

BAB II

KAJIAN TEORI DAN KERANGKA PEMIKIRAN

A. Kajian Teori

1. Ekosistem

Ekosistem adalah suatu sistem dalam ekologi yang terbentuk karena adanya hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Makhluk hidup terdiri dari manusia, hewan dan tumbuhan, sedangkan lingkungan merupakan sesuatu yang berada diluar individu. Menurut Cartonno dan Nahdiah (2010) mengatakan bahwa “ekosistem merupakan suatu sistem dari fungsi organisme-organisme bersama dengan lingkungan hidupnya”. Ekosistem merupakan komunitas organisme di suatu wilayah beserta faktor-faktor fisik yang berinteraksi dengan organisme-organisme yang ada didalamnya (Campbell,*et all.*, 2010).

Ekosistem membutuhkan berbagai macam komponen untuk pembentukannya. Komponen ekosistem merupakan unsur-unsur biotik yaitu berupa organisme yang hidup dan unsur abiotik yaitu berupa faktor lingkungan yang meliputi suhu, kelembapan, pH, dan Intensitas cahaya (Wastika, 2018). Setiap spesies di dalam ekosistem mempunyai suatu relung ekologi yang khas dengan faktor-faktor lingkungan yang khas yaitu ditempat-tempat tertentu. Menurut Suin (Khotimah, 2018) mengatakan bahwa “kepadatan dan persebaran hewan disuatu ekosistem ditentukan karena adanya interaksi, maka pengaruh faktor lingkungan terhadap organisme di suatu ekosistem saling berkaitan satu sama lain”. Dari beberapa pengertian yang telah disampaikan diatas maka dapat disimpulkan bahwa ekosistem merupakan suatu lingkungan dimana didalamnya terjadi hubungan timbal balik antara faktor biotik (organisme yang hidup) dan faktor abiotik (unsur yang tak hidup) sehingga dapat mempengaruhi suatu organisme dilingkungan tersebut, dan menyebabkan adanya interaksi yang terjadi dilingkungan tersebut.

Ekosistem dibagi menjadi ekosistem alami dan ekosistem buatan. Ekosistem alami merupakan ekosistem yang terjadi tanpa adanya campur tangan manusia misalnya seperti ekosistem laut, sedangkan ekosistem buatan merupakan ekosistem yang dipengaruhi oleh manusia dan dibuat dengan memiliki tujuan tertentu (Irwan, 1997).

a. Macam-macam Ekosistem

1) Ekosistem Darat

Menurut Odum (Khotimah, 2018), mengatakan bahwa “ekosistem darat merupakan habitat semua jenis organisme yang didalamnya terjadi interaksi antar organisme dengan lingkungannya”. Ekosistem darat adalah suatu ekosistem yang sebagian besar dihuni oleh tumbuhan, hewan dan organisme yang hidup di darat serta memiliki vegetasi yang dominan. Ekosistem darat terdiri atas beberapa macam bioma antara lain bioma padang rumput, hutan hujan tropis, gurun, hutan gugur, taiga dan tundra. Sub-ekosistem daratan dapat dibagi menjadi sub-ekosistem belukar, sub-ekosistem padang pasir, sub-ekosistem padang rumput, dan sub-ekosistem hutan (Mulyadi, 2010).

2) Ekosistem hutan

Ekosistem hutan merupakan hubungan antara beberapa populasi dimana populasi tersebut berada dikawasan hutan. Hutan merupakan rumah bagi perkumpulan kehidupan flora dan fauna dengan memiliki luas dan mempunyai kerapatan tertentu yang menutupi suatu areal. Menurut Kadri (Indriyanto, 2015), mengatakan bahwa “hutan merupakan suatu kawasan hamparan tanah yang ditumbuhi pepohonan dimana terdapat pula makhluk hidup lainnya yang saling berinteraksi dengan lingkungannya”.

2. Keanekaragaman

Keanekaragaman hayati merupakan istilah yang sering digunakan untuk menggambarkan keanekaragaman jenis binatang, tanaman, mikroorganisme yang ada serta berinteraksi didalam suatu ekosistem. Menurut Delong (Leksono, 2011), mengatakan bahwa “keanekaragaman hayati adalah atribut atau ciri suatu area yang menyangkut keragaman di dalam dan di antara organisme hidup, kumpulan organisme, komunitas biotik serta proses biotik yang masih alami ataupun yang sudah diubah oleh manusia”. Keanekaragaman hayati dapat terjadi pada berbagai tingkat kehidupan, mulai dari organisme tingkat rendah sampai organisme tingkat tinggi. Menurut skala organisasi biologisnya, keanekaragaman hayati mencakup tiga tingkatan yaitu keanekaragaman gen, spesies, dan ekosistem (Leksono, 2011). Pengertian masing-masing tingkatan keanekaragaman hayati dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Keanekaragaman gen, merupakan variasi dalam satu jenis atau spesies makhluk hidup. Perbedaan variasi gen menyebabkan sifat yang tidak tampak dan sifat yang tampak pada setiap makhluk hidup menjadi berbeda. Keanekaragaman gen terjadi karena adanya perkawinan serta adaptasi dengan lingkungannya (Agesti, 2018).
- b. Keanekaragaman spesies, merupakan perbedaan yang ditemukan pada komunitas atau kelompok berbagai spesies yang hidup disuatu tempat. Menurut Campbel, *et all.*, (2010 hlm. 385), menjelaskan bahwa keanekaragaman spesies suatu komunitas berbagai macam organisme memiliki dua macam komponen. Yang satu adalah kekayaan spesies atau jumlah spesies berbeda dalam suatu komunitas, dan yang lain adalah kelimpahan relatif spesies yang berbeda-beda.
- c. Keanekaragaman ekosistem, yaitu keanekaragaman habitat, komunitas biotik dan proses ekologi di daratan atau lautan. Keanekaragaman ekosistem tergantung atas faktor abiotik, interaksi antar spesies dan interaksi spesies dengan lingkungannya (Leksono, 2011).

Keanekaragaman ditandai dengan banyaknya spesies disuatu komunitas. Tingginya suatu keanekaragaman spesies dapat diketahui melalui perhitungan indeks keanekaragaman spesies. Menurut Kurniati (Watika, 2018), mengatakan bahwa “Indeks keanekaragaman suatu spesies menunjukkan hubungan antara jumlah suatu spesies dengan individu yang menyusun suatu komunitas, jika nilai indeks keanekaragaman yang tinggi menunjukkan bahwa lingkungan yang stabil. Sedangkan nilai keanekaragaman yang rendah menunjukkan lingkungan tidak stabil dan berubah-ubah”.

