

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Deskripsi Teoritik Variabel**

##### **1. E-Modul**

###### **a) Pengertian E-Modul**

Elektronik modul (E-Modul) dapat diartikan sebagai sebuah bentuk penyajian bahan belajar mandiri yang disusun secara sistematis ke dalam unit pembelajaran terkecil untuk mencapai tujuan pembelajaran tertentu, yang disajikan dalam format elektronik berbantuan komputer. Modul elektronik juga dapat digunakan dimana saja, sehingga lebih praktis untuk dibawa kemana saja. Modul elektronik dapat menyajikan informasi secara terstruktur, menarik serta memiliki tingkat interaktifitas yang tinggi. Selain itu, proses pembelajaran tidak lagi bergantung pada instruktur sebagai satu-satunya sumber informasi. Berdasarkan penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa E-Modul merupakan sebuah bentuk bahan ajar yang didalamnya terdapat komponen-komponen pembelajaran yang disusun secara sistematis sebagai sebuah bahan ajar yang berbentuk elektronik (Oktaviara, Ayu Rhesta. 2019:3).

Adanya perkembangan teknologi informasi sangat berpengaruh besar pada proses belajar mengajar. Dimana teknologi informasi sering digunakan sebagai sarana atau alat dalam menyampaikan kegiatan belajar. Salah satu penerapan teknologi informasi dalam kegiatan pembelajaran yaitu modul elektronik (E- Modul). Seperti perubahan bahan ajar yang awalnya berbentuk cetak menjadi elektronik. Hal ini karena sifat modul yang dirancang khusus untuk sarana belajar mandiri. Keberadaan media pembelajaran ini pada akhirnya dapat menunjang dan melengkapi peran pendidik sebagai satu-satunya sumber informasi bagi peserta didik.

Media elektronik yang dapat diakses oleh peserta didik mempunyai manfaat dan karakteristik yang berbeda-beda. Jika ditinjau dari manfaatnya media elektronik sendiri dapat menjadikan proses pembelajaran lebih

menarik, interaktif, dapat dilakukan kapan dan dimana saja serta dapat meningkatkan kualitas pembelajaran. Modul elektronik (E-Modul) bahan ajar berbentuk elektronik yang berisi materi, metode, tujuan pembelajaran dan evaluasi yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. E-Modul bisa membuat pembelajaran lebih menarik karena terdapat fitur-fitur untuk memasukan audio dan video sehingga pembelajaran menjadi menyenangkan untuk peserta didik dan tidak monoton.

#### **b) Manfaat E-Modul**

Keunggulan E-Modul Menurut Oktaviara, Ayu Rhesta. (2019) keunggulan E-Modul sebagai berikut:

1. Meningkatkan motivasi peserta didik, karena setiap kali mengerjakan tugas pelajaran yang dibatasi dengan jelas dan sesuai dengan kemampuan.
2. Setelah dilakukan evaluasi, guru dan peserta didik mengetahui benar, pada modul yang mana peserta didik telah berhasil dan pada bagian modul yang mana mereka belum berhasil.
3. Bahan pelajaran terbagi lebih merata dalam satu semester.
4. Pendidikan lebih berdaya guna, karena bahan pelajaran disusun menurut jenjang akademik.
5. Penyajian yang bersifat statis pada modul cetak dapat diubah menjadi lebih interaktif dan lebih dinamis.
6. Unsur *verbalisme* yang terlalu tinggi pada modul cetak dapat dikurangi dengan menyajikan unsur visual dengan penggunaan video tutorial.

#### **c) Karakteristik E-Modul**

Karakteristik E-Modul menurut Anggraini Diah Puspitasari (2019:26) sebagai berikut:

1. Ukuran file yang relatif kecil sehingga dapat disimpan dalam *flashdisk*, mudah untuk dibawa, bisa digunakan secara *offline*, dapat dipelajari kapan dan dimana saja asalkan ada komputer atau laptop.

2. Adanya link yang membantu untuk menelusuri materi secara linier maupun non linier sehingga mengarahkan peserta didik menuju informasi tertentu.
3. Modul elektronik juga dilengkapi animasi dan simulasi praktikum serta peserta didik dapat mengetahui ketuntasan belajar melalui evaluasi mandiri yang interaktif.

E-Modul mempunyai karakteristik yaitu, ukuran yang relatif kecil sehingga dapat disimpan di dalam flashdisk atau hp dan bisa dilihat dimana saja dan kapan saja, diberikan link untuk mencari informasi lebih lanjut mengenai materi dan E- Modul juga dilengkapi animasi dan simulasi yang dapat memudahkan peserta didik untuk menyerap materi pembelajaran.

**Tabel 2.1**

**Perbandingan antara Modul Elektronik dengan Modul Cetak**

| <b>Modul Elektronik</b>  | <b>Modul Cetak</b>   |
|--|--|
| Format elektronik (dapat berupa file, doc, exe swf, dll).                                    | Format berbentuk cetak (kertas).                                   |
| Ditampilkan menggunakan perangkat elektronik dan software khusus (laptop, PC, HP, Internet). | Tampilannya berupa kumpulan kertas yang tercetak.                  |
| Lebih praktis untuk dibawa.  | Berbentuk fisik, untuk membawa dibutuhkan ruang untuk meletakkan.  |
| Biaya produksi lebih murah.  | Biaya produk lebih mahal.  |
| Tahan lama dan tidak akan lapuk dimakan waktu.   | Daya tahan kertas terbatas oleh waktu.                             |
| Menggunakan sumber daya tenaga listrik.  | Tidak perlu sumber daya khusus untuk menggunakannya.               |
| Dapat dilengkapi dengan audio atau video dalam penyajiannya                                  | Tidak dapat dilengkapi dengan audio atau video dalam penyajiannya. |

**Sumber :** Ris Priyanthi et al., (2017 : 27)

Perbandingan modul dan E-Modul terletak pada bentuk cetak dan bentuk elektronik, E-Modul menggunakan tenaga listrik, E-Modul berbentuk elektronik sehingga tahan lama dan E-Modul juga bisa menyisipkan audio dan video.

