

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Kependidikan**

##### **1. Proses Pembelajaran Biologi**

Pembelajaran biologi mempunyai obyek dan permasalahan berupa makhluk hidup serta segala aspek yang terkait padanya. Proses belajar biologi menurut ( Djohar, 1987: 1) merupakan perwujudan dari interaksi subyek (anak didik) dengan obyek yang terdiri dari benda dan kejadian, proses dan produk. Pendidikan biologi harus diletakkan sebagai alat pendidikan, bukan sebagai tujuan pendidikan, sehingga konsekuensinya dalam pembelajaran hendaknya memberi pelajaran kepada subyek belajar untuk melakukan interaksi dengan obyek belajar secara mandiri, sehingga dapat mengeksplorasi dan menemukan konsep. Konsep belajar mengajar biologi memiliki tiga persoalan utama, yaitu hakekat mengajar, kedudukan materi meliputi arti dan perannya serta kedudukan siswa (Djohar. 1987 :7).

Proses pembelajaran biologi sebagai suatu sistem, pada prinsipnya merupakan kesatuan yang tidak terpisahkan antara komponen-komponen raw input (peserta didik), instrumental input (masukan instrumental), lingkungan dan outputnya ( hasil keluaran) dengan pusat sistem berupa proses pembelajaran ( Suhardi ,2012: 4).

##### **2. Sumber belajar**

a. Hakikat sumber belajar

Proses pembelajaran sebagai suatu proses merupakan suatu sistem yang tidak dapat lepas dari komponen – komponen lain yang saling berinteraksi didalamnya. Salah satu komponen yang dalam proses tersebut adalah sumber belajar. Sumber belajar adalah daya yang bisa di manfaatkan guna kepentingan proses pembelajaran baik secara langsung maupun secara tidak langsung sebagian maupun keseluruhan. (Nana sudjana dan Ahmad rivai, 2007:76)

Menurut Abdul Majid (2008:170) menyatakan bahwa sumber belajar dapat diartikan sebagai segala tempat atau lingkungan sekitar, benda, dan orang yang mengandung informasi dapat digunakan sebagai wahana bagi peserta didik untuk melakukan proses perubahan tingkah laku. Sumber belajar akan bermakna bagi peserta didik maupun guru apabila sumber belajar diorganisir melalui suatu rancangan yang memungkinkan seseorang dapat memanfaatkannya sebagai sumber belajar. Jika tidak maka tempat atau lingkungan aslam sekitar, benda, orang, dan atau buku hanya sekedar tempat,benda, orang atau buku yang tidak berarti apa-apa.

b. Pemanfaatan hasil penelitian sebagai sumber belajar

Suatu hasil penelitian jika akan diangkat menjadi sumber belajar di SMU harus melalui tahapan- tahapan sebagai berikut :

1) Identifikasi proses dan produk penelitian

Untuk dapat diangkat sebagai sumber belajar, hasil penelitian biologi harus dikaji berdasarkan kurikulum pendidikan

biologi yang berlaku. Dari kajian akan dapat dilihat kejelasan potensi ketersediaan obyek dan permasalahan yang diangkat, kesesuaian dengan tujuan pembelajaran, sasaran materi dan peruntukannya, informasi yang akan diungkap, pedoman eksplorasi dan perolehan yang akan dicapai. Apabila dari segi persyaratan sudah dipenuhi, maka dilakukan pengkajian proses dan produk hasil penelitian yang relevan dengan permasalahan biologi di SMU.

Dari segi proses dapat dijabarkan langkah-langkah kerja ilmiahnya, secara urut sebagai berikut ini :

- a) Identifikasi dan perumusan masalah
  - b) Perumusan tujuan penelitian
  - c) Perumusan hipotesis
  - d) Penyusunan prosedur penelitian
  - e) Pelaksanaan kegiatan
  - f) Pengumpulan dan analisis data
  - g) Pembahasan hasil penelitian
  - h) Penarikan kesimpulan
- 2) Seleksi dan modifikasi hasil penelitian sebagai sumber belajar biologi

Ada dua hal yang perlu dipertimbangkan dalam rangka mengangkat proses dan produk penelitian sebagai sumber belajar. Kedua hal tersebut baru dilaksanakan setelah hasil penelitian memenuhi persyaratan sumber belajar

- a) Prosedur kerja penelitian harus disesuaikan dengan kegiatan pembelajaran, khususnya kegiatan belajar yang dilakukan peserta didik, misalnya penyediaan obyek dan pelaksanaan penelitian bagi peserta didik, apakah dilaksanakan di laboratorium sekolah atau di lapangan
  - b) Produk penelitian yang berupa fakta, konsep dan prinsip disesuaikan dengan konsep tau sub konsep GBPP kurikulum biologi yang sedang berlaku di SMU.
- 3) Penerapan dan pengembangan hasil penelitian sebagai sumber belajar

Penerapan hasil penelitian diwujudkan dalam rancangan kegiatan pembelajaran (RKP) dengan komponen-komponen berikut