Untuk menganalisis keanekaragaman dapat menggunakan rumus indeks keanekaragaman Shannon Wiener :

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

Besarnya nilai indeks keanekaragaman menurut Michael (Mintarsih, 2017) didefnisikan sebagai berikut:

- a. Nilai $H' > 3$ menunjukkan tingkat keanekaragaman spesies tinggi
- b. Nilai $H' 1-3$ menunjukkan tingkat keanekaragaman spesies sedang
- c. Nilai $H' < 1$ menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies rendah

Keanekaragaman spesies dapat digunakan untuk menentukan struktur suatu komunitas dan juga dapat digunakan untuk mengukur stabilitas komunitas suatu lingkungan, yaitu kemampuan komunitas untuk menjaga dirinya tetap stabil terhadap gangguan komponen-komponennya.

Suatu komunitas dapat dikatakan memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi apabila komunitas tersebut disusun oleh banyak jenisnya. Sebaliknya jika suatu komunitas dikatakan memiliki keanekaragaman yang rendah apabila komunitas tersebut disusun hanya sedikit jenisnya. Terjadinya interaksi antar jenis komunitas yang tinggi berarti menunjukkan komunitas tersebut memiliki kompleksitas serta tingkat keanekaragaman yang tinggi pula.

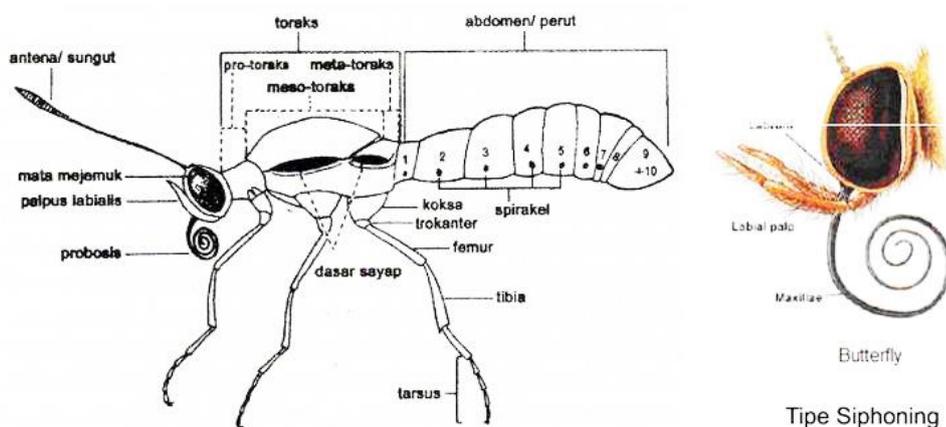
3. Ordo Lepidoptera

Lepidoptera merupakan ordo terbesar dari serangga. Lepidoptera berasal dari kata *Lepis* yang berarti sisik, *pteron* yang berarti sayap, sehingga memiliki arti sayap bersisik. Sisik-sisik ini nantinya yang akan membuat sayap kupu-kupu mempunyai warna yang cerah (Bonnu, 2013). Imago dari lepidoptera biasanya disebut kupu-kupu (*Butterflies*) dan ngengat atau *Moth* (kupu-kupu malam). Kupu-kupu memiliki sayap yang indah dan menarik serta aktif di siang hari sehingga lebih banyak dikenal oleh umum. Ngengat mempunyai sayap yang tidak menarik serta tertarik dengan cahaya, kebanyakan spesies ngengat aktif pada malam hari namun ada juga yang aktif pada petang dan pagi, serta pada siang hari. Cara membedakan kelompok jantan dan betina dari Lepidoptera yaitu dengan cara melihat pola sayap dan warnanya, pada kupu-kupu jantan memiliki warna sayap yang lebih kuat dan memiliki banyak corak.

Menurut Suhara (2009), mengatakan bahwa “Lepidoptera memiliki bentuk alat mulut tipe penhisap, alat mulut berubah sedemikian rupa sehingga mulutnya menyerupai belalai yang disebut proboscis. Karena proboscis tersebut panjang, biasanya digulung dibawah kepala”. Serangga Leidoptera memiliki antenna agak panjang, mulut pada larva bertipe pengigit dan pada dewasa penhisap, dan ukuran tubuh kecil sampai besar (Hadi, dkk., 2009). Mata majemuk seekor kupu-kupu atau ngengat relatif besar dan terdiri dari sejumlah faset. Kebanyakan ngengat mempunyai dua mata tunggal, satu pada masing-masing sisi yang dekat dengan batas majemuk (Borror, *et all.*, 1996).

a. Morfologi Lepidoptera

Kupu-kupu dilengkapi dengan dua pasang sayap, dan bagian tubuh terbagi menjadi 3 bagian yaitu caput (kepala), thoraks (dada) dan abdomen (perut). Tubuhnya ditopang dengan kerangka luar yang disebut eksoskeleton yaitu tempat melekatnya otot dan organ pada sisi bagian dalam. Kepala dan dada dilengkapi dengan otot-otot yang memiliki fungsi sebagai alat gerak dari bagian mulut dan sayap kupu-kupu. Lapisan luar dari rangka lepidoptera sebagian besar berupa lapisan kitin. Bagian-bagian tubuh dari imago Lepidoptera dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2. 1 Bagian-bagian tubuh imago Lepidoptera

(Sumber: Putri, 2015)

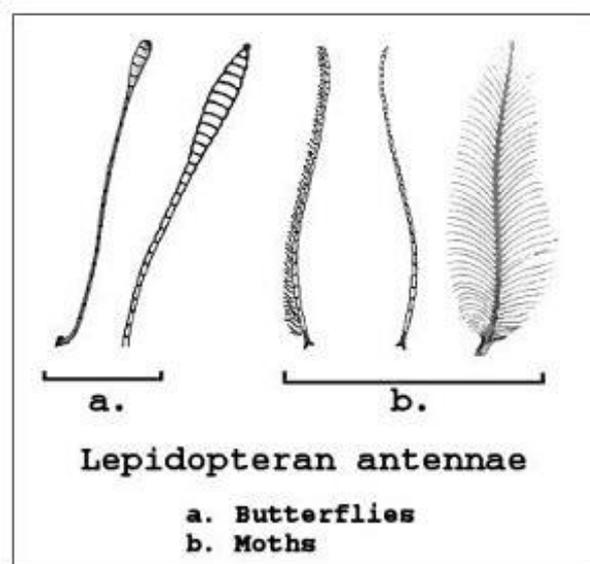
1) Caput (kepala)

Kepala kupu-kupu memiliki gerakan yang terbatas, serta terdiri dari enam ruas dan memiliki gerakan yang terbatas. Pada Tiga ruas pertama berhubungan dengan 3 komponen sensori yaitu sungut (antenna), mata majemuk dan mata tunggal, tiga ruas yang lainnya berhubungan dengan bagian mulut kupu-kupu (Putri, 2015). Rahang bawah kupu-kupu yang semula sebagai alat pengigit mereduksi maksila, kemudian beradaptasi menjadi tipe penghisap yang berbentuk belahan tabung disebut proboscis (Suhara, 2009). Proboscis akan dijulurkan pada saat menghisap nektar pada bunga, dan akan digulung kembali ketika sudah tidak digunakan.