## **2. Project Based Learning (PjBL)**

Salah satu model pembelajaran yang dapat meningkatkan kreativitas peserta didik dalam memecahkan masalah yaitu model pembelajaran *Project*

*Based Learning*. Menurut Sudjimat (2020:2) mengatakan *Project Based Learning* dapat didefinisikan sebagai sebuah pembelajaran dengan aktivitas jangka panjang yang melibatkan siswa dalam merancang, membuat dan menampilkan produk untuk mengatasi permasalahan dunia nyata. Dengan demikian model pembelajaran *Project Based Learning (PjBL)* dapat digunakan sebagai sebuah model pembelajaran untuk mengembangkan kemampuan peserta didik dalam membuat perencanaan, berkomunikasi, menyelesaikan masalah dan membuat keputusan yang tepat dari masalah yang dihadapi.

Langkah-langkah pembelajaran berbasis proyek menurut *The George Lucas Educational Foundation* dalam (Eresti, 2021:33-35) adalah sebagai berikut.

**Tabel 2.2**  
**Langkah-langkah *Project Based Learning***

| No | Langkah-langkah  | Aktivitas guru  |
|----|--|---|
| 1  | <b>Penentuan Pertanyaan Mendasar (<i>Start With the Essential Question</i>).</b> | Pembelajaran dimulai dengan pertanyaan esensial. Pertanyaan yang dapat memberi penugasan kepada peserta didik dalam melakukan suatu aktivitas. Topik penugasan dikaitkan dengan dunia nyata yang relevan dan bermakna untuk peserta didik, dimulai dengan sebuah investigasi mendalam.    |
| 2  | <b>Mendesain Perencanaan Proyek (<i>Design a Plan for the Project</i>)</b>       | Perencanaan dilakukan secara kolaboratif antara guru dan peserta didik. Dengan demikian peserta didik diharapkan akan merasa “memiliki” atas proyek tersebut. Perencanaan berisi tentang aturan main, pemilihan aktivitas yang dapat mendukung dalam menjawab pertanyaan esensial, dengan |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   | cara mengintegrasikan berbagai subjek yang mungkin, serta mengetahui alat dan bahan yang dapat diakses untuk membantu penyelesaian proyek.  |
| 3 | <b>Menyusun Jadwal (<i>Create a Schedule</i>).</b>  | Guru dan peserta didik secara kolaboratif menyusun jadwal aktivitas dalam menyelesaikan proyek. Aktivitas pada tahap ini antara lain: a) Membuat <i>timeline</i> (alokasi waktu) untuk menyelesaikan proyek b) Membuat <i>deadline</i> (batas waktu akhir) penyelesaian proyek c) Membawa peserta didik agar merencanakan cara yang baru d) Membimbing peserta didik ketika mereka membuat cara yang tidak berhubungan dengan proyek e) Meminta peserta didik untuk membuat penjelasan (alasan) tentang pemilihan suatu cara. |
| 4 | <b>Memonitor peserta didik dan kemajuan proyek (<i>Monitor the Students and the Progress of the Project</i>).</b> | Guru bertanggung jawab untuk melakukan monitor terhadap aktivitas peserta didik selama menyelesaikan proyek Monitoring dilakukan dengan cara memfasilitasi peserta didik pada setiap proses. Dengan kata lain guru berperan menjadi mentor bagi aktivitas peserta didik. Agar mempermudah proses monitoring, dibuat sebuah rubrik yang dapat merekam keseluruhan aktivitas yang penting.  |

|   |  |  |
|---|--|--|
| 5 | <b>Menguji Hasil</b> ( <i>Assess the Outcome</i> ).                | Penilaian dilakukan untuk membantu guru dalam mengukur ketercapaian standar, berperan dalam mengevaluasi kemajuan masing- masing peserta didik, memberi umpan balik tentang tingkat pemahaman yang sudah dicapai peserta didik, membantu guru dalam menyusun strategi pembelajaran berikutnya. |
| 6 | <b>Mengevaluasi Pengalaman</b> ( <i>Evaluate the Experience</i> ). | Pada akhir pembelajaran, guru dan peserta didik melakukan refleksi terhadap aktivitas dan hasil proyek yang sudah dijalankan. Proses refleksi dilakukan baik secara individu maupun kelompok.  |

