-kupu secara halus dapat mengatur arah dan kecepatan terbang, sehingga memungkinkan kupu-kupu dalam mengatur keseimbangannya.

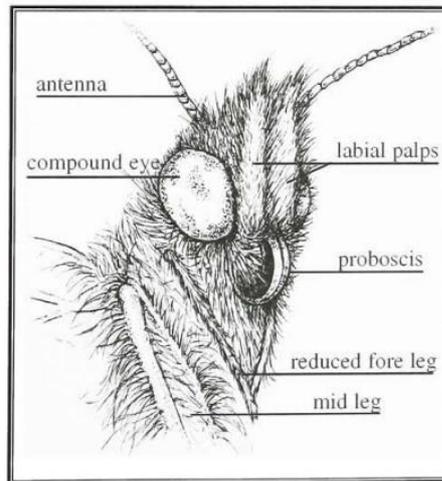
Secara morfologi Kepala kupu-kupu terbagi menjadi 6 ruas, menurut Ihamdi, et.al., (2018) ruas kepala pada kupu-kupu yang sedikit itu memberikan gerakan yang terbatas, sedangkan pada tiga ruas pertama berasosiasi menrujadi mata majemuk, mata tunggal dan antena. Sedangkan tiga ruas berikut membentuk bagian mulut (rahang atas) yang berasosiasi menjadi bagian probosis yang dapat menggulung ketika digunakan untuk mencari makan.

Kupu-kupu memiliki mata majemuk yang terletak di kedua sisi kepala, tersusun dari sejumlah besar unit optik atau ommatidia yang sangat tajam, hal ini membantunya saat lari dari predator atau ketika terbang di dekat pepohonan. “Mata majemuk adalah mata yang memiliki ribuan ommatidia atau reseptor warna individual yang terletak di permukaan konveks yang menunjuk ke arah yang berbeda-beda” (Pratyahara, 2018 : 6). Sehingga mata majemuk ini dapat menangkap gambar dalam sudut yang sangat lebar dengan waktu yang relatif singkat, sehingga memudahkan untuk kabur dan tidak heran menangkap kupu-kupu sama sulitnya dengan menangkap lalat.

Mata pada kupu-kupu berbentuk *hemispherical* menonjol pada bagian atas kepala, kupu-kupu juga memiliki organ yang disebut “Johnson;s” yaitu “organ yang berada tepat di dasar antena kupu-kupu, hal ini memudahkan kupu-kupu dalam menjaga keseimbangan tubuhnya hendak dalam posisi terbang” (Matthews dan Kitcing, 1984).

Sedangkan Walter (1997) struktur fase dewasa kupu-kupu menjelaskan sebagai berikut :

Penglihatan diperoleh saat cahaya melewati melalui lensa kornea ke kerucut kristal seperti struktur, ke batang optik, rabdom. Ommatidium individu mengirimkan informasi tentang intensitas cahaya yang diterimanya. Ada sel pigmen yang terletak di sekitar kerucut kristal yang menjaga ommatidia dari dirangsang oleh lebih dari satu cahaya sumber. Kupu-kupu pada gilirannya melihat mosaik gambar, mirip dengan cetakan komputer *pixelated* di luar.



Gambar 2. 4 Morfologi Kepala Kupu-Kupu

Sumber : Walter (1997)

Sebenarnya tidak hanya mata majemuk, pada kupu-kupu juga ditemukan mata tunggal. Mata tunggal kupu-kupu terletak tersembunyi tertutup oleh rambut-rambut halus. Fungsinya belum diketahui sepenuhnya dan diperkirakan berfungsi sebagai alat bantu untuk mempertajam penglihatan dari kerja mata majemuk (Noerdjito dan Aswari, 2003).

Resolusi penglihatan ditentukan oleh jumlah ommatidia, perkembangan lobus optik otak, dan berdasarkan jenis kelamin. “karena pada jantan umumnya memiliki lebih banyak ommatidia sehingga memiliki penglihatan yang lebih baik diperlukan untuk menemukan pasangan” (Douglas, 1989).

b. Toraks (dada)

Pechenik (2005: 350-35) Dada umumnya memiliki tiga pasang kaki yang diarahkan ke bagian perut, sehingga menimbulkan nama alternatif, Heksapoda (hexa: enam; dan poda : kaki). Menurut Ihamdi dkk (44: 2018) Toraks kupu-kupu terbagi menjadi tiga bagian yang dilengkapi dengan ruas-ruas yang kuat yang sepenuhnya berisi otot, terbagi menjadi pro-toraks, meso-toraks, dan meta-toraks. Pada bagian sisi toraks terdapat dua pasang lubang spirakel yang berfungsi sebagai lubang pernapasan.

Sedangkan menurut Rohmah et., al (2018:3)

“Protoraks melekatnya kaki depan, mesotoraks tempat melekatnya kaki tengah dan pasangan sayap depan, sedangkan metatoraks melekatnya kaki belakang dan sayap belakang”. Jadi bagian toraks merupakan tempat melekatnya kepala yang dihubungkan selaput tipis dengan leher sehingga memungkinkan kepala dapat digerakkan.

Menurut (Braby 2000; Noerdjito dan Aswari 2003) morfologi pada kaki kupu-kupu kompleks beberapa bagian saling melengkapi agar kupu-kupu dapat berjalan.

Kaki kupu-kupu terdiri atas koksa, trokanter, femur, tibia, dan tarsus. Bagian tarsus biasanya terdiri dari lima ruas yang dilengkapi dengan sepasang kuku. Bagian kaki depan kupu-kupu sangat sensitif dan berguna dalam mengenali nektar, bunga atau pasangannya. Kaki kupu-kupu kadang dilengkapi dengan spina atau taji yang membantu kupu-kupu berjalan.

c. Abdomen (Perut)

Bagian perut kupu-kupu, pada dasarnya terdiri atas sepuluh ruas, namun ruas terakhir mengalami modifikasi menjadi alat kelamin. Pada sisi-sisi bagian perut juga terdapat spirakel yang berjumlah 6 hingga 7 pasang spirakel. (Ilhamdi, 41 : 2018).

2.1.4 Klasifikasi Kupu-Kupu

Kupu-kupu masuk ke dalam ordo Lepidoptera dalam bahasa Yunani *lepis* yaitu “sisi: dan *pteron* “sayap” penamaan Latin ini untuk merujuk sayap serangga yang dipenuhi sisik halus seperti serbuk bila dilihat sekilas, sayap pada kupu-kupu ini sangat beragam dan memiliki warna mencolok hal ini yang menjadi penggolongan spesies ke dalam masing-masing familinya.

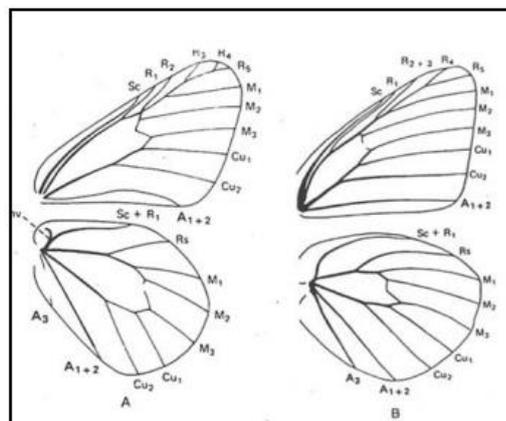
Penjelasan di atas sesuai dengan klasifikasi menurut ITIS dimana Kupu-kupu termasuk ke dalam ordo Lepidoptera, berikut rinciannya.