Pada kepala terdapat sepasang mata majemuk yang besar, masing-masing permukaannya terdiri dari ratusan lensa yang berbentuk heksagonal dan terdapat oseli atau mata tunggal (Putra, 2017). Mata majemuk memungkinkan serangga

untuk mengenali warna, bentuk dan gerakan. Selain mempunyai mata majemuk, kupu-kupu memiliki mata tunggal oseli. Oseli sulit terlihat karena letaknya tertutupi oleh rambut-rambut halus. Fungsi dari oseli ini yaitu untuk mempertajam penglihatan dari mata majemuk.

Antenna Lepidoptera terdapat diujung kepala yang bisa digerakkan ke segala arah. Selain itu, antenna juga dilengkapi dengan sel saraf yang fungsinya sebagai alat pencium dan peraba (Putra, 2017). Pada beberapa famili memiliki antenna yang berbeda, misalnya antenna pada bagian ujung membesar, berambut seperti sisir dikedua sisinya atau bahkan berbentuk seperti bulu. Tipe antenna pada Lepidoptera dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Tipe antenna Lepidoptera

2) Thoraks (dada)

Thoraks (dada) yaitu tempat melekatnya kepala, kaki dan sayap yang kemudian dihubungkan oleh selaput tipis, selaput tipis ini adalah leher sehingga membuat kepala dari kupu-kupu dapat digerakkan dengan mudah. Thoraks terdiri dari ruas-ruas yang kuat dan berisi otot (Putri, 2015). Tiga pasang kaki terdapat di bagian bawah thoraks. Kaki dan sayap pada kedua belah sisi toraks dilengkapi dengan 2 pasang lubang spirakel yang memiliki fungsi sebagai lubang pernafasan.

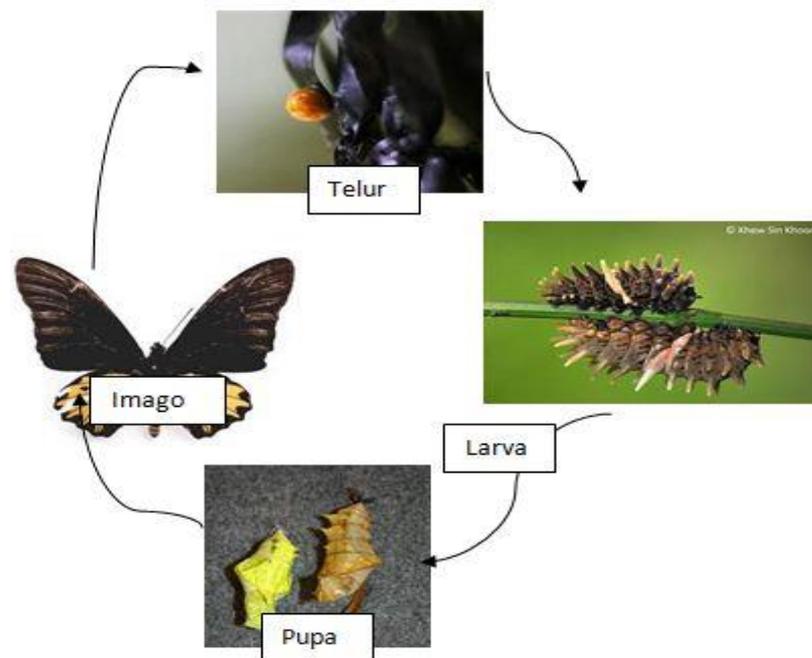
3) Abdomen

Bagian tubuh dari Lepidoptera yang paling lunak dibandingkan dengan thoraks dan kepala yaitu abdomen.. Abdomen lepidoptera terdiri dari 10 ruas.

Ruas terakhir pada abdomen mengalami modifikasi menjadi alat kelamin. Alat pencernaan jantung, organ ekresi dan sistem otot terdapat di dalam abdomen.

b. Siklus Hidup Lepidoptera

Lepidoptera merupakan serangga yang mempunyai siklus hidup sempurna dan setiap tingkatan siklusnya mengalami bentuk yang berbeda-beda. Peggie (2014) menjelaskan bahwa “siklus hidup kupu-kupu tergolong holometabola, mengalami metamorfosis sempurna dengan siklus yang dimulai dari telur kemudian berubah menjadi larva (ulat), selanjutnya larva membentuk menjadi kepompong (pupa), dan akhirnya menjadi kupu-kupu (imago). Umurnya berkisar antara tiga sampai empat minggu”. Siklus hidup kupu-kupu dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Siklus Hidup Kupu-kupu
(Sumber: Putri, 2015)

1) Telur

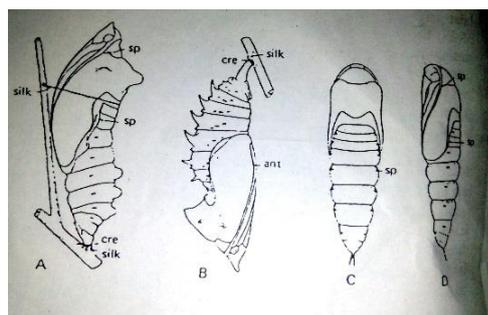
Bentuk dan ukuran telur berbeda-beda tergantung pada jenisnya. *Nature Society* Singapore (Putra, 2017) menjelaskan bahwa bentuk dari telur kupu-kupu biasanya bulat seperti kepala suatu peluru, telur membutuhkan waktu sekitar 2 sampai 3 hari untuk menetas. Kupu-kupu betina biasa meletakkan telurnya di bagian bawah dari daun baik secara terpisah ataupun dalam kelompok. Kemudian telur ditempelkan pada permukaan daun dan dilindungi dengan cairan dari abdomen betina.