*Buck Institute for Education*, dalam belajar *Project Based Learning* (*PjBL*) memiliki beberapa karakteristik sebagai berikut: “(1) siswa mengambil keputusan sendiri dalam kerangka kerja yang telah ditentukan sebelumnya (2) siswa berusaha memecahkan sebuah masalah atau tantangan yang tidak memiliki suatu jawaban yang pasti (3) siswa ikut merancang proses yang akan ditempuh dalam mencari solusi; (4) siswa didorong untuk berfikir kritis, memecahkan masalah, berkolaborasi, serta mencoba berbagai macam bentuk komunikasi (5) siswa bertanggung jawab mencari dan mengelola sendiri informasi yang mereka kumpulkan; (6) pakar-pakar dalam bidang yang berkaitan dengan proyek yang dijalankan sering diundang menjadi guru tamu dalam sesi- sesi tertentu untuk memberikan pencerahan bagi siswa (7) evaluasi dilakukan secara terus-menerus selama proyek berlangsung; (8) siswa secara regular merefleksikan dan merenungi apa yang telah mereka lakukan, baik secara proses maupun hasilnya (9) produk dari akhir proyek (belum tentu berupa material, tetapi bisa berupa presentasi, drama, dan lain-lain) dipresentasikan didepan umum (maksudnya tidak hanya

pada gurunya, namun bisa juga pada dewan guru, orang tua dan lain-lain) dan dievaluasi kualitasnya (10) didalam kelas dikembangkan suasana penuh toleransi terhadap kesalahan dan perubahan, serta mendorong munculnya umpan balik serta revisi .”

Dari semua penjelasan diatas ada keunggulan penerapan model *Project Based Learning (PjBL)* yaitu “(1) meningkatkan motivasi belajar peserta didik untuk belajar mendorong kemampuan mereka untuk melakukan pekerjaan penting, dan mereka perlu dihargai; (2) meningkatkan kemampuan pemecahan masalah; (3) membuat peserta didik menjadi lebih aktif dan berhasil memecahkan problem-problem yang kompleks; (4) meningkatkan kolaborasi; (5) mendorong peserta didik untuk mengembangkan dan mempraktikkan keterampilan komunikasi; (6) meningkatkan keterampilan peserta didik dalam mengelola sumber; (7) memberikan pengalaman kepada peserta didik pembelajaran dan praktik dalam mengorganisasi proyek dan membuat alokasi waktu dan sumber-sumber lain seperti perlengkapan untuk menyelesaikan tugas; (8) menyediakan pengalaman belajar yang melibatkan peserta didik secara kompleks dan dirancang berkembang sesuai dunia nyata; (9) melibatkan para peserta didik untuk belajar mengambil informasi dan menunjukkan pengetahuan yang dimiliki, kemudian diimplementasikan dengan dunia nyata; (10) membuat suasana belajar menjadi menyenangkan, sehingga peserta didik maupun pendidik menikmati proses pembelajaran.

Disamping keunggulan *Project Based Learning (PjBL)* adapula beberapa kelemahan *Project Based Learning (PjBL)* adalah “(1) membutuhkan banyak waktu untuk menyelesaikan masalah dan menghasilkan produk; (2) membutuhkan biaya yang cukup; (3) membutuhkan guru yang terampil dan mau belajar; (4) membutuhkan fasilitas, peralatan, dan bahan yang memadai; (5) tidak sesuai untuk siswa yang mudah menyerah dan tidak memiliki pengetahuan serta keterampilan yang dibutuhkan; (6) kesulitan melibatkan semua siswa dalam kerja kelompok.

### **3. Interaksi Antar Makhluk Hidup dengan Lingkungannya**

Interaksi antar makhluk hidup dan lingkungan adalah hubungan timbal balik antara makhluk hidup lainnya atau dengan benda-benda tidak hidup disekitarnya. Alam lingkungan manusia terdiri dari komponen - komponen makhluk hidup dan tak hidup (benda - benda mati). Ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antar makhluk hidup dengan lingkungannya disebut Ekologi. Ekologi berasal dari dua kata dalam bahasa Yunani, yaitu oikos dan logos. Oikos artinya rumah atau tempat tinggal, dan logos artinya ilmu. Istilah ekologi pertama kali dikemukakan oleh Ernst Haeckel (1834 - 1914). Suatu sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya disebut dengan ekosistem.

#### **a) Ekosistem**

Ekosistem meliputi semua organisme dalam suatu daerah tertentu dan faktor-faktor abiotik yang berinteraksi dengannya, atau suatu komunitas dengan lingkungan fisiknya . Ekosistem dapat dipahami dan dipelajari dalam berbagai ukuran, asalkan ada komponen pokok (biotik dan abiotik) yang bekerja bersamaan untuk mencapai semacam kemandirian fungsional.. Keuntungan yang paling besar dari ekologi ekosistem adalah aliran energi dan siklus nutrien, dimana komunitas dan populasi dapat diperbandingkan satu sama lain dan di dalam tingkatan trofik tertentu (Campbell, N.A. et al. 2006).

Makhluk hidup dalam kehidupannya akan melakukan hubungan timbal balik dengan segala sesuatu di lingkungan sekitarnya. Lingkungan tempat hidup makhluk hidup ini juga disebut habitat. Ada berbagai macam habitat tetapi pada dasarnya hanya dua, yaitu habitat akuatik (sungai, danau, dan laut), serta habitat terestrial atau daratan.