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Lepidoptera
Superfamily	: Papilionoidea
Famili	: Pieridae, Papilionidae, Nymphalidae, Lycaenidae dan Hesperidae.

a. Pieridae

Famili Pieridae meliputi kupu-kupu berukuran kecil hingga sedang (25- 100 mm), dapat terbang jauh (beberapa spesies mempunyai sifat migrasi) dan sering ditemukan dalam jumlah banyak di sekeliling air. Panjang sayap depan family pieridae adalah 22-35 mm. Kupu-kupu famili Pieridae pada sayapnya tidak memiliki ekor dan dari beberapa spesies dapat menyerap cahaya ultraviolet yang membantu kupu-kupu untuk mengenal lawan jenis di waktu kawin. Biasanya sayap kupu-kupu jantan lebih indah dibandingkan dengan sayap kupu-kupu betina Pieridae merupakan kupu-kupu yang umumnya berwarna putih, kuning atau oranye kekuningan, sisi luar sayap belakangnya berwarna cerah. Famili ini memiliki tungkai-tungkai depan yang berkembang bagus dan kuku-kuku tarsus terbelah dua atau menggarpu (Borror et al. 1992).

Kupu-kupu ini terbang cukup cepat dan tinggi, Pieridae biasanya menarik perhatian karena terbang dalam kelompok dan berjumlah banyak, salah satu spesies famili ini contohnya *Catopsosilia crocale*. Kupu-kupu tersebut memiliki warna dasar sayap putih dan terdapat pita yang berwarna coklat terang serta ukuran sayap sekitar pada sayap depan dengan Cubitus seperti bercabang 3. Berikut lebih jelas mengenai struktur sayap pada Pieridae.



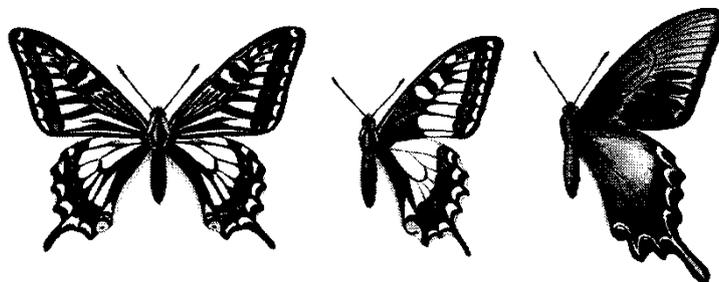
Gambar 2. 5 Sayap Pieridae
Sumber : Triplehorn dalam Rulan (2015)

Kupu-kupu Pieridae biasanya sering mencari bunga-bunga yang memiliki ukuran tabung bunga yang relatif pendek untuk mendapatkan nektar. Selain menghisap nektar atau cairan bunga, kupu-kupu juga menghisap sari buah, getah pohon, kotoran hewan, dan garam mineral dari pasir, genangan air atau tanah basah.

Kupu-kupu Pieridae jenis termasuk kosmopolitan sehingga sering ditemukan pada tanaman fabaceae karena salah satu makanan kesukaannya. Sifat kosmopolitan inilah yang menjadikan individu dan spesies dari famili Pieridae banyak ditemukan pada tempat yang memiliki berbagai macam jenis tumbuhan menjadi sumber makanannya. Sehingga kupu-kupu dari famili Pieridae dapat bertahan karena memiliki kemampuan toleransi yang tinggi terhadap lingkungan apabila dibandingkan dengan kupu-kupu dari famili lainnya (Rohman, et.,al, 2019:7)

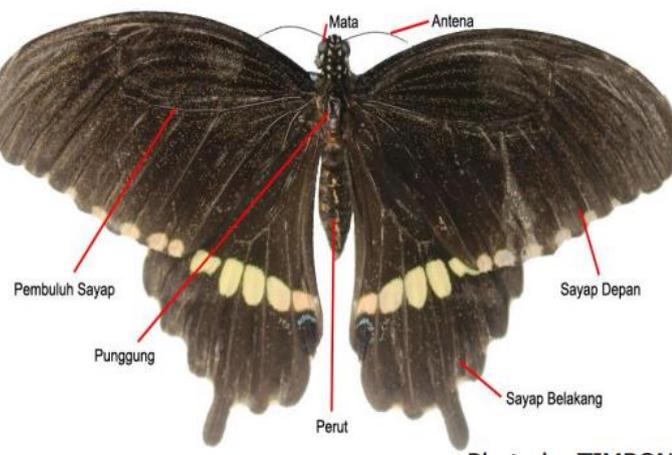
b. Papilionidae

Papilionidae disebut dengan *swallowtail* karena sebagian besar anggotanya mempunyai ekor (Rohman, et., al, 2019:6). Papilionidae dikenal sebagai kupu-kupu ekor layang-layang, penampilan bercabang pada belakang ekornya ini dapat dilihat ketika istirahat. *Swallowtails* memiliki sejumlah fitur berbeda; misalnya, ulat papilionid mengandung organ repugnatorial yang disebut osmeterium pada prothoraksnya. Osmeterium biasanya tetap tersembunyi, tetapi ketika terancam, larva mengubahnya keluar melalui alur punggung melintang dengan menggembungkannya dengan cairan.



Gambar 2. 6 Kupu-Kupu Swallowtail dari berbagai Potret
 Sumber : <https://mimirbook.com/id/a1212cb414b>

Papilionidae memiliki banyak spesies dengan ukuran yang cukup besar dengan warna yang mencolok sehingga keberadaannya mudah diamati dan diidentifikasi. Pada umumnya kondisi fisik pada kupu-kupu jantan dan betina hanya berbeda pada ukurannya karena memiliki bentuk yang sama. Pada jenis-jenis dimana jantan dan betina tampak serupa, betina biasanya lebih besar dengan sayap yang lebih membulat (Peggie and Amir 2006).



Gambar 2. 7 Kupu-Kupu Papilio Memnon

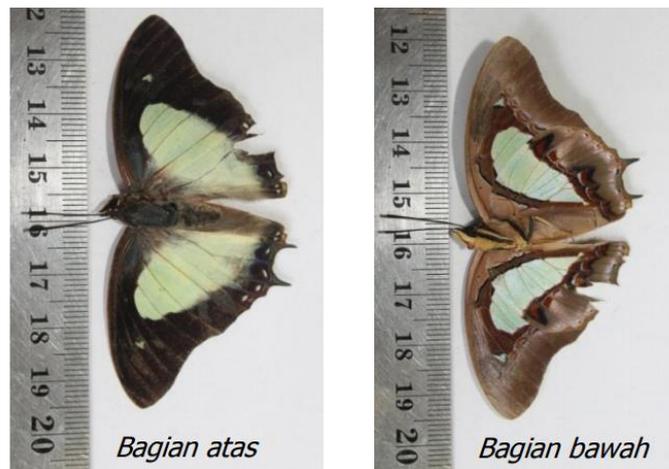
Sumber : Ihamdi et.,al (2018)