2) Larva

Ukuran dari larva yang baru menetas sangatlah kecil. Pada saat stadium larva hidupnya secara berkelompok dan kegiatannya yaitu memakan dedaunan. Menurut kunte (Putri, 2015) menyatakan bahwa “stadium larva ini adalah fase dimana larva sangat intensif makan karena sebagian besar pertumbuhan tubuh terjadi pada fase stadium larva ini”. Larva mempunyai pertumbuhan sangat cepat. Seiring dengan pertumbuhannya, ukuran ulat akan melebihi kulitnya, sehingga secara alami ulat akan berganti kulitnya dan proses ini disebut *molting*. Pergantian kulit ulat terjadi 4 sampai 6 kali. Ketika ukuran larva sudah maksimal, larva akan berhenti untuk makan dan mencari tempat untuk berlindung untuk berubah menjadi kepompong.

3) Pupa (kepompong)

Pupa memiliki struktur kulit yang keras, halus serta biasanya berwarna hijau atau coklat. Jika diamati dari luar fase pupa seperti sedang beristirahat, namun di dalam tubuh pupa terjadi proses perubahan yang besar sehingga akan terbentuk imago yang siap keluar dari kepompongnya. Tidak seperti ngengat, kepompong pada kupu-kupu tidak membentuk kokon, kecuali pada famili Hesperidae. Pada famili Hesperidae kepompongnya terbentuk dalam balutan sutra. Kepompong umumnya menggantung pada ranting atau cabang pohon. Pada fase ini memiliki waktu 10 hari sampai 2 minggu tergantung spesiesnya (Peggie, 2014). Larva Lepidoptera dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2. 4 Pupa Lepidoptera. A. Papilio; B. Nymphalidae; C. Noctuidae
(Sumber: Borrer, 1996)

4) Imago (kupu-kupu dewasa)

Setelah melewati masa kepompong (dari beberapa hari hingga satu bulan lebih) kupu-kupu dewasa muncul dan sebelum keluar warna sayap sudah terlihat pada kepompong, imago membuka bagian atas kepompong serta sambil

memegang dedaunan dengan kaki depan, kemudian ia menarik diri keluar dari kepompong. Sayap kupu-kupu masih tertutup seperti payung terjun. Setelah keluar kupu-kupu mengeluarkan banyak cairan, cairan basah yang menyelimuti kupu-kupu berfungsi untuk membantu pembesaran sayap dan tubuhnya. Cairan tersebut disebut cairan hemolymph. Kupu-kupu akan merangkak ke atas dahan, kemudian mulai membuka dan menggerakkan sayapnya hingga sayapnya menjadi kering sebelum dapat terbang untuk pertama kalinya. Seluruh proses ini biasanya berlangsung di pagi hari yang cerah.

Kupu-kupu akan berkembang biak, terdapat beberapa jenis spesies yang mempunyai ritual kawin yang menarik. Kupu-kupu jantan akan mendekati kupu-kupu betina dan menari-nari untuk mendapat perhatian. Setelah kawin, kupu-kupu betina akan kembali meletakkan telur-telurnya untuk melanjutkan siklus hidupnya.

c. Perbedaan Kupu-kupu dan Ngengat

Perbedaan kupu-kupu dan ngengat berdasarkan perilaku dan bentuknya menurut Stanek (Suhara, 2009) sebagai berikut:

- 1) Kupu-kupu aktif dan melakukan aktivitasnya pada siang hari, sedangkan ngengat aktif pada malam hari sehingga dikatakan sebagai hewan *nocturnal*.
- 2) Kupu-kupu hinggap dengan kedua pasang sayap tertutup, sedangkan ngengat hinggap dengan kedua pasang terbuka, kedudukan sayap mendarat membentuk otot.
- 3) Larva pada kupu-kupu mempunyai 5 pasang kaki semu, sedangkan larva/ulat pada ngengat mempunyai kaki semu kurang dari 5 pasang.
- 4) Antenna pada kupu-kupu cenderung langsing, gilig seperti lidi dengan ujung membesar, sedangkan antenna pada ngengat yang pendek dan bentuknya seperti bulu atau sisir.
- 5) Pupa pada kupu-kupu telanjang, serta pada ujungnya dilengkapi dengan tali sutera atau tali untuk menopang pelekatannya pada substrat, sedangkan pupa ngengat di dalam kokon sutera.

d. Klasifikasi Lepidoptera

Berdasarkan ciri-ciri sungut (antenna), Lepidoptera dibagi menjadi sub ordo Rhopalocera (kupu-kupu) dan Heterocera (ngengat). Berdasarkan bentuk sayap depan dan belakang dan susunan vena sayap, ordo tersebut dibagi menjadi dua subordo yaitu Yugatae dan Frenatae (Borror, 1996, h. 730). Sifat karakteristik yang digunakan dalam pembagian ordo menjadi sub ordo dan terus ke famili adalah susunan vena sayap, bentuk sayap depan dan belakang, sifat antenna, alat

gandar, ocelli, alat mulut, kaki, dan abdomen. Pada sub ordo Yugatae susunan vena sayap depan dan belakang sama. Pada sub ordo Frenatae susunan vena sayap depan dan belakang tidak sama.

Anggota sub ordo Yugatae terdiri dari 3 famili, yaitu Eriocraniida, Micropterygidae dan Hepialidae. Yang termasuk dalam sub ordo Frenatae yaitu family Cossidae, Pryalidae, Plutellidae, Zygaenidae, Psychidae, Geometridae, Bombycidae, saturniidae, Spingidae, Papillionidae, Danaidae, Nymphalidae, Hesperidae, Pieridae (Hadi, dkk., 2009).

1) Sub Ordo Yugatae

Pada sub ordo Yugatae memiliki ciri-ciri dimana sayap depan dan sayap belakang bentuknya sama dan penulangan sayapnya sama. Kedua sayapnya dihubungkan dengan yugum. Bentuk yugum seperti kait (tajuk) yang berada pada bagian sayap depan, menjorok ke bagian bawah sayap belakang (Hidayat, dkk., 2004, h. 75). Dengan adanya yugum pada sayap depan dan belakang yang saling berlekatan, sehingga pada waktu terbang bergerak bersama-sama. Ngegat primitive termasuk kedalam sub ordo Yugatae, misalnya dari famili Micropterygidae.