Hubungan timbal balik atau interaksi antara makhluk hidup dengan lingkungannya terjadi karena makhluk hidup mengambil sesuatu dari lingkungan. Misalnya, makanan, minuman, tempat membuat sarang, dan sebagainya. Sementara organisme juga memberikan atau menempatkan, sesuatu kepada lingkungannya. Organisme akan mengeluarkan sisa-sisa



pencernaan dan lain-lain ke lingkungannya. Ada juga organisme yang mengeluarkan gas ke lingkungannya. Setiap organisme hidup (biotik) di lingkungan atau di suatu daerah berinteraksi dengan faktor-faktor fisik dan kimia yang biasa disebut faktor biotik (yang tidak hidup). Faktor biotik dengan abiotik saling mempengaruhi atau saling mengadakan pertukaran material yang merupakan suatu sistem. Disebut sistem karena penyebaran organisme hidup di dalam lingkungan tidak terjadi secara acak, menunjukkan suatu “keteraturan” sesuai dengan kebutuhan hidupnya. Setiap sistem yang demikian disebut ekosistem. Jadi komunitas dengan lingkungan fisiknya membentuk ekosistem (Widodo, et.al 2017).

### **1) Komponen Ekosistem**

Ekosistem merupakan suatu kesatuan dinamis yang terdiri atas komunitas berbagai spesies yang berinteraksi dengan lingkungannya baik biotik maupun abiotik.

#### **a. Faktor Biotik**

Merupakan bagian hidup dari lingkungan, termasuk semua organisme yang dapat berinteraksi satu sama lain. Makhluh hidup sebagai komponen biotik terdiri dari individu, populasi dan komunitas.

##### **1. Individu**

Bila kita mengamati organisme satu persatu sebagai individu, maka individu ini dapat kita lihat, dihitung, diukur, dipakai percobaan. Kadang-kadang organisme itu berkelompok menjadi satu sehingga keseluruhannya terlihat sebagai individu. Misalnya binatang karang, rumpun bambu dan lain-lain.

##### **2. Populasi**

Populasi adalah kumpulan individu yang hidup di suatu tempat pada suatu waktu tertentu. Spesies adalah kelompok organisme yang mampu berbiak silang sesamanya dan menghasilkan keturunan yang fertil (pada kondisi alami). Populasi berhubungan dengan jenis individu, waktu dan tempat. Kepadatan

populasi artinya individu-individu dihubungkan dengan ruang yang ditempati, Misalnya, di kelas A 40 orang, dikatakan kepadatan populasi 40 orang tiap kelas.

### 3. Komunitas

Kelompok organisme yang hidup bersama-sama terdiri dari bermacam-macam populasi disebut komunitas. Suatu komunitas biotik terdiri dari tumbuh-tumbuhan, hewan dan manusia. Setiap makhluk hidup mempunyai fungsi dan tugas yang berbeda dalam lingkungannya. Secara garis besar jabatan atau fungsi organisme dalam suatu komunitas dibedakan menjadi 4 kelompok, yaitu produsen, konsumen, pengurai, dan detritivor. Produsen atau penghasil terdiri atas organisme *autotrof*, yaitu organisme yang dapat mensintesis (membuat) makanan sendiri. Organisme *autotrof* Menyusun senyawa organik dari senyawa anorganik melalui fotosintesis atau kemosintesis. Organisme autotrof biasanya adalah tumbuhan berklorofil, beberapa jenis bakteri dan ganggang biru. Konsumen atau pemakai terdiri atas organisme *heterotrof*, yaitu organisme yang menggunakan senyawa organik yang dihasilkan oleh produsen. Termasuk ke dalam konsumen adalah hewan dan manusia. Pengurai disebut juga perombak atau dekomposer, adalah organisme heterotroph yang menguraikan produsen dan konsumen yang sudah mati. Dalam penguraiannya materi organik yang kompleks akan diubah menjadi materi yang lebih sederhana dan akhirnya menjadi mineral-mineral yang dimanfaatkan kembali oleh produsen. Pengurai umumnya berupa mikroorganisme seperti bakteri dan jamur. Selain pengurai ada kelompok mikroorganime yang termasuk *detritivor*. *Detritivor* adalah organisme yang memakan bahan organik (sampah-serasah) menjadi partikel-partikel yang lebih kecil (detritus), misalnya cacing tanah, serangga tanah, siput, keluwing dan teripang.

## **b. Faktor Abiotik**

Abiotik merupakan komponen fisik atau bagian yang tidak hidup dari lingkungan. Kemampuan organisme untuk hidup dan berkembang biak tergantung pada faktor fisika dan kimia lingkungannya. Misalnya air, tanah, suhu, cahaya, udara, tekanan udara, topografi, tekanan udara.

### **1. Air**

Air diperlukan oleh tumbuhan untuk fotosintesis. Selain itu, juga air berguna untuk melarutkan mineral dalam tanah sehingga mudah diserap oleh akar tumbuhan, dan menjaga kesegaran tumbuhan. Bagi hewan darat air berguna untuk minum, bagi hewan air untuk melarutkan oksigen. Sebagian besar tubuh makhluk hidup terdiri dari air dan setiap hari membutuhkan air. sedang air berfungsi: a) sebagai pelarut zat yang diperlukan tubuh, b) sebagai alat transport zat dalam tubuh, c) mengatur suhu tubuh, d) tempat bereaksinya zat dalam tubuh.

### **2. Tanah**

Tanah selain berfungsi sebagai tempat berpijaknya makhluk hidup juga bertindak sebagai substrat atau tempat hidup organisme. Tanah juga menyediakan kebutuhan makhluk hidup seperti unsur hara dan mineral. Suatu jenis individu mungkin tidak cocok hidup di sembarang tanah, sebab tanah yang berbeda mungkin memiliki pH yang berbeda, kelembapan yang berbeda maupun tingkat kesuburan yang berbeda.