Rohman, et.,al, (2019:6) Makanan ulat Papilionidae adalah dari tumbuhan *Aristolochiaceae*, *Rutaceae*, *Lauraceae*, *Annonaceae* dan *Umbeliferae*. Setiap spesies kupu-kupu dari Papilionidae mempunyai inang yang berbeda, tetapi sebagian besar kupu-kupu semarga biasanya inang yang sama.

c. Nymphalidae

Kupu-kupu ini juga dikenal sebagai kupu- kupu berkaki sikat (Peggie& Amir 2006). Famili Nymphalidae terdiri dari spesies berukuran kecil hingga sedang sehingga famili ini relatif beragam dari mulai pola corak dan bentuk sayapnya, ciri khas famili ini pasangan tungkai depan yang mengecil (kecuali pada kupu-kupu betina). Menurut Rohman, et.al (2018:12) Kupu-kupu jenis ini bersifat polifag cenderung menyukai wilayah yang cukup terang dan menyukai buah busuk. Kupu-kupu dari famili Nymphalidae adalah

kelompok kupu-kupu yang memiliki jumlah jenis terbanyak tersebar di banyak wilayah di dunia. Nymphalidae bersifat polifagus sehingga membantu kupu-kupu ini hidup dalam berbagai habitat, polifagus merupakan sifat kupu-kupu yang dapat melakukan oviposisi pada beberapa jenis tumbuhan.

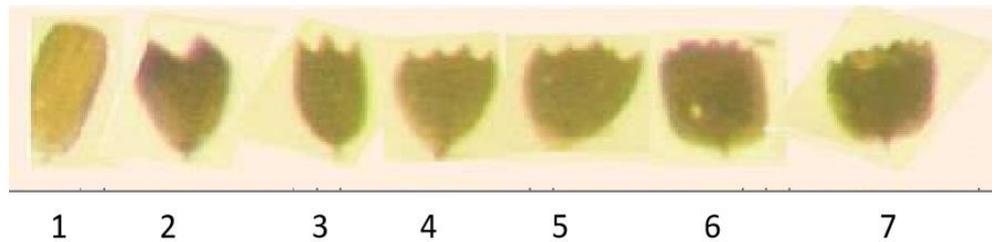


Gambar 2. 8 Ukuran Kupu-Kupu Nymphalidae

Sumber : Ihamdi et.,al (2018)

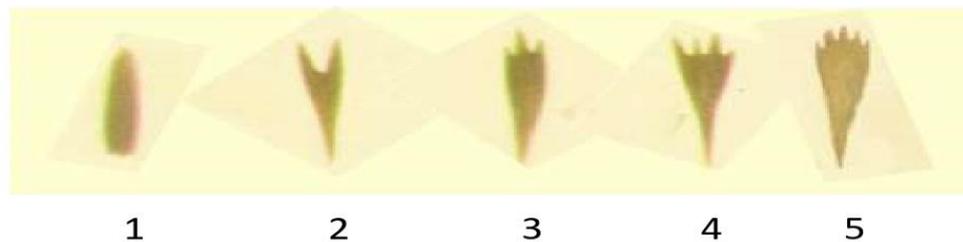
Kupu-kupu Nymphalidae yang ditemukan di TWA Suranadi memiliki bentang sayap 6,5 cm. Pada ukuran medium, pada bagian tepi luar sayap depan melekuk dengan bagian ujung menajam dan sayap belakang memperlihatkan dua ekor pendek, bagian atas sayap berwarna hijau keputih-putihan. Ujung tepi memiliki warna hitam coklat yang luas dan terus menurun pada bagian ujung. Bagian bawah sayap memperlihatkan tepi berwarna coklat gelap.

Adapun tipe sisik sayap yang dominan setiap spesies kupu-kupu berbeda-beda. Hasil penelitian (Efendi 2009) menunjukkan “ada dua bentuk sisik sayap kupu-kupu yaitu berbentuk segi empat (rectangular) dan segitiga (triangular)”.



Gambar 2. 9 Tipe Sisik Pada Kupu-Kupu dengan Bentuk Rectangular

Sumber : Rohman et., al (2018)



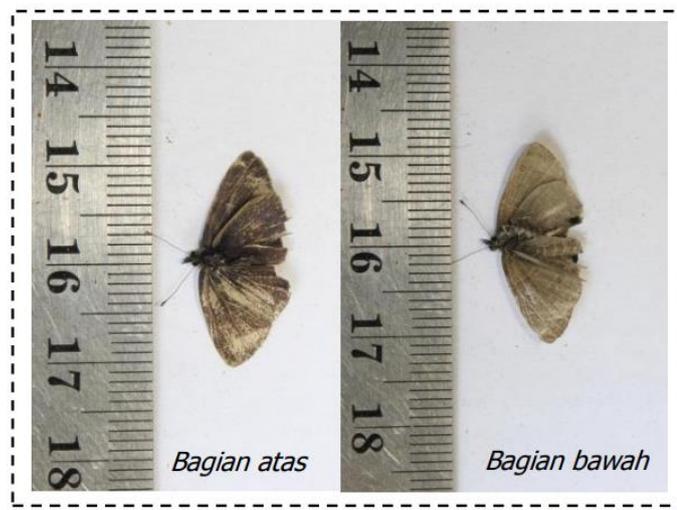
Gambar 2. 10 Tipe sisik pada Kupu-kupu dengan Triangular

Sumber : Rohman et., al (2018)

Berdasarkan jumlah gerigi di ujung sisik, sisik sayap kupu-kupu bentuk *rectangular* terdiri dari sisik tipe satu sampai sepuluh, sedangkan bentuk *triangular* terdiri dari tipe sisik satu sampai lima. Bentuk sisik *rectangular* tipe sisik tiga, empat, dan lima umumnya dimiliki oleh semua spesies kupu-kupu yang diamati.

d. Lycaenidae

Menurut Rohman., et.,al (2018:9) Umumnya berukuran kecil dengan panjang sayap depan umumnya kurang dari 2 cm, berwarna biru, ungu atau oranye dengan bercak metalik, hitam atau putih. Banyak spesiesnya memiliki ekor sebagai perpanjangan sayap belakang.



Gambar 2. 11 Tampak Atas dan Bawah Spesies *Lampides boeticus*

Sumber : Timbon dalam Ilhamdi, et.,al (2018)

Kupu-kupu *Lampides boeticus* memiliki ukuran sayap yang kecil berkisar 24-34 mm. Terdapat sepasang bintik hitam yang kecil di samping setiap ekor, dengan bintik orange di sudut anus. Baik jantan atau betina memiliki sayap belakang, kaki jantan mengecil sedangkan betinanya tidak, juga dilengkapi ekor panjang dan dua bintik hitam di sudut anus.

Menurut Utami (2012) famili Lycaenidae ditemukan memiliki kebiasaan simbiosis mutualisme pada fase larva.