2) Sub Ordo Frenatae

Pada sub ordo Frenatae anggota-anggotanya memiliki organ yang disebut frenulum. Frenulum merupakan sekumpulan rambut kasar yang menjulur ke depan pada pangkal sayap belakang di bagian depannya. Dengan adanya frenulum ini, sayap depan dan sayap belakang berlekatan dan mengakibatkan sayap bergerak bersama-sama pada waktu terbang. Anggota sub ordo frenatae mempunyai bentuk sayap depan yang lebih besar dari sayap belakangnya serta memiliki bentuk penulangan yang berbeda (Hidayat, dkk., 2004 h. 76). Famili yang termasuk kedalam sub ordo Frenatae antara lain:

a) Famili Zygaenidae

Ulatnya berukuran kecil, warnanya kerap mencolok. Badan biasanya terdapat bintik-bintik, menyukai daun yang pertumbuhannya telah selesai. Biasanya hidup di pohon-pohon tinggi yang termasuk monokotil (kelapa dan bambu). Contohnya *Artona cartoxantha*.

b) Familia Saturniidae

Merupakan kupu-kupu berukuran besar, sayap lebar dan pada sayapnya mempunyai bercak (spot) berbentuk mata, warna sayapnya abu-abu, orange, coklat kemerahan. Antennanya berbulu, ukuran tubuh jantan lebih besar dari betina. Larvanya besar sampai 15 cm dengan duri-duri/rambut-rambut. Contoh: *Attacus atlas* (kupu-kupu gajah), menyerang tanaman mangga, jeruk, alpukat, kina, dll.

c) Familia Sphingidae

Ulatnya mudah dikenal karena mempunyai tanduk pada ruas abdomen ke-8 pupanya khas karena mempunyai proboscis yang berkembang dengan baik. Bentuk dewasa mempunyai ciri khas bagian depan yang lancip, sayapnya panjang dan ramping. Bentuk seperti pesawat jet dengan sayap berbentuk segitiga. Kupu-kupu Sphingidae dapat terbang dengan cepat.

d) Familia Papilionidae

Familia Papilionidae terkenal dengan ukurannya yang sedang dan besar, berwarna menarik seperti merah, kuning, hijau, dengan kombinasi hitam putih. Ada jenis-jenis yang mempunyai ekor yang merupakan perpanjangan sudut sayap belakang (Peggie & Amir, 2006). Ulatnya pendek dan menempel pada daun. Gambar spesies dari famili papilionidae dapat dilihat pada Gambar 2.5.

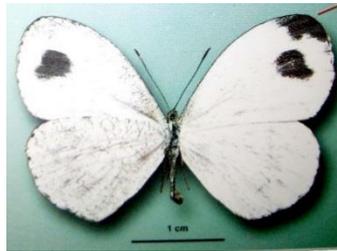


Gambar 2.5. *Papilio demolion* (Papilionidae)
(Sumber: Peggie & Amir, 2006)

e) Famili Pieridae

Kupu-kupu ini terkenal dengan ukurannya yang sedang sampai kecil serta memiliki warna yang umumnya berwarna kuning dan putih, sebagian ada yang berwarna oranye dengan sedikit hitam atau merah. Kupu-kupu ini biasanya memiliki tanda-tanda hitam pada ujung sayapnya. Kupu-kupu betina umumnya berwarna lebih gelap dan dapat dengan mudah dibedakan dari yang jantan (Peggie & Amir, 2006). Kupu-kupu ini biasanya menarik perhatian karena terbang dalam

kelompok (Hidayat, dkk., 2004). Spesies dari famili Pieridae dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. *Leptosia nina*
(Sumber: Peggie & Amir, 2006)

f) **Familia Nymphalidae**

Kupu-kupu dari Nymphalidae sangat beragam, umumnya memiliki warna yang coklat, kuning, oranye, dan hitam serta ukurannya beragam, mulai dari ukuran kecil sampai besar (Peggie & Amir, 2006). Nymphalidae merupakan salah satu kelompok kupu-kupu yang cukup besar jumlahnya (Borror, *et al.*, 1996, h. 794).

Ciri dari Nymphalidae adalah mengecilnya pasangan tungkai depan pada kupu-kupu jantan dan betina sehingga tungkai tidak berfungsi untuk berjalan. Pada kupu-kupu jantan, biasanya pasangan tungkai depan tertutup oleh kumpulan sisik yang padat seperti sikat (Peggie & Amir, 2006). Ciri lain dari nymphalidae sayap-sayap secara tidak teratur berlekuk, bagian bawah sayap lebih gelap dan kelihatan seperti selembar daun yang mati (Borror, *et al.*, 1996 h. 796). Spesies dari famili Nymphalidae dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. *Euploela Eunice*
(Sumber Peggie & Amir, 2006)

g) **Familia Lycaenidae**

Kupu-kupu ini memiliki yang tubuh ramping, sungut-sungut biasanya dilingkari dengan warna putih, dan terdapat sebuah garis sisik-sisik putih yang mengelilingi mata. Ukurannya dari kupu-kupu ini biasanya kecil dan berwarna

cemerlang seperti biru, ungu, oranye dengan bercak metalik hitam atau putih (Borror, *et all.*, 1996, h. 791).

Kupu-kupu ini biasanya dijumpai pada pagi hari dan ditempat terbuka. Beberapa anggotanya bersimbiosis mutualistik dengan semut, ulat memanfaatkan semut untuk menjaganya dari serangan parasit, dan semut mendapatkan cairan manis yang dikeluarkan dari kelenjar pada ruas ketujuh abdomen pada ulat (Peggie & Amir, 2006).



Gambar 2.8 *Euchrysops cnejus*
(Sumber Peggie & Amir, 2006)

h) Familia Hesperidae

Anggota dari famili ini memiliki ukuran yang sedang dan memiliki sayap yang biasanya berwarna coklat dan memiliki bercak putih atau kuning (Peggie & Amir, 2006). Memiliki antenna yang bentuknya khas dimana ujungnya menebal, membengkok dan meruncing. Kupu-kupu ini aktif pada pagi dan sore hari, terbang zig-zag sehingga disebut skippers serta penyebarannya di daerah tropis (Hidayat, dkk., 2004).