- a) Konsep
- b) Sub konsep
- c) Standar kompetensi
- d) Kompetensi dasar
- e) Teknologi pembelajaran
- f) Uraian materi
- g) Sasaran
- h) Jenis kegiatan
- i) Waktu
- j) metode
- k) Sarana dan prasarana

- l) Bentuk belajar
- m) System interaksi
- n) Alat evaluasi

### **3. Bahan ajar**

Menurut Abdul majid (2008:173) bahan ajar adalah segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru/istruktur dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar. Bahan yang dimaksud bisa bahan tertulis maupun tidak tertulis. Panen (Ida Melati, 2003: 3) mengartikan bahan ajar sebagai bahan-bahan atau materi pelajaran yang disusun secara sistematis dan digunakan oleh guru dan siswa dalam proses pembelajaran. Bahan ajar memiliki peran yang besar bagi guru dan siswa dalam proses pembelajaran. Adapun peran bahan ajar bagi guru adalah sebagai berikut:

- a. Menghemat waktu dalam belajar.
- b. Mengubah perannya dari seorang pengajar menjadi seorang fasilitator.
- c. Meningkatkan proses pembelajaran menjadi lebih efektif dan efisien.

Sedangkan peran bahan ajar bagi siswa adalah membantu hal-hal sebagai berikut:

- a. Belajar tanpa harus ada guru atau teman siswa yang lainnya.
- b. Belajar sesuai dengan tempat dan waktu yang diinginkan.
- c. Belajar sesuai dengan kecepatan masing-masing.
- d. Belajar sesuai dengan urutan materi yang ia dikehendaki sendiri.

Sebuah bahan ajar paling tidak mencakup antara lain:

- a. Petunjuk belajar (petunjuk siswa/guru)

- b. Kompetensi yang akan di capai
- c. Informasi pendukung
- d. Latihan-latihan
- e. Petunjuk kerja, dapat berupa lembar kerja (LK)
- f. Evaluasi (Abdul majid.2007:174)

#### **4. Modul pembelajaran**

Modul merupakan suatu unit program pengajaran yang disusun dalam bentuk tertentu untuk keperluan belajar. Modul bisa dipandang sebagai paket program pengajaran yang terdiri dari komponen-komponen yang berisi tujuan belajar, bahan ajar, metode belajar, alat atau media serta sumber belajar dan system evaluasinya. Modul memiliki karakteristik tertentu, misalnya berbentuk unit pengajaran terkecil dan lengkap berisi rangkaian kegiatan belajar yang dirancang secara sistematis, berisi tujuan belajar yang dirumuskan secara jelas dan khusus, memungkinkan siswa belajar mandiri dan merupakan realisasi perbedaan individual serta perwujudan pengajaran individual ( Nana Sudjana dan Ahmad Rivai, 1989 :132).

Modul adalah salah satu bentuk bahan ajar yang ditulis dengan tujuan agar peserta didik dapat belajar mandiri tanpa atau bimbingan guru, sehingga modul berisi paling tidak tentang segala komponen dasar bahan ajar. Sebuah modul akan bermakna jika peserta didik dapat dengan mudah menggunakannya (Abdul Majid, 2006: 176). Struktur modul dapat bervariasi, tergantung pada karakter materi yang akan disajikan, ketersediaan sumber

daya dan kegiatan belajar yang akan dilakukan. Bahan ajar berbentuk modul setidaknya terdiri atas:

- a. Judul
- b. Petunjuk belajar (petunjuk siswa/guru)
- c. Kompetensi yang akan dicapai
- d. Informasi pendukung
- e. Latihan-latihan
- f. Petunjuk kerja, dapat berupa Lembar Kerja (LK)
- g. Evaluasi penilaian

Karakteristik modul agar menghasilkan modul yang mampu meningkatkan motivasi penggunaannya, maka modul harus mencangkup karakteristik yang diperlukan sebagai modul. Dengan demikian pengembangan modul harus memasukan karakteristik sebagai berikut:

- a. *Self instructional*

Melalui, modul tersebut seseorang atau peserta diklat mampu membelajarkan diri sendiri, tidak tergantung pada pihak lain.

- b. *Self contained*

Seluruh materi pembelajaran dari satu unit kompetensi atau sub kompetensi yang dipelajari terdapat didalam satu modul secara utuh. Bersifat lengkap (self contained ) artinya memuat hal-hal yang sangat diperlukan dalam proses pembelajaran.

c. *Stand alone*

Modul yang dikembangkan tidak tergantung pada media lain atau tidak harus di gunakan bersama-sama dengan media lain.

d. *Adaptif*

Media tersebut dapat menyesuaikan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta fleksibel digunakan berbagai perangkat keras (hardware).

e. *User friendly*

Setiap instruksi dan paparan informasi yang tampil bersifat membantu dan bersahabat dengan pemakainya, termasuk kemudian pemakai dalam merespon, mengakses sesuai keinginan.