### **3. Suhu**

Makhluk hidup dapat hidup dengan suhu tertentu, yaitu: a) Suhu maksimum: suhu yg paling tinggi yang masih memungkinkan untuk hidup. b) Suhu optimum: suhu yang paling baik untuk hidup. c) Suhu minimum: suhu yg paling rendah yg masih memungkinkan untuk hidup.

#### 4. Cahaya

Cahaya matahari, merupakan sumber energi di bumi. Semua makhluk hidup baik langsung maupun tak langsung energinya berasal dari matahari. Cahaya matahari merupakan komponen abiotik yang berfungsi sebagai energi primer bagi ekosistem. Sebagai sumber energi utama, cahaya penting untuk proses fotosintesis.

#### 5. Udara

Komponen udara yang terpenting adalah O<sub>2</sub> (Oksigen) untuk proses pembakaran zat dalam tubuh, sedangkan CO<sub>2</sub> (karbon dioksida) bahan mentah dalam proses asimilasi.

#### 6. Tekanan udara

Faktor ini tidak berpengaruh secara langsung pada makhluk hidup, karenamakhluk hidup dapat menyesuaikan diri.

#### 7. Topografi

Topografi meliputi faktor *altitude*, yaitu ketinggian suatu tempat yang diukur dari permukaan laut dan *latitude*, yaitu letak lintang yang diukur dari garis khatulistiwa. Topografi mempunyai pengaruh yang besar terhadap penyebaran makhluk hidup yang tampak jelas pada penyebaran tumbuhan. Hal ini disebabkan adanya perbedaan topografi yang mengakibatkan intensitas cahaya, suhu, dan curah hujan berbeda-beda di setiap tempat.

#### 8. Iklim

Iklim merupakan komponen abiotik yang terbentuk sebagai hasil interaksi berbagai komponen abiotik lainnya, seperti kelembaban udara, suhu dan curah hujan. Iklim sangat memengaruhi kesuburan tanah, tetapi kesuburan tanah tidak berpengaruh terhadap iklim.

### c. Interaksi dalam ekosistem

Ekosistem dalamnya terdapat berbagai komunitas yang saling mempengaruhi (berinteraksi). Interaksi dalam ekosistem dapat terjadi

antar organisme maupun antara organisme dengan lingkungannya. Hubungan antar organisme dapat bersifat saling menguntungkan, merugikan, bahkan saling berkompetisi. Pola-pola interaksi dalam ekosistem dapat berupa interaksi antar faktor biotik maupun antara faktor biotik dengan faktor abiotik, baik dalam tingkat spesies, populasi, maupun komunitas (Hastuti & Suratno 2009).

#### 1. Interaksi Antara Faktor Biotik dengan Abiotik

Keberadaan faktor biotik atau organisme baik secara langsung maupun tidak langsung dipengaruhi oleh faktor abiotik. Faktor abiotik yang mempengaruhi organisme antara lain berupa kondisi tanah, kandungan unsur hara, iklim (kelembaban, suhu), kandungan air, dan topografi. Suatu contoh yang sangat nyata, di daerah-daerah yang curah hujannya tinggi mempunyai jenis tumbuhan yang berbeda dengan daerah yang curah hujannya rendah. Hewan dan tumbuhan yang hidup di hutan berbeda dengan hewan atau tumbuhan yang hidup di padang rumput atau di gurun. Selain itu, faktor abiotik juga dapat mempengaruhi populasi organisme. Misalnya populasi nyamuk akan meningkat sangat drastis pada musim hujan, beberapa tumbuhan akan semakin cepat bertambah populasinya pada musim hujan. Sebaliknya, pada musim kemarau beberapa tumbuhan, misalnya rumput mengalami penurunan populasi.

#### 2. Interaksi Antar Faktor Biotik

Interaksi antar faktor biotik dapat terjadi pada tingkat individu atau spesies, populasi dan komunitas. Interaksi tersebut dapat berupa kompetisi, predasi, dan simbiosis.

##### a) Kompetisi

Kompetisi adalah bentuk hubungan antara *spesies* yang satu dengan yang lain jika terjadi persaingan di antara mereka. Persaingan dapat terjadi karena faktor makanan, tempat hidup, atau pasangan hidup. Contoh:

1. Kompetisi antara kambing, kerbau, dan sapi dalam usaha memenuhi kebutuhan makan yang berupa rumput.
2. Kompetisi antara tanaman jagung dengan rumput dalam memenuhi unsur hara dalam tanah.

b) Simbiosis

Simbiosis adalah hubungan erat antara dua organisme dan spesies yang berbeda yang hidup bersama di suatu daerah. Simbiosis dapat digolongkan menjadi tiga sebagai berikut.