Diketahui ada lebih dari 4000 spesies didunia yang tergolong dalam 8 anak suku yaitu *Lipteninae*, *Curetinae*, *Polyommatae*, *Thecline*, *Poritiinae*, *Miletinae*, *Liphyrinae*, *Lycaeninae*, dan di Indonesia terdapat sekitar 600 spesies *Lycaenidae*. Beberapa Lycaenida bersimbiosis dengan semut. Simbiosis antara Lycaenidae dengan semut termasuk simbiosis mutualisme. Larva memanfaatkan semut untuk melindunginya dari serangan parasit, sedangkan semut memperoleh cairan manis yang dikeluarkan oleh larva dari ruas ke tujuh abdomen larva.

Umumnya dijumpai pada hari yang cerah, di tempat yang terbuka. diketahui ada lebih dari 4000 spesies didunia yang tergolong dalam 8 anak suku yaitu *Lipteninae*, *Curetinae*, *Polyommatae*, *Thecline*, *Poritiinae*, *Miletinae*, *Liphyrinae*, *Lycaenidae*, dan di Indonesia terdapat sekitar 600 spesies *Lycaenidae*.

e. Hesperiiidae

Famili ini sekarang berada pada super famili Papillionoidae, karakteristik ukurannya yang kecil kurang dari 2 cm, membantunya untuk terbang dengan sangat cepat bahkan sebagian besar ujung antena berbentuk kait yang sempit dan umumnya dijumpai pada hari yang cerah, di tempat yang terbuka.



Gambar 2. 12 Pelopidas sp Jenis Betina
Sumber : Cock Matthew J.W (2009 vol.8)

Spesies *Pelopidas* sp ditemukan di dekat rerumputan dengan suhu lingkungan yang cukup panas, terdapat perbedaan morfologi yang dapat ditemukan untuk jantan dan betinanya. Jumlahnya yang banyak menjadikannya sangat beragam. Pada fase larva ulat ini mencari perlindungan di bawah naungan daun tanaman untuk berteduh dan memakan daun pada tepi lamina daun distal. Menurut Rohmah et.,al (2018:18) ekor pada Hesperiiidae sebagai perpanjangan sayap belakang, kaki depan pada kupu-kupu jantan tidak terlalu mengecil tetapi dengan torsi yang pendek. Kaki pada kupu-kupu betina normal dan tidak mengecil.

2.1.5 Peran Kupu-Kupu

Tanpa adanya peran dari golongan Lepidoptera, seperti kupu-kupu dan serangga lainnya pertemuan putik bunga dan serbuk sari sulit terjadi hal tersebut menghalangi proses pembuahan dan tanpa proses tersebut bunga tidak bisa berkembang menjadi buah. Di dalam suatu ekosistem kupu-kupu memiliki peranan yang sangat penting. Kupu-kupu membantu penyerbukan tanaman berbunga, sehingga proses perbanyakan tumbuhan secara alamiah dapat berlangsung (Borror et al. 1992; Peggie 2010).

Pernyataan di atas sejalan dengan Stompul (2018: 5) yang menyatakan bahwa bagi tumbuhan keberadaan Lepidoptera juga sebagai polinator yang membawa polen sehingga terjadi pembuahan, karena pada fase larva yang berada di dasar rantai makanan menjadikan mereka sebagai sumber makanan bagi aves, mamalia kecil dan bangsa reptil.

Lepidoptera memiliki pengaruh penting bagi manusia dalam aspek budaya dan ekonomi seperti halnya keindahan sayapnya dijadikan objek lukisan oleh para seniman dan fotografer, dan kolektor. Lepidoptera juga penyerbuk penting, menyumbang jutaan dolar untuk ekonomi dunia. Beberapa lepidoptera juga merupakan hama yang serius. Beberapa dari golongan ngengat ditemukan sebagai hama pada kayu-kayu di hutan, hal ini sejalan dengan Miller (2016: 295) bahwa saat menjadi ulat dapat mengkonsumsi jaringan tanaman dan pakan hampir terus-menerus. Selain itu pada larva Lepidoptera seperti kupu-kupu raja didapati strategi pertahanan dengan cara menghasilkan bahan kimia pada jaringan sehingga rasanya tidak enak bila dimangsa.

Berdasarkan pendapat di atas bahwa kupu-kupu juga dapat merugikan ketika fase larva atau ulat dimana kebutuhan makanan sangat tinggi untuk menunjang keberlangsungan fase berikutnya yaitu fase kepompong, sehingga lazimnya sering ditemukan tanaman yang rusak terutama bagian daunnya oleh karena keberadaannya saat larva sebagai hama serius bagi apel, kenari, dan buah-buahan lainnya.

Selain itu peran kupu-kupu juga sebagai bioindikator dimana spesies yang terpilih sebagai indikator harus cukup peka terhadap perubahan lingkungan dan dapat ditelaah secara terus-menerus pada berbagai tingkat perubahan atau tekanan. Spesies indikator juga harus cukup mudah diamati secara efektif, dalam arti dapat dengan mudah dideteksi, diidentifikasi, dan diamati secara berkala. Kupu-kupu karena mudah diamati berdasarkan bentuk dan corak sayapnya yang menarik serta peka terhadap iklim mikro dan intensitas cahaya, maka kupu-kupu sering digunakan sebagai indikator perubahan lingkungan.

2.1.6 Siklus Hidup Kupu-Kupu

Perkembangbiakan melalui metamorfosis menjadi hal yang sangat unik di dalam kelas insecta, melalui metamorfosis hewan insecta dapat mengalami perubahan bentuk akibat terjadinya pembelahan sel dan diferensiasi sel, tidak sedikit peristiwa tersebut membawa perubahan pada adaptasi lingkungannya, perubahan seperti itu menjadi salah satu keistimewaan yang menarik untuk diamati dari proses perubahan fisik dari larva hingga dewasa telah digambarkan sebagai peristiwa metamorfosis.

Kupu-kupu termasuk *holometabolous* yang artinya kondisi saat mereka menjadi larva kontras saat fase dewasa, hal ini terjadi karena proses metamorfosis sempurna, yaitu suatu bentuk perkembangan serangga yang melalui empat tahap kehidupan embrio atau telur, kemudian larva atau ulat fase pupa atau kepompong, dan terakhir fase imago atau dewasa dimana struktur dewasanya terbentuk (Huis, 2019). Salah satu alasan yang menjadikan serangga mendominasi dan berhasil selama evolusi karena kemampuannya reproduksinya yang cepat. Menurut Wilbur dalam Rolf (2019) Metamorfosis diartikan sebagai perubahan struktur fisik kehidupan yang kompleks dan ontogenetik atau terjadi spontan dalam hal morfologi, fisiologi dan perilaku individu terkait dengan habitatnya.