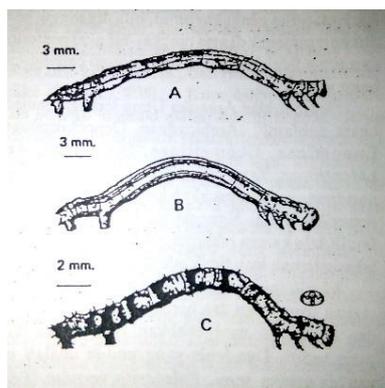
Gambar 2.9. *Erionata thrax*
(Sumber: Peggie & Amir, 2006)

i) Famili Noctuidae (ngengat hantu)

Memiliki ukuran kecil sampai sedang, badannya gemuk, dan tegap. Berwarna suram dengan garis-garis teratur merah, kuning, orange (spot-spot perak). Saat beristirahat posisi sayap seperti genting diatas abdomen, warna larva bervariasi, tubuh kokoh dan berambut (Subyanto & Sulthoni, 1991).

j) Famili Geometridae (ngengat sayap gelombang)

Famili geometridae terkenal dengan ulatnya yang disebut ulat jengkal (ulat kian). Ukuran tubuh kecil hingga sedang, tubuh ramping. Memiliki sayap agak lebar yang ditandai dengan garis-garis gelombang yang halus. Larva mempunyai 2-3 pasang kaki (Subyanto & Sulthoni, 1991). Dikenal sebagai hama pohon buah-buahan seperti jambu, jeruk, kina, teh, kopi. Larva geometridae, dapat dilihat pada Gambar 2.10



Gambar 2. 10 Larva ulat jengkal
(Sumber: Borrer, 1996)

e. Faktor yang Mempengaruhi Kupu-kupu

Tempat yang disukai oleh kupu-kupu yaitu tempat yang bersih, sejuk serta tidak terpolusi oleh insektisida, hal ini yang membuat kupu-kupu sering digunakan sebagai bioindikator atau komunitas tertentu.. Faktor-faktor yang mempengaruhi kupu-kupu antara lain

1) Tumbuhan Inang dan Penghasil Nektar

Tumbuhan inang merupakan tumbuhan sebagai pakan bagi larva kupu-kupu. Menurut Achmad (Nurjannah, 2010) menyatakan bahwa “Kupu-kupu membutuhkan habitat yang ditandai dengan ketersediaan tumbuhan sebagai sumber pakan larva, sumber nektar serta tanaman pelindung untuk kelangsungan hidupnya”. Apabila kedua tumbuhan ini tersedia di suatu habitat, maka memungkinkan kupu-kupu untuk dapat melangsungkan hidupnya dari generasi ke generasi. Dengan demikian, keberagaman tumbuhan di suatu daerah sangat mempengaruhi keragaman jenis kupu-kupu. Menurut Achmad (Mintarsih, 2017) menyatakan bahwa “Tumbuhan penghasil nektar merupakan tumbuhan yang sangat berpengaruh bagi kelangsungan hidup bagi imago kupu-kupu. Semakin

banyak cairan nektar yang tersedia, semakin banyak pula imago yang datang mengunjungi tempat tersebut.

2) Organisme lain

Dengan adanya organisme lain akan menyebabkan terjadinya suatu interaksi yang bias bersifat merugikan ataupun menguntungkan. Kupu-kupu membutuhkan tumbuhan sebagai tempat untuk mencari makan serta tempat untuk berlindung dari hujan, panas matahari dan organisme yang mengancamnya. Adanya predator, kompetitor dan parasitoid dapat mengancam kelangsungan hidup kupu-kupu.

3) Vegetasi

Tipe vegetasi yang disukai oleh kupu-kupu adalah berupa pohon atau tanaman inang yang berfungsi sebagai tempat bertelur bagi kupu-kupu serta sumber makanan bagi larva untuk bertahan hidup (Handayani, 2012). Sedangkan vegetasi untuk pakan kupu-kupu adalah tanaman yang berbunga mengandung nektar diantaranya bunga liar seperti *Lantana camara*, *Tridax procumbens*, *Ixora javanica* dan *Stachytarpetta indica*.

4) Tofografi

Ketinggian tempat atau tofografi bersama faktor iklim akan berpengaruh untuk menentukan kekayaan spesies. kupu-kupu tersebar di daratan yang rendah sampai ketinggian 750 mdpl, bahkan sampai ketinggian 2000 mdpl (Putra, 2017)

5) Suhu

Suhu merupakan faktor lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap kebanyakan makhluk hidup. Menurut Mulyadi (2010) menjelaskan bahwa “setiap makhluk hidup mempunyai batas-batas pada suhu dimana makhluk itu dapat tetap hidup”. Kupu-kupu merupakan hewan yang memiliki kisaran suhu tertentu, hewan ini akan mati jika berada pada suhu yang terlalu tinggi ataupun sebaliknya, yaitu berada pada suhu terendah. Kisaran suhu umum yang efektif bagi kupu-kupu adalah suhu minimum 15⁰C, suhu optimum 25⁰C dan suhu maksimum 45⁰C (Jumar, 2000, hal.92).

6) Kelembapan Udara

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi pembiakan, perkembangan, pertumbuhan dan keaktifan serangga adalah kelembapan udara. Setiap jenis serangga memiliki perbedaan kemampuan bertahan terhadap kelembapan udara

disekitarnya. Menurut Effendi (2009), menjelaskan bahwa “kelembapan dapat mempengaruhi pertumbuhan tumbuhan inang, secara tidak langsung akan berdampak pada populasi serangga”. Kupu-kupu pada umumnya menyukai habitat yang memiliki kelembapan tinggi, seperti lokasi yang berada di pinggir sungai yang jernih dan dibawah tegakan pohon. Menurut Roomoster (Nurjannah, 2010, hal. 74), menjelaskan bahwa “kupu-kupu menyukai habitat yang mempunyai kelembapan tinggi antara 50-90%”.

7) Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya merupakan faktor penting yang bias membawa hewan hidup di tempat yang memiliki suhu dan kelembaban yang sesuai. Cahaya akan menyebabkan energi panas pada tubuh kemudian membuat suhu tubuh meningkat dan metabolisme menjadi lebih cepat. Ketika cuaca dingin kupu-kupu akan meningkatkan frekuensi berjemur serta pembukaan sayap untuk mengumpulkan energi panas dari cahaya matahari sehingga dapat meningkatkan suhu tubuhnya. Intensitas cahaya yang baik untuk perkembangan imago antara 2000-7500 lux (Nurjannah, 2010, hal. 53).

f. Peran dan Manfaat Lepidoptera

Kupu-kupu merupakan bagian keanekaragaman hayati yang memberikan manfaat bagi kehidupan manusia dari segi budaya, endemis, ekonomi, estetika, pendidikan, ekologi, konservasi dan nilai budaya (Achmad, 2002 *dalam* Putra, 2017).

1) Nilai ekonomi

Kupu-kupu mempunyai nilai ekonomi yang tinggi karena memiliki harga jual dipasaran yang cukup tinggi. Selain imagonya yang selalu dimanfaatkan sebagai cendera mata, kempompong juga memiliki nilai ekspor yang tinggi. Namun nilai ekonomi ini merupakan salah satu penyebab terjadinya ancaman bagi kupu-kupu di alam karena mengalami kepunahan.

2) Nilai ekologi

Secara ekologi peran kupu-kupu sangat penting untuk mempertahankan suatu ekosistem serta memperkaya tingkat keanekaragaman tumbuhan karena berpengaruh sebagai hewan penyerbuk (pollinator).