1. Simbiosis mutualisme, jika kedua organisme mendapatkan keuntungan dari hubungan tersebut. Contoh:
  - a. Simbiosis antara lebah dengan tanaman berbunga. Lebah mendapatkan makanan berupa nektar, sebaliknya lebah membantu penyerbukan.
  - b. Simbiosis antara tanaman *Leguminosa* dengan bakteri *Rhizobium radicicola*. *Rhizobium radicicola* mampu menambat oksigen bebas untuk sumber energi. Gas nitrogen akan mengalami oksidasi menjadi ion nitrat, yang dapat diserap oleh tumbuhan *Leguminosa*.
  - c. Simbiosis antara rayap dengan sejenis *Flagellata* yang hidup di dalam usus rayap. *Flagellata* yang hidup dalam usus rayap membantu pencernaan *selulosa*, dalam rangka memenuhi kebutuhan makannya.
2. Simbiosis komensalisme, jika salah satu organisme mendapat keuntungan, sedang organisme yang lain tidak dirugikan. Contoh:
  - a. Simbiosis antara ikan remora dengan ikan hiu. Ikan remora mendapatkan sisa-sisa makanan dan ikan hiu.
  - b. Simbiosis antara tanaman epifit dengan tumbuhan bertajuk tinggi. Tumbuhan menyediakan medium tumbuh atau tempat menempel bagi tanaman epifit.

- c. Simbiosis antara ikan badut dengan anemon laut. Anemon laut menyediakan persembunyian atau perangkap makanan bagi ikan badut.
- 3. Simbiosis parasitisme, jika salah satu organisme mendapat keuntungan, sedang organisme yang lain dirugikan. Organisme yang mendapat keuntungan dinamakan parasit, sedang yang mendapat kerugian dinamakan inang atau hospes. Organisme parasit mendapat keuntungan karena mendapat zat-zat makanan dan tubuh inang. Contoh:
- 4. Antibiosis adalah hubungan antara dua organisme yang satu menghambat pertumbuhan organisme yang lainnya. Contoh:
  - a. Jamur *Penicillium* menghambat pertumbuhan bakteri dengan mengeluarkan zat antibiotik penisilin.
  - b. Jamur *Aspergillus flavus* menghasilkan aflatoksin yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri.
- 5. Predasi

Predasi adalah hubungan antara pemangsa (predator) dengan mangsa. Predasi dapat dilihat dengan jelas pada rantai makanan atau jaring-jaring makanan, yaitu antara konsumen I dengan konsumen II atau antara konsumen II dengan konsumen III. Organisme yang memakan organisme lain disebut predator. Perhatikan peristiwa predasi pada rantai makanan di bawah ini.

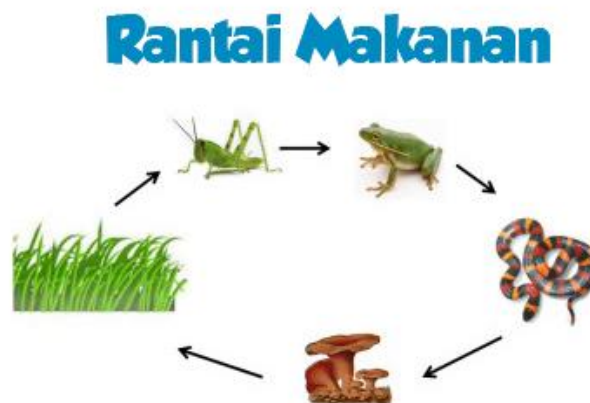
### 3. Saling Ketergantungan di antara Komponen Biotik

Suatu ekosistem terdiri dari produsen, konsumen, dan pengurai. Komponen-komponen tersebut mempunyai peranan yang berbeda. Akan tetapi, dalam melaksanakan perannya, komponen-komponen tersebut saling tergantung satu sama lain secara langsung maupun tidak langsung. Jika digambarkan, interaksi antar-komponen biotik akan membentuk jaring-jaring ekologi.

Jaring-jaring ekologi dapat berupa rantai makanan, Jaringan-jaring makanan, jaring-jaring kehidupan, dan piramida makanan. Beberapa keanekaragaman komponen makanan:

a. Rantai Makanan

Proses perpindahan energi melalaui peristiwa makanan dan dimakan yang membentuk rangkaian tertentu disebut rantai makanan. Rantai makanan : Produsen ---> Konsumen 1 ---> Konsumen II ---> Konsumen III ---> atau Konsumen puncak. Contoh: Tumbuhan dimakan ulat, ayam dimakan ular, dan ular dimakan elang.



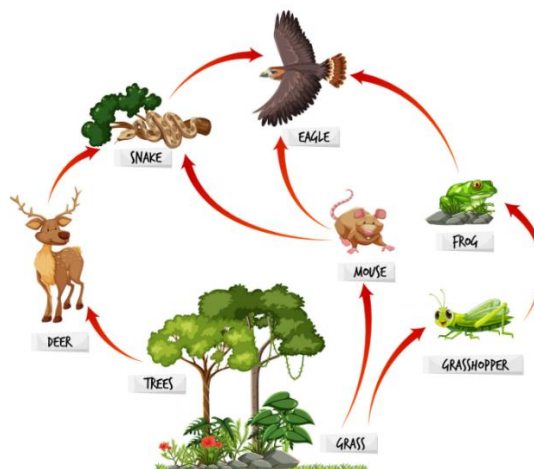
**Gambar 2.1 . Rantai Makanan**

**Sumber:** <http://shutterstock.com>

b. Jaringan-jaring Makanan

Di alam, jarang dijumpai organisme yang hanya memakan satu jenis organisme lain. Jarang sekali karnivora hanya memakan satu jenis herbivora dan herbivora juga hanya memakan satu jenis tumbuhan. Dengan demikian, di dalam ekosistem terdapat banyak rantai makanan yang saling terkait atau berhubungan dan akan membentuk jaring-jaring makanan. Jadi, jaring-jaring makanan adalah sekumpulan rantai makanan yang saling berhubungan membentuk semacam jaring.