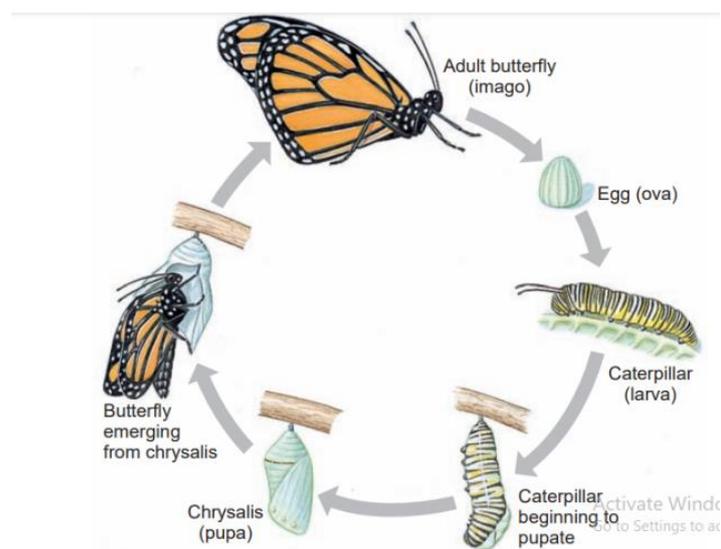
Hal ini telah dicatat transformasi tubuh dan perubahan habitat jenis ini terjadi pada lebih dari 80% spesies serangga, mungkin mewakili sekitar 60% dari semuanya hewan mengalami bentuk metamorfosis yang ditandai secara khusus dimana tahap kehidupan yang tidak aktif secara ekologis yang disebut pupa berada di antara larva dan dewasa, dimana tubuh serangga hampir seluruhnya dibangun kembali.

Menurut Pratyahara (2018) dalam tahap larva dan dewasa serangga biasanya akan mengalami pergantian eksoskeleton, apabila pertumbuhan serangga tidak terhambat kulit lama akan mengelupas dan tumbuh menjadi eksoskeleton baru yang lunak dan masih dapat mengembang walaupun masih terbatas, sehingga pergantian tersebut masih memungkinkan serangga ketika hendak terbang.

Proses metamorfosis pada serangga terbagi dua metamorfosis sempurna istilah lainnya adalah hematobola dan metamorfosis tidak sempurna atau hemimetabolisme. Menurut Miller (292:2016) holometabola dapat menjelaskan bagaimana suatu spesies melakukan evolusi secara sempurna. Ada perbedaan sederhana yang dapat diingat tentang metamorfosis pada serangga, dimana individu yang mengalami hematobola biasanya akan tampak berbeda pada fase larva dan imago. Pada kupu-kupu perubahan bentuk melalui empat tahap telur, larva, pupa atau kepompong dan dewasa. Sedangkan pada hemimetabolisme fase perkembangbiakan hanya melalui telur, nimfa atau ulat dan imago (dewasa) tidak ada fase pupa atau kepompong.

Bila ditinjau secara spesifik pada metamorfosis sempurna kematian sel sangat penting untuk membentuk kembali jaringan yang telah hilang. Hal ini selaras dengan Tetamanti (2019) pada serangga yang mengalami metamorfosis sempurna, kematian sel sangat penting untuk membentuk kembali atau menghilangkan jaringan dan organ larva, sehingga berkontribusi pada pembentukan struktur tubuh orang dewasa.

Tahapan Metamorfosis Sempurna pada Kupu-Kupu



Gambar 2. 13 Metamorfosis Kupu-Kupu

Sumber : Hickman, et.al., (2007)

a. Telur

Kupu-kupu berkembangbiak dengan bertelur namun penetasan telur memiliki durasi yang berbeda oleh setiap jenis spesiesnya, umumnya telur kupu-kupu akan menetas kurang dari 7 hari atau sekitar 3 s.d. 5 hari. Miller (291:2016) Telur sering mengandung kapsul keras dan dapat diletakkan berkelompok di dalam lapisan protein keras yang disebut oothecae, yang memungkinkan perkembangan embrio di lingkungan kering. Hal ini dapat sedikit berbeda di antara spesies kupu-kupu yang melewati musim dingin sebagai telur akan menjalani fase diapause untuk bertahan hidup selama musim dingin tersebut.

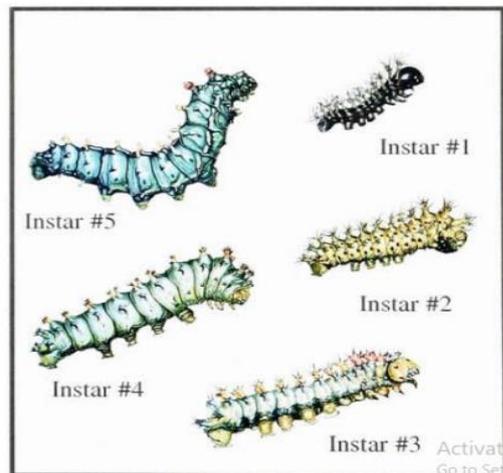
Umumnya kupu-kupu betina bertelur di balik daun pakan ulatnya, lamanya berkisar 10 s.d. 16 hari (Sihombing, 2002 dan Smart, 1991). Karena kupu-kupu termasuk ovipar maka biasanya jantan akan meninggalkan betina dan meletakkan telurnya di dekat persediaan makanan larva atau di bawah daun muda baik secara terpisah atau berkelompok, betina dapat menggunakan ovipositor untuk menyimpan telur di dalam atau pada substrat tertentu.

Telur kupu-kupu berukuran kecil, warnanya bervariasi dan mungkin bulat, silindris atau oval. Bentuk dan ukuran telur berbeda-beda, tergantung pada jenisnya, hal ini dapat berguna, sebagai petunjuk dalam identifikasi. Telur-telur tersebut ditempel pada permukaan daun dan dilindungi dengan cairan dari abdomen betina (Mastrigt, 2005). Telur sering mengandung kapsul keras dan dapat diletakkan berkelompok di dalam lapisan protein keras yang disebut oothecae, yang memungkinkan perkembangan embrio di lingkungan kering (Miller, 291:2016)

b. Larva

Wujud dari fase larva dari kupu-kupu adalah ulat yang kita jumpai di dedaunan, pada fase larva ini pertumbuhan berangsur dengan cepat (Suharmana, 2004). Karena makanannya yang sangat spesifik ini ulat hanya dapat ditemukan pada tanaman tertentu saja, hal ini dapat menandakan bahwa bagian tanaman yang dimakan ulat memiliki lubang adalah tanaman yang bagus dan terhindar dari desinfektan.

Ulat mudah ditemukan di balik semak-semak jika diperhatikan hampir setiap ulat memiliki perbedaan corak dan warna yang sangat beragam, memiliki bulu yang dapat menyebabkan gatal apabila disentuh.



Gambar 2. 14 Perubahan Larva

Sumber : Wilter (1997)

Struktur Larva sangat lunak, ia memiliki enam pasang mata sederhana atau oseli yang terdapat pada bagian kepala, selain itu bagian kepala berisi antena, mandibula untuk menghancurkan makanan dan tiga belas segmen tubuh. (Douglas dalam Wilter: 1997). Kebutuhan makanan pada fase ini sangat tinggi, biasanya larva akan memakan tanaman inangnya hingga mencapai ukuran penuh bahkan beberapa ulat bersifat karnivora. Berikut merupakan perbedaan ulat kupu-kupu dan ngengat yang diperoleh dalam hasil pengamatan.

c. Pupa

Pupa adalah fase kupu-kupu menjadi kepompong, biasanya ulat yang selesai dengan persiapannya akan berhenti makan dan bergerak untuk kemudian membentuk cangkang. Menurut Miller (292:2016) Pupa fase kupu-kupu tidak aktif tetapi secara seluler radikal menunjukkan perkembangan menuju dewasa.

d. Dewasa

Fase imago atau dewasa ini dimulai ketika pupa retak, hal ini disebabkan oleh adanya pergerakan dari dalam kepompong yaitu bagian kepala diikuti dengan tumpuan kaki yang memaksa tubuhnya ikut keluar. Menurut Danus (2015) “keluarnya kupu-kupu dari dalam pupa diawali dengan spirakel yang dimiliki oleh kupu-kupu dihubungkan dengan tabung pendek sebagai bukaan atau sebagai ventilasi pada krisalis pupa”.