3) Nilai estetika

Kupu-kupu memiliki warna yang sangat indah, menawan dan artistik sehingga memiliki nilai estetika yang sangat tinggi. Selain itu, kupu-kupu memiliki bentuk sayap yang khas sehingga terlihat sangat berbeda dengan jenis kupu-kupu lainnya.

4) Nilai Pendidikan

Kupu-kupu memiliki nilai pendidikan yang tinggi, karena para pelajar dan mahasiswa bias melakukan penelitian terhadap berbagai aspek dari kupu-kupu tersebut.

5) Nilai konservasi

Pada beberapa jenis kupu-kupu mempunyai nilai konservasi yang tinggi karena terancam kepunahannya. Jenis kupu-kupu endemik dan local mempunyai nilai konservasi tinggi, sehingga memiliki nilai prioritas untuk dilindungi.

4. Taman Keanekaragaman Hayati Kiara Payung Kabupaten Sumedang

Taman keanekaragaman hayati (kehati) merupakan salah satu kawasan pencadangan sumber daya alam hayati yang mempunyai fungsi konservasi *in-situ* dan *ex-situ*, khususnya bagi tumbuhan endemik dan langka yang terancam punah yang terdapat di Kabupaten Sumedang, Provinsi Jawa Barat, Indonesia. Jabar (2017) menjelaskan mengenai Kabupaten Sumedang sebagai berikut:

Kabupaten Sumedang memiliki luas wilayah 153.124ha. Topografi yang dimiliki kabupaten Sumedang sebagian besar merupakan daerah perbukitan dan gunung dengan ketinggian tempat antara 25.1667 mdpl. Kabupaten Sumedang memiliki kawasan hutan campuran sekunder (heterogen) dan termasuk kedalam hutan hujan tropis serta berbagai macam kawasan objek wisata.

Taman Kehati Kiara Payung Kabupaten Sumedang terletak di Arboretum dan Hutan Konservasi di Kiara Payung, desa Sindangsari Kecamatan Sukasari Kabupaten Sumedang Provinsi Jawa Barat, luasnya 15ha berbukit-bukit (BPLHD, 2013). Taman Kehati berada di kawasan kaki Gunung Manglayang yang merupakan hulu dari Sub das Cikeruh dan bagian dari DAS Citarum, Taman Kehati Kiara Payung dapat menjadi kawasan pengatur tata air atau sebagai daerah tangkapan air melalui vegetasi yang ada didalamnya. Topografi areal di Taman kehati kiara payung Kabupaten Sumedang terletak pada ketinggian 1.154 mdpl dan memiliki kelerengan landai yang curam. Sebagian besar dari wilayahnya adalah pegunungan. Letak Taman Kehati Sumedang cukup strategis,

berdampingan dengan bumi perkemahan (*camp park*) Sumedang. Lokasinya tidak jauh dari deretan perguruan tinggi seperti STPDN, ITB kampus Jatinangor, Universitas Padjadjaran dan Pusat Diklat Kementerian Dalam Negeri.

Taman Kehati mempunyai manfaat yang cukup besar antara lain sebagai kawasan konservasi eksitu, koleksi berbagai tumbuhan lokal serta langka, dapat dijadikan area rekreasi, juga sebagai tempat penelitian dan pendidikan sekaligus ruang terbuka hijau bagi masyarakat di Kabupaten Sumedang dan sekitarnya. BPLHD (2013) menjelaskan tentang tumbuhan yang berada di Taman Kehati Kiara Payung Kabupaten Sumedang sebagai berikut:

Tumbuhan yang berada di Taman kehati diantaranya Angsana (*P. indicus*), kayu balsa (*Ochroma sp*), Gandaria (*B. gandaria*), jabon (*A. cadamba*), nangka (*A. heterophyllus*), beringin (*Ficus sp*), bintaro (*Cerbera mangkas*), tisuk (*H. macrophyllus*), bungur (*Lagerstroemia sp*), huru (*litsea sp*), alpukat (*P. Americana*), kecapi (*S. koetjape*), Bamboosa *sp* dan puspa (*S. wallachii*). Selain tumbuhan yang sengaja ditanam, ada pula jenis tumbuhan liar lainnya. Tumbuhan tersebut merupakan tumbuhan berbunga yang termasuk ke dalam famili Asteracea yaitu *W. biflora*, *Lantana camara* dan lain-lain.



Gambar 2.10 Taman Keanekaragaman Hayati Kiara Payung
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

B. Hasil Penelitian Terdahulu Yang Relevan

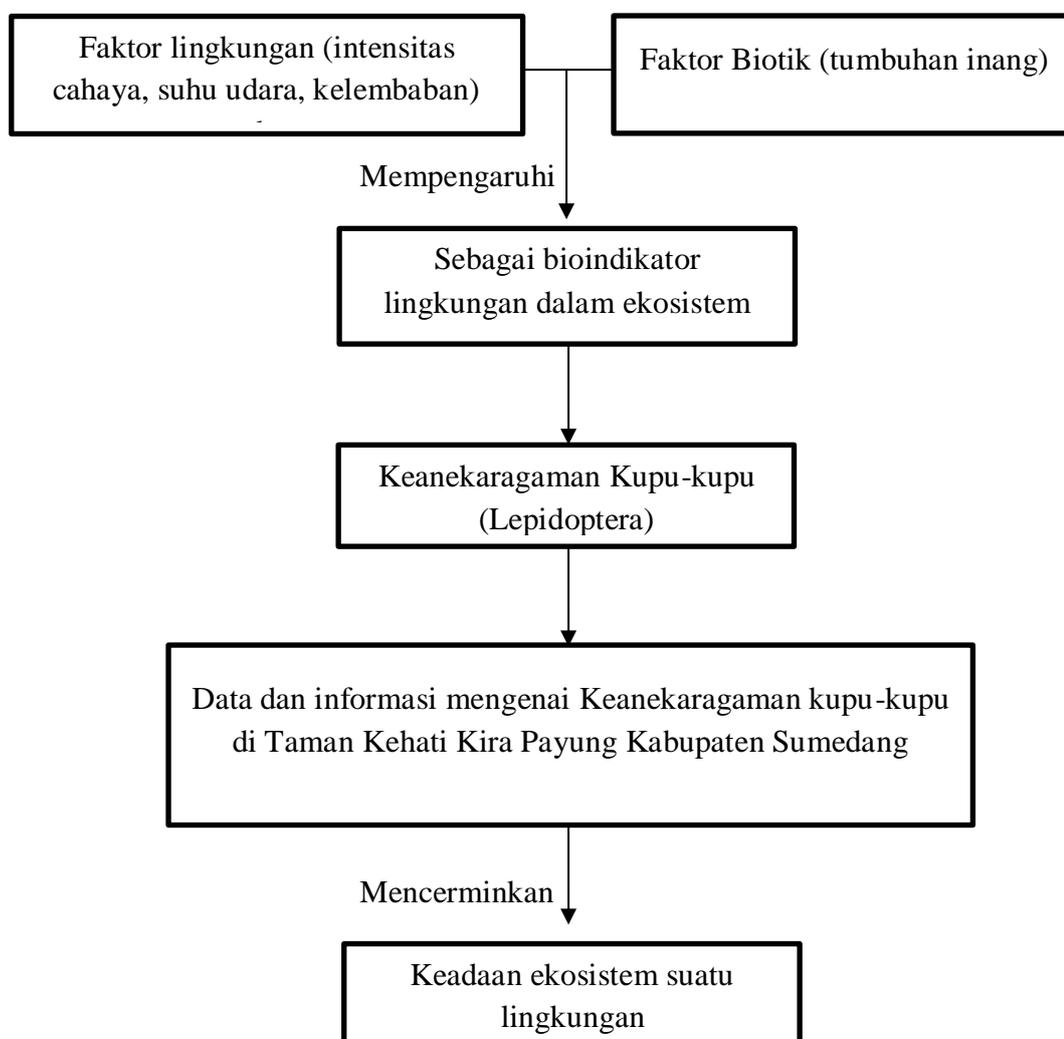
Tabel 2.1 Hasil Penelitian Terdahulu yang Relevan