**Gambar 2.2 Jaring-Jaring makanan**

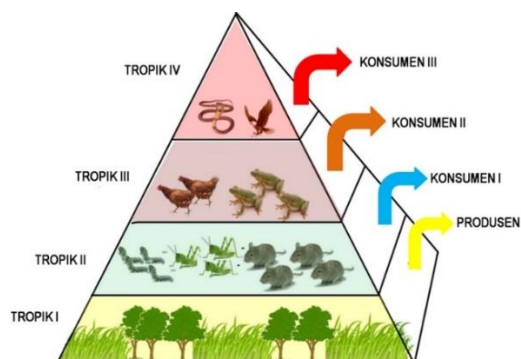
**Sumber:** <https://ruangguru.com>.

c. Jaring-jaring Kehidupan

Di alam yang sangat luas ini, suatu jaring-jaring makanan dengan jaring-jaring makanan lain saling berkait dan membentuk jaring-jaring kehidupan.

d. Piramida Makanan

Piramida makanan merupakan gambaran piramida yang menunjukkan perbandingan makanan antar produsen dan konsumen I, konsumen II, sampai dengan konsumen puncak. Di dalam piramida makanan, produsen selalu menempati dasar piramida. Konsumen puncak (karnivora besar) seperti singa dan burung hantu, selalu menempati puncak piramida,



**Gambar 2.3 Piramida Makanan**

**Sumber :** <https://www.gramedia.co>

e. Aliran Energi

Cahaya matahari adalah sumber energi. Tumbuhan hijau memanfaatkan energi cahaya untuk menghasilkan energi kimia berupa karbohidrat. Apabila tumbuhan hijau dimakan oleh herbivor, zat makanan yang terdapat di dalam tumbuhan hijau akan berpindah ke tubuh herbivor. Berarti terjadi Perpindahan energi dari tumbuhan hijau ke tubuh herbivor. Begitu seterusnya sampai konsumen terakhir. Di dalam tubuh hewan, energi tersebut akan diubah menjadi energi panas, gerak, pernapasan, dan sebagian tersimpan di dalam zat penyusun tubuh hewan. Perpindahan energi tidak dapat 100% efisien. Sebagian energi akan terbuang melalui proses respirasi, gerak, panas, dan ekskresi.

#### **4. Kreativitas siswa**

##### **a) Pengertian Kreativitas**

Kreativitas merupakan hal yang sangat diperlukan dalam kehidupan. Kreativitas dapat membantu seorang dalam mengembangkan bakat yang dimilikinya untuk meraih prestasi dalam hidupnya. Menurut Astuti & Aziz, (2019:2), menyatakan bahwa kreativitas adalah ciri- khas yang dimiliki oleh individu yang ditandai dengan adanya kemampuan untuk menciptakan sesuatu dari kombinasi karya-karya yang telah ada sebelumnya, menjadi karya baru berbeda dengan yang telah ada sebelumnya dan dilakukan melalui interaksi dengan lingkungannya untuk menghadapi permasalahan, dan mencari alternatif pemecahannya dengan cara berpikir divergen. Seseorang yang memiliki kreativitas selalu berpikir luas dalam mengembangkan gagasannya. Potensi kreativitas yang dimiliki seseorang dapat membantu menciptakan hasil karya, baik dalam bentuk ide atau gagasan yang bermakna dan berkualitas.

Menurut Beetlestone (2019:5), kreativitas dapat membantu seseorang dalam menjelaskan dan menggambarkan konsep-konsep abstrak dengan melihat skil-skil seperti keingintahuan, kemampuan, menemukan, eksplorasi, pencarian kepastian dan antusiasme, yang semua merupakan kualitas-kualitas yang

sangat besar terdapat pada siswa. Berdasarkan pendapat tersebut, kreativitas merupakan komponen penting dalam pembelajaran, tanpa kreativitas peserta didik hanya akan belajar pada tingkat kognitif saja, dan hal ini akan mempersempit pengetahuan peserta didik dalam belajar mengembangkan kreativitasnya. Kreativitas diperlukan untuk mempermudah peserta didik dalam memahami pembelajaran yang sulit dimengerti. Guru harus menciptakan kondisi yang nyaman dalam pembelajaran sehingga bakat-bakat kreativitas dalam peserta didik dapat keluar dan menghasilkan pemahaman yang mudah dimengerti oleh peserta didik.

#### **b) Indikator Kreativitas**

Kreativitas belajar siswa dapat diukur berdasarkan lima indikator yaitu *fluency*, *flexibility*, *originality*, *elaboration*, dan *evaluation* (Utami, 1999 dalam Ulinuha et al., 2021:164). Kelancaran berpikir (*fluency*) merupakan kemampuan siswa dalam memunculkan banyak pertanyaan, keluwesan berpikir (*flexibility*) merupakan kemampuan siswa dalam memunculkan penyelesaian dari sudut pandang yang berbeda-beda, keaslian (*originality*) merupakan kemampuan siswa dalam mencetuskan ide yang dimiliki, kerincian (*elaboration*) merupakan kemampuan siswa dalam memperinci detail-detail dari suatu objek, gagasan, atau situasi, dan evaluasi (*evaluation*) merupakan kemampuan untuk mengambil keputusan pada situasi yang terbuka (Agustiana et al., 2020). Indikator tersebut dapat digunakan untuk membedakan tingkatan kreativitas antara siswa satu dengan yang lainnya. Kreativitas siswa memiliki peranan penting untuk menyelesaikan suatu permasalahan yang dihadapi (Ernawati et al., 2019).