Fase Dewasa lebih lanjut dijelaskan oleh Rohman, et.al (2018:11) sebagai berikut.

Setelah berhasil mengeluarkan bagian kepalanya kupu-kupu kemudian akan memaksa tubuhnya untuk keluar dengan menggunakan kakinya untuk menarik semua bagian tubuhnya keluar dari krisalis pupa dan diam beberapa menit untuk memompa darah ke dalam pembuluh darah yang ada pada sayap agar sayap dapat merentang. Kupu-kupu kemudian akan bergerak untuk membantu mempercepat proses pengeringan sayapnya. Dalam proses kopulasi ini, jantan awalnya mengejar betina, melingkari betina, dan menarik perhatian betina untuk segera melakukan sanggama. Selama kopulasi, sang betina wanita secara aktif memompa perut untuk memungkinkan pria mengeluarkan sperma ke dalam organ genital wanita.

Betina siap kopulasi tetap bertengger di berbagai substrat, sinyal penerimaan untuk sanggama dari betina ke jantan dengan kepekaan sayap dan perut bagian bawah sedikit terangkat, kemudian pejantan akan mendekatinya. Keberadaan imago kupu-kupu berhubungan erat dengan tumbuhan penghasil nektar. Semakin banyak cairan nektar yang tersedia, yang dicirikan oleh kelimpahan tumbuhan berbunga penghasil nektar, akan semakin banyak pula imago yang datang mengunjungi tempat tersebut. Selain cairan nektar dari bunga-bunga, kupu-kupu juga menghisap cairan dari bangkai atau cairan pembuangan air seni dari hewan dan manusia.

Sedangkan Wilter (1997) berpendapat bahwa semua proses metamorfosis tidak akan lepas dari regulasi gen. Perubahan yang terjadi dalam setiap tahapan karena gen yang terlibat atau diaktifkan berbeda. Oleh karena itu, gen organisme tetap sama sepanjang siklus hidup, tetapi berbeda pengontrolan gennya saja.

2.1.7 Faktor yang Memengaruhi Kelimpahan Kupu-Kupu

Spesies yang jumlahnya berlimpah pada suatu daerah erat kaitannya dengan kondisi lingkungan dan kecukupan pakan, namun selain faktor tersebut kemampuan kupu-kupu untuk beradaptasi membuktikan bahwa serangga sukses melakukan evolusinya. Menurut Miller (295:2016) Lepidoptera menggunakan sejumlah strategi pertahanan, bahan kimia tertelan dan diasingkan dalam jaringan hal tersebut menimbulkan rasa aneh bagi predator. Akan tetapi sebenarnya kedudukan kupu-kupu di alam juga sebagai predator yang memiliki musuh alami atau mangsa yang cukup spesifik.

Dari banyaknya faktor yang memengaruhi kelimpahan kupu-kupu tentunya perbedaan faktor inilah yang menyebabkan jenis kupu-kupu di setiap habitat pulau juga berbeda-beda. Keberadaan spesies pada suatu habitat tidak terlepas dari kemampuan distribusi dan adaptasi spesies tersebut. “Indonesia menduduki urutan kedua didunia dalam hal kekayaan spesies kupu-kupu dengan jumlah spesies lebih dari 2000 spesies” (Amir et al. 2003).

Ekosistem memiliki peran yang sangat penting terhadap keanekaragaman kupu-kupu, keanekaragaman kupu-kupu terkait dengan ketersediaan tumbuhan sebagai sumber pakan larva maupun imago (Peggie : 2016). “Apabila 90% dari habitatnya rusak maka pulau akan kehilangan 50% spesiesnya; dan jika 99% dari habitatnya rusak, maka sekitar 75% spesies alami akan punah” (Primack dkk, 2007:98).

a. Tumbuhan Inang

Tumbuhan inang merupakan tumbuhan yang digunakan sebagai pakan larva kupu-kupu, distribusi pakan berpengaruh terhadap ketersediaan ruang dalam mencari pakan, dan sebaran jenis kupu-kupu (Ilhamdi, 2018 : 28). Sehingga semakin tinggi kelimpahannya, maka ketersediaan pakan larva semakin banyak pula terutama untuk tumbuhan penghasil nektar pada saat kupu-kupu dalam fase imago.

Akan tetapi dapat dipastikan madu bukan satu-satunya sumber makanan yang hanya dihisap kupu-kupu bahkan ada kupu-kupu yang tidak menghisap satu bunga pun seumur hidupnya, karena hanya dengan menghisap nektar pada tanaman kupu-kupu tidak dapat hidup lestari. Kupu-kupu jantan membutuhkan garam mineral untuk pembentukan sperma yang sehat bahkan genangan lumpur adalah tempat minum yang lazim bagi kupu-kupu (Stompul, 2018 : 8).

b. Suhu

Setiap makhluk hidup memiliki batas toleransi tubuh terhadap kondisi suhu lingkungan karena pada dasarnya makhluk hidup perkembangbiakan memiliki kisaran suhu tertentu. Sebagian besar jenis kupu-kupu mempertahankan suhu tubuhnya pada suhu 30° -35° C. Aktivitas serangga akan lebih cepat dan efisien pada suhu tinggi, tapi akan mengurangi lama hidup serangga (Ilhamdi, 2019:29)

Bila suhu udara berada di bawah atau di atas keadaan optimal, maka akan menimbulkan kematian serangga dalam waktu dekat. Beberapa serangga dapat beradaptasi menghadapi lingkungan ekstrim dengan diapause. Suhu udara minimum yang memungkinkan serangga masih bertahan hidup adalah 30° C.

Menurut Miller (291 : 2016) suhu memengaruhi fertilisasi internal

fertilisasi internal kupu-kupu memerlukan perhatian khusus karena gamet cepat kering pada paparan udara. Selain itu, mekanisme diperlukan untuk membawa laki-laki dan perempuan bersama-sama pada waktu yang tepat”. Sehingga tidak hanya interaksi tetapi andilnya kondisi lingkungan akan memengaruhi kematangan seksual pada organ reproduksi.