No	Nama Penelitian/Tahun	Judul	Tempat Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	Sumiati/2017	Kelimpahan dan Keanekaragaman Kupu-kupu di Kawasan Hutan Jeruk Manis Lombok Timur Sebagai Sumber Belajar Ekologi Hewan.	Hutan Jeruk Manis Lombok Timur.	Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan 43 spesies yang termasuk kedalam 4 famili, yaitu Papilionidae, Nymphalidae, Pieridae, dan Lycaenidae. Famili Nymphalidae memiliki kelimpahan jenis kupu-kupu tertinggi yaitu 30 spesies. Spesies kupu-kupu yang memiliki indeks nilai penting adalah 5 spesies tertinggi yaitu <i>Mycalesis perseus</i> (41,88) <i>Hypolimnas bolina</i> (38,72), <i>Delias sp</i> (20.58), <i>Euploea eunica</i> (20,49) dan <i>Neptis hylas</i> (20,49).	Parameter yang diukur adalah keanekaragamannya.	Perbedaan tempat penelitian, dan parameter yang diukur hanya keanekaragamannya saja.
2	Cacih Mintarsih /2017	Kelimpahan dan Keanekaragaman Kupu-kupu (Lpidoptera) Di Pantai Sindangkerta	Pantai Sindangkerta Kabupaten Tasikmalaya	Penelitian ini berhasil memperoleh informasi mengenai berbagai macam spesies kupu-kupu yang ada didalamnya. Famili Papilionidae terdiri dari 4	Parameter yang diukur adalah keanekaragamannya.	Perbedaan tempat penelitian, dan parameter yang diukur hanya keanekaragamannya saja.

		Kecamatan Cipatujah Kabupaten Tasikmalaya.		spesies, Nymphalidae terdiri dari 16 spesies, Pieridae terdiri dari 7 spesies, Lycaenidae terdiri dari 2 spesies dan Hesperidae terdiri dari 2 spesies. Indeks keanekaragaman (H') 1,28 – 2,54.		
3	Yakobus Mogan, dan Roni Koneri/ 2018	Keanekaragaman kupu-kupu (lepidoptera) di Kampus Sam Ratulangi Manado .	Kampus Sam Ratulangi Manado.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa telah teridentifikasi kupu-kupu di kampus Universitas Sam Ratulangi terdapat 29. Termasuk dalam 5 famili yaitu Palilionidae, Nymphalidae, Pieridae, Lycaenidae, dan Hesperidae. Spesies kupu-kupu yang banyak ditemukan yaitu Zizina Otis, sedangkan Famili yang banyak ditemukan yaitu dari family Nymphalidae dengan jumlah 10 spesies.	Parameter yang diukur keanekaragamannya.	Perbedaan tempat penelitian.

C. Kerangka Pemikiran

Faktor lingkungan sangat berdampak pada keberadaan insekta, salah satunya ordo Lepidoptera di suatu ekosistem lingkungan. Ordo Lepidoptera berperan dalam proses bioindikator di suatu ekosistem, yaitu hewan yang keanekaragamannya sensitif terhadap perubahan lingkungan. Keanekaragaman ordo Lepidoptera dapat dijadikan sebagai suatu indikator kualitas lingkungan dari jumlah keanekaragamannya. Faktor lingkungan yang mempengaruhi keberadaan ordo Lepidoptera adalah suhu udara, kelembapan udara, dan intensitas cahaya. Dengan adanya pengambilan data mengenai keanekaragaman ordo lepidoptera di Taman Kehati Kiara Payung Kabupaten Sumedang bisa mencerminkan kondisi ekosistem di kawasan tersebut.



Gambar 2.11. Kerangka Pemikiran

D. Keterkaitan Penelitian dengan Kegiatan Pembelajaran Biologi

Penelitian yang dilakukan mengenai “Keanekaragaman Ordo Lepidoptera di Taman Kehati Kiara Payung Kabupaten Sumedang” menyajikan data beberapa spesies dari ordo Lepidoptera. Data hasil penelitian merupakan data faktual yang dapat dijadikan sebagai sumber belajar biologi misalnya sebagai contoh spesimen hewan serta berupa pengayaan dalam pembelajaran biologi. Keterkaitan penelitian dengan kegiatan pembelajaran adalah peserta didik diharapkan mampu menganalisis berbagai tingkat keanekaragaman hayati khususnya keanekaragaman hayati tingkat jenis.

Penelitian keanekaragaman ordo Lepidoptera berkaitan dengan materi silabus kurikulum 2013 untuk kelas X pada kompetensi dasar 3.2 dan 4.2 tentang Keanekaragaman Hayati. Pada KD 3.2 yang menuntut siswa mampu menganalisis data hasil observasi tentang berbagai tingkat keanekaragaman hayati (gen, jenis dan ekosistem) dan pada KD 4.2 menyajikan hasil identifikasi keanekaragaman hayati Indonesia dan upaya pelestariannya berdasarkan hasil analisis data.