### **B. Penelitian Relevan**

Penelitian Eresti, Ages (2021) Pengembangan E- Modul IPA Terpadu Berbasis *Project Based Learning* Pada Materi Struktur Dan Fungsi Jaringan Tumbuhan Siswa Kelas VIII SMP N 6 Kota Bengkulu. Diploma thesis, UIN FAS Bengkulu. mata pelajaran IPA siswa kelas VIII SMP Negeri 4 Negara. Dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan E-Modul IPA terpadu berbasis

*project based learning* materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan siswa kelas VIII SMP sangat layak untuk digunakan dalam proses belajar mengajar di smp 6 kota bengkulu. hal ini terbukti dari hasil penyebaran validasi angket E-Modul berbasis *Project Based Learning* yang divalidasi oleh ahli materi sebesar 78%, ahli bahasa sebesar 94,28% dan ahli media/desain sebesar 92,5%, dan validasi dari guru ipa sebesar 80%. jadi pengembangan E-Modul IPA terpadu berbasis *Project Based Learning* materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan siswa kelas VIII SMP sangat layak digunakan. atas dasar itu, dapat disimpulkan bahwa E-Modul IPA terpadu berbasis *Project Based Learning* materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan siswa kelas VIII SMP sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran dalam proses belajar mengajar di sekolah.

Penelitian Annida Erin Miftakul Cahyani, Tantri Mayasari, Mislan Sasono (2020) dengan Pengembangan E-Modul *Project Based Learning* Berintegrasi STEM Yang Mampu Meningkatkan Kreativitas Siswa. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan efektivitas E-Modul *Project Based Learning* berintegrasi STEM terhadap kreativitas siswa dalam materi fisika suhu dan kalor. Penelitian dilaksanakan di kelas X Multimedia 1 SMKN Wonoasri, dengan sampel penelitian yang digunakan sebanyak 20 orang siswa yang dipilih secara random. Instrumen yang digunakan adalah tes hasil belajar yang berjumlah 5 buah soal essay. Data dianalisis menggunakan uji N-gain. Indikator kreativitas adalah berpikir lancar, berpikir luwes, elaborasi, dan berpikir orisinil. Dari analisis data, diperoleh hasil kemampuan berpikir lancar siswa memperoleh nilai n-gain sebesar 0,11, berpikir luwes n-gain sebesar 0,49, elaborasi memperoleh n-gain sebesar 0,21 dan berpikir orisinil memperoleh n-gain 0,44. Dengan demikian, disimpulkan bahwa bahwa efektivitas E-Modul *Project Based Learning* berintegrasi STEM berkategori sedang.

Menurut Pinasti Putri Maulita, Otib Satibi Hidayat, Uswatun Hasanah (2023) dengan judul Analisis Kebutuhan E-Modul Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) Pada Pembelajaran IPA Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas V Sekolah Dasar. Penelitian dilakukan saat berlangsungnya semester genap tahun ajaran 2022/2023. Penelitian ini

dilaksanakan dengan jenis penelitian pengembangan (*research and development*) yang menerapkan acuan pada model 4-d, yaitu model yang terdiri dari 4 sintaks di antaranya ialah pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*), dan penyebaran (*disseminate*) tetapi penelitian ini terbatas pada sintaks pertama disebabkan oleh keterbatasan waktu. data yang dikumpulkan yaitu dengan teknik *non-test* seperti wawancara, observasi, dan angket. Temuan penelitian menunjukkan adanya tanggapan positif dari pendidik dan peserta didik. Mereka merasa tertarik dan memerlukan adanya pengembangan bahan ajar yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada peserta didik.

Penelitian Tania Aulia Putri, Siti Rahmah (2023) Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan bahan ajar berupa E-Modul STEM Berbasis *Project Based Learning* Pada Materi Unsur Golongan Halogen Untuk Kelas XII SMA. Pengembangan bahan ajar berbasis STEM dan PjBl dibutuhkan sebagai solusi pembelajaran pada abad-21. Selain itu penggunaan bahan ajar elektronik sejalan dengan perkembangan teknologi 4.0. Penelitian ini bertujuan untuk: 1) Mengetahui kevalidan E- Modul STEM berbasis PjBL yang dikembangkan; 2) Mengetahui respon siswa terhadap E- Modul STEM berbasis PjBL yang dikembangkan. Sampel yang dipilih dalam penelitian ini yaitu siswa-siswi kelas XII MIPA 5 SMA Negeri 1 Kisaran. Model pengembangan dalam penelitian ini menggunakan model 4D. Penelitian ini terdiri dari 4 langkah, yaitu *define*, *design*, *develope*, dan *disseminate*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) E-Modul STEM Berbasis Project Based Learning dinyatakan “sangat valid” dengan nilai persentase rata-rata ahli materi 89% dan ahli media sebesar 88,94%; (2) Respon peserta didik kelas XII MIPA 5 SMA Negeri 1 Kisaran terhadap E-Modul yang dikembangkan yaitu dikategorikan “sangat baik” dengan presentase rata-rata 86%.