Hal ini sejalan dengan pendapat Speight et al. (1999) “Suhu tinggi akan menghambat metabolisme atau mengakibatkan kematian pada beberapa serangga, tetapi serangga yang hidup di gurun dapat menurunkan laju metabolisme dengan jumlah makanan dan air terbatas”.

c. Organisme lain

Spesies kupu-kupu ordo Lepidoptera ini ditemukan dengan sayap yang berwarna cerah, tidak sedikit beberapa diantara warna terang tersebut termasuk kupu-kupu yang memiliki kandungan beracun di dalam tubuhnya. Melalui instingnya predator akan menghindari mangsa yang memiliki warna cerah peristiwa ini disebut sebagai aposematisme.

d. Kelembaban

Faktor abiotik ini memengaruhi pembiakan, pertumbuhan dan keaktifan serangga karena pada kondisi tertentu serangga dapat mengkonsumsi air secara berlebih atau terus menerus melepaskan air dari tubuhnya melalui proses ekresi. Hal ini sejalan dengan Suantara (2000) ketika curah hujan dan frekuensi hujan tinggi hal tersebut dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan bahkan dapat menyebabkan kematian pada kupu-kupu yang tidak tahan kelembaban tinggi.

e. Intensitas Cahaya

Kupu-kupu sangat menyukai cahaya, cahaya diperlukan untuk mengeringkan sayap kupu-kupu pada saat keluar dari kepompong. Cahaya akan memberikan energi panas pada tubuh, sehingga suhu tubuh meningkat dan metabolisme menjadi lebih cepat. Peningkatan suhu tubuh akan mempercepat perkembangan larva kupu-kupu (Suantara, 2000).

Bila suhu tubuh meningkat maka kupu-kupu akan mencari tempat berteduh, oleh karenanya sayap kupu-kupu berperan dalam pengaturan panas tubuh, saat cuaca dingin kupu-kupu meningkatkan frekuensi berjemur dan pembukaan sayapnya untuk meningkatkan temperatur tubuh (Sihombing, 2002). Adapun intensitas cahaya yang cocok untuk keberadaan kupu-kupu berkisar pada 523-1159 Lux sehingga jika keadaan lingkungan berubah maka keberadaan kupu-kupu juga berubah (Irni, 2016:227).

f. Kondisi Lingkungan

1. Kerusakan alami

Alam selalu menunjukkan perubahan akibat adanya interaksi dengan makhluk hidup, perubahan cuaca dan kondisi lingkungan yang berubah juga dapat terjadi secara alami, seperti perubahan habitat di sekitar lereng pegunungan akibat letusan gunung api. Bagi beberapa spesies perubahan habitat tersebut akan meniadakan satwa asal yang sulit beradaptasi. Namun, perubahan secara alami juga membawa dampak baik bagi beberapa satwa sesudahnya.

Secara tidak langsung terjadinya kerusakan alami ini akan menyebabkan kerusakan habitat, terutama tumbuhan inang yang hidup pada habitat tersebut, sama halnya dengan tereduksinya tumbuhan inang dan pakan yang diperlukan oleh spesies spesifik seperti kupu-kupu. “Kerusakan alami yang menghancurkan habitat kupu-kupu menyebabkan kupu-kupu bermigrasi untuk mencari habitat yang lebih bagus” (Achmad, 2002).

2. Kerusakan buatan

Kerusakan habitat juga dapat disebabkan oleh ulah manusia, bahkan beberapa penyebab kerusakan alami jika ditelusuri adalah sebab adanya pengaruh tingkah laku manusia itu sendiri, pada akhirnya menyebabkan punahnya spesies kupu-kupu. Seperti perbuatan menebang pohon akan mengganggu kelembaban tanah dan udara. Sehingga sumber pakan seperti ranting kayu yang tidak terseleksi dan menyebabkan persaingan pakan pada larva kupu-kupu, atau menginjak tumbuhan dimana telur dan larva kupu-kupu berada.

3. Kebersihan lingkungan

Kupu-kupu sangat bergantung kepada lingkungan yang bersih dan belum tercemar, hal tersebut senada dengan (Ahmad dalam Ilhamdi, 2018) bahwa kebersihan lingkungan adalah faktor yang turut mempengaruhi kehadiran kupu-kupu di suatu tempat. Membuang sampah sembarangan akan mengundang serangga lain datang ke tempat tersebut, dan secara tidak langsung akan mengundang predator maupun parasitoid untuk ikut datang.

2.2 Sumber Belajar

Sumber belajar salah satu faktor yang mendukung berjalannya proses pembelajaran lebih optimal karena di dalamnya meliputi informasi penting yang dapat mempermudah peserta didik mendapatkan pengalaman belajarnya. Pernyataan ini jelaskan (Mulyasa dalam Susilo, 2018) bahwa Sumber belajar juga dapat memberikan kemudahan dalam belajar, sehingga diperoleh sejumlah informasi, pengetahuan, keterampilan dan pengalaman yang diperlukan untuk dimanfaatkan secara langsung maupun tidak langsung).

Sedangkan manfaat sumber belajar dijelaskan (Duffy dan Jonassen (dalam Supriadi : 2015) bahwa m pemanfaatan sumber belajar upaya pemecahan masalah belajar. Hal ini mungkin disebabkan karena adanya penambahan indera peserta didik dalam menerima informasi, selain daripada mendengarkan penjelasan guru, sumber belajar yang dikemas menarik dapat meningkatkan minat peserta didik untuk mencari lebih jauh tentang pengalaman belajarnya.

Sumber belajar juga dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan pembelajaran sangat beraneka ragam jenis dan bentuknya seperti booklet, buku saku, majalah dan sebagainya. Tentunya dalam penggunaan sumber belajar harus selalu mempertimbangkan keefektifan dan menyesuaikan dengan tingkatan kemampuan belajar peserta didiknya. Namun berdasarkan implementasinya sumber belajar yang digunakan hingga saat ini belum banyak dikembangkan sebagai fasilitas yang menarik, kebanyakan pendidik hanya beracuan pada buku paket saja. Hal tersebut dapat menimbulkan kejenuhan peserta didik, informasi yang terbaru dan relevan dengan kehidupan sehari-hari seperti mata pelajaran biologi sangat diperlukan peserta didik dalam proses pembelajaran yang menarik.

2.3 Pemanfaatan *Booklet* sebagai Sumber Belajar Biologi

Penjelasan mengenai *booklet* oleh Yani et.al., (2018:4) “*Booklet* merupakan salah satu jenis sumber belajar *by design*. *Booklet* dapat digunakan sebagai media pembelajaran selama sajiannya diturunkan dari kompetensi dasar yang harus dikuasai oleh peserta didik agar hanya memuat satu kompetensi dasar saja”.

Jika dilihat dari katanya, terdiri dari *book* (buku) dan *leaflet* artinya selebaran, secara sederhana dapat diartikan sebagai sebuah buku kecil yang informatif yang didesain semenarik mungkin. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Setyaningsih (2019) pengembangan *booklet* pada materi keanekaragaman efektif untuk menambah daya tarik peserta didik dalam mengelola informasi, dengan aspek kevalidan bahasa sebesar 85,3 % aspek materi sebesar 95,3% (sangat valid) dan aspek media sebesar 90,6% . Sedangkan aspek kepraktisan menunjukkan respon positif.

Sejalan dengan pernyataan di atas hasil penelitian Komalasari, Indri & Hilma (2018) *booklet* berada pada kategori sangat layak. Hal ini didukung dengan desain yang menarik, ilustrasi yang menarik dan pemilihan warna yang sesuai dengan karakteristik peserta didik di SMAN 81 Jakarta. Jadi penulis berasumsi hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan *booklet* dalam pembelajaran mudah dipahami. Kemudian pembuatan *booklet* dapat dijadikan sebagai sumber belajar biologi sedangkan untuk materi keanekaragaman kupu-kupu juga dapat dimasukkan ke dalam materi Animalia kelas X SMA (Dewi, Hamidah & Sukmono, 2020).

2.4 Hasil Penelitian yang Relevan

Kehidupan yang unik dari kupu-kupu serta warna dan bentuknya yang indah memikat banyak orang untuk tertarik mengamatinya, penelitian mengenai kupu-kupu telah banyak sekali dilakukan oleh beberapa peneliti belahan dunia seperti halnya di Indonesia. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Rahayu dan Adi (2012) tentang keanekaragaman jenis kupu-kupu (Lepidoptera) di Hutan Kota Muhammad Sabki bertujuan untuk mengetahui kelimpahan kupu-kupu di berbagai tipe habitat. Hutan kota tersebut terdiri dari empat habitat yaitu taman, pinggir kolam, hutan karet, dan hutan campuran. Kemudian hasil akhir diperoleh jumlah individu kupu-kupu sebanyak 3241 jenis yang terdiri dari 43 spesies yang berasal dari 6 famili (Hesperiidae, Papilionidae, Nymphalidae, Lycaenidae, and Riodinidae). Jumlah spesies yang paling tinggi ditemukan pada habitat hutan karet dan pinggir kolam (masing-masing 37 spesies), selanjutnya pada habitus taman (33 spesies) dan hutan campuran (27 spesies). Dua spesies

yang secara konsisten ditemukan pada semua habitat yaitu *Eurema hecabe* dan *Mycalesis janardana*.

Kemudian, beberapa penelitian lain yang telah dilakukan Noor dan Suharno (2015) membuktikan bahwa dari hasil penelitian keanekaragaman kupu-kupu tersebut dapat digunakan sebagai sumber belajar biologi SMA pada materi keanekaragaman. Hasilnya kupu-kupu di Bantaran Sungai Batanghari Kota Metro memiliki keragaman dikategorikan sedikit atau rendah karena memiliki nilai Nilai $H1 < 1$, dengan spesies yang paling dominan adalah *Eurema alitha* sebanyak 136 ekor.

2.5 Kerangka Konseptual

Keberadaan kupu-kupu mudah dikenali dengan keindahan sayapnya, populasinya yang berlimpah mudah dijumpai di berbagai tipe habitat terbuka, dari mulai dataran tinggi sampai dataran rendah. Mengetahui Universitas Siliwangi berada pada ketinggian 359 mdpl sehingga termasuk wilayah dataran rendah, maka kampus satu Universitas Siliwangi berada pada posisi yang strategis bagi keberagaman Lepidoptera. Hal tersebut sejalan dengan hasil observasi yang sudah dilakukan, ditemukannya hilir mudiknya kupu-kupu dapat dijumpai di kampus satu Universitas Siliwangi Tasikmalaya, yang mana kampus tersebut merupakan kampus terbesar se priangan timur dengan luas areal 6,9 ha. Sebenarnya Universitas Siliwangi memiliki kampus pusat atau kampus lama dan kampus kedua yaitu kampus baru. Akan tetapi dilakukannya penelitian ini hanya dilakukan di kampus satu saja, melalui banyak pertimbangan dan jika dikaji dari hasil observasi dimana kondisi lingkungan kampus dua vegetasi belum padat dan terbilang gundul karena *food rate* kupu-kupu jarang dijumpai.

Kondisi larva menjadi fase yang sangat sensitif dalam siklus hidupnya, keberadaan tumbuhan pakan akan membantu ulat dalam tahap persiapannya menjadi kepompong. Fase larva mudah sekali dimangsa oleh mamalia kecil dan jenis burung, sehingga kupu-kupu berada di dasar rantai makanan pada kerajaan binatang, bahkan dalam kondisi panas seperti savana ditemukan kupu-kupu berwarna cerah sehingga bisa berkamuflase di lingkungan tersebut.

Akan tetapi ditemukannya masalah pasca dilakukannya observasi oleh adanya perubahan lahan secara berkala di kampus pusat, menyebabkan distribusi kupu-kupu di Universitas Siliwangi dikhawatirkan akan mengalami penurunan. Hal ini menyebabkan cahaya matahari tidak terserap maksimal jika kondisi area berubah menjadi bangunan tinggi. Di samping itu, dampaknya sinar matahari akan dipantulkan kembali, bahkan berdasarkan observasi kupu-kupu spesies *Jamides celona* akan sulit ditemukan sebab tanah berubah menjadi *paving block*, dan jalan beraspal.

Jika tidak segera diatasi dengan penambahan tanaman inang dan area hijau, ini disebabkan karena keberadaan kupu-kupu bergantung pada sumber pakan yang spesifik. Dalam realitanya kupu-kupu tidak hanya memakan nektar saja, karena dapat dipastikan beberapa spesies kupu-kupu tidak pernah menyantap nektar pada bunga melainkan berupa garam mineral pada tanah. Selain itu, adanya hubungan antara komponen fisik dengan kelimpahan kupu-kupu menjadi ketergantungan yang tidak bisa dihindari, misalnya jika sinar matahari berkurang metabolisme kupu-kupu menurun, sayap basah dan mudah rusak. Karena memang kupu-kupu adalah makhluk kecil yang lemah.

Terdapat hubungan yang erat mengenai keberadaan kupu-kupu sebagai bioindikator lingkungan yakni disebabkan karena kupu-kupu memiliki kepekaan terhadap perubahan lingkungan. Kecenderungan hidup kupu-kupu menyukai wilayah bebas asap, tidak terpolusi oleh insektisida. Disamping itu, lestarnya keberadaan kupu-kupu memiliki peran penting dalam mendukung keseimbangan ekologi.

Berdasarkan uraian di atas, langkah inventarisasi mengenai keanekaragaman spesies kupu-kupu yang ada di Universitas Siliwangi pada berbagai tipe habitat menjadi sebuah solusi dalam mencegah terjadinya penurunan populasi. Kemudian peroleh data dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai sumbang asih dalam bidang pendidikan, agar menjadi informasi yang relevan dan menarik sebagai salah satu sumber belajar biologi berupa *booklet*. Pemilihan media pembelajaran ini berlandaskan pada kemampuan sel pada retina dalam memperoleh informasi. Dimana *booklet* akan memuat ilustrasi gambar yang lebih

dominan untuk memanjakan mata, sehingga akan lebih mudah dipahami. Seperti halnya pepatah yang mengatakan bahwa satu gambar mampu menjelaskan makna dibanding dengan ribuan kata. Dokumentasi tertulis menjadi data dan acuan juga dalam menentukan upaya konservasi selanjutnya, dan dapat menjadi suplemen tambahan dalam mempelajari biologi pada materi keanekaragaman hayati, materi fauna bagi peserta didik, bahkan bagi mahasiswa informasi kupu-kupu ini dapat dikaitkan dengan mata kuliah Zoologi Invertebrata dan ekologi lingkungan.

2.6 Pertanyaan Penelitian

1. Apa saja jenis kupu-kupu (superfamily Papilionoidea) yang ditemukan di lingkungan Universitas Siliwangi Tasikmalaya?
2. Bagaimana kupu-kupu (superfamily Papilionoidea) dijadikan sebagai bioindikator lingkungan ?
3. Bagaimana hasil nilai indeks ekologis yang meliputi, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominansi persebaran Kupu-Kupu di Universitas Siliwangi?