Menurut Enco Mulyasa ( 2006: 231) modul merupakan paket belajar mandiri yang meliputi serangkaian pengalaman belajar yang direncanakan dan dirancang secara sistematis untuk membntu peserta didik mencapai tujuan belajar. Modul adalah suatu proses pembelajaran mengenai suatu satuan bahasan tertentu yang disusun secara sistematis, operasional dan terarah untuk digunakan oleh peserta didik disertai dengan pedoman penggunaanya untuk para guru. Sebuah modul adalah pernyataan satuan pembelajaran dengan tujuan-tujuan, proses aktivitas belajar yang memungkinkan peserta didik memperoleh komponen-komponen yang belum dikuasai dari hasil pretes dan mengevaluasi kompetensinya untuk mengukur keberhasilan belajar.

Karakteristik pembelajaran dengan sistem modul menurut Enco Mulyasa (2006 : 232-233) ialah :



- 1) Setiap modul harus memberikan informasi dan memberikan petunjuk pelaksanaan yang jelas tentang apa yang harus dilakukan oleh seorang peserta didik, bagaimana melakukannya dan sumber belajar apa yang harus digunakan.
- 2) Modul merupakan pembelajaran individual, sehingga mengupayakan untuk melibatkan sebanyak mungkin karakteristik peserta didik. Dalam hal ini setiap modul harus :
  - a) Memungkinkan peserta didik mengalami kemajuan belajar.
  - b) Memungkinkan peserta didik mengukur kemajuan belajar yang telah diperoleh.
  - c) Memfokuskan peserta didik pada tujuan pembelajaran yang spesifik dan dapat diukur.
- 3) Pengalaman belajar dalam hal modul disediakan untuk membantu peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran seefektif mungkin, serta memungkinkan peserta didik untuk melakukan pembelajaran secara aktif, tidak sekedar membaca dan mendengarkan tetapi lebih dari itu, modul memberikan kesempatan untuk bermain peran, simulasi dan berdiskusi.
- 4) Materi pembelajaran disajikan secara logis dan sistematis, sehingga peserta didik dapat mengetahui kapan dia memulai dan kapan dia mengakhiri suatu modul dan tidak menimbulkan pertanyaan mengenai apa yang harus dilakukan dan dipelajari.

- 5) Setiap modul memiliki mekanisme untuk mengukur pencapaian tujuan belajar peserta didik, terutama untuk memberikan umpan balik bagi peserta didik dalam mencapai ketuntasan belajar.

Menurut Enco Mulyasa (2006 : 233) modul pembelajaran memiliki beberapa komponen yaitu :

- 1) Lembar kegiatan peserta didik
- 2) Lembar kerja
- 3) Kunci lembar kerja
- 4) Lembar soal
- 5) Lembar jawaban
- 6) Kunci jawaban

## **5. Kualitas bahan ajar**

Menurut Pusat Perbukuan Depdiknas (2003 : 9- 10) setiap bahan ajar diharapkan dapat memenuhi standar-standar tertentu yang ditetapkan berdasarkan kebutuhan ( guru dan siswa), perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta tentu kurikulum sehingga menghasilkan bahan ajar yang berkualitas. Standar yang dimaksudkan dalam pedoman penilaian ini meliputi persyaratan, karakteristik dan kompetensi minimum yang harus terkandung di dalam bahan ajar.

Standar penilaian dirumuskan dengan melihat tiga aspek utama, yaitu materi, penyajian dan bahasa/ keterbacaan

- 1) aspek materi
  - a. kelengkapan materi

- b. keakuratan materi
  - c. kegiatan yang mendukung materi
  - d. kemutakiran materi
  - e. upaya meningkatkan kompetensi siswa
  - f. pengorganisasian materi mengikut sistematis keilmuan
  - g. kegiatan pembelajaran mengembangkan keterampilan dan kemampuan berfikir
  - h. materi merangsang siswa untuk melakukan inquiry
  - i. penggunaan notasi, symbol dan satuan
- 2) aspek penyajian
- a. organisasi penyajian
  - b. organisasi penyajian per bab
  - c. materi disajikan dengan mempertimbangkan kebermaknaan dan kebermanfaatan
  - d. melibatkan siswa secara aktif
  - e. mengembangkan proses pembentukan pengetahuan
  - f. tampilan umum menarik
  - g. variasi dalam penyampaian informasi
  - h. meningkatkan kualitas pembelajaran
  - i. anatomi buku pelajaran sains
  - j. memperhatikan karakteristik cipta
  - k. memperhatikan kesetaraan gender dan kepedulian lingkungan

3) aspek bahasa/ keterbacaan

Standar yang berkaitan dengan aspek keterbacaan yang harus ada dalam setiap buku pelajaran sains adalah sebagai berikut :

- a. bahasa Indonesia yang baik dan benar
- b. peristilahan
- c. kejelasan bahasa
- d. kesesuaian bahasa

Instrumen penelitian ditujukan pada kualitas bahan ajar biologi yang meliputi empat aspek kesesuaian konsep/ kelayakan isi, aspek penilaian bahasa, aspek penilaian grafis dan penyajian dan aspek keterlaksanaan dan evaluasi. Aspek kriteria kualitas bahan ajar biologi ini dikembangkan dari Dewi Padmo dan Hendra Darmadjo dan R.E Kaligis (1992 : 41-46) meliputi beberapa indikator diantaranya :

1. Aspek kesesuaian konsep/ kelayakan isi

- a. Kesesuaian urutan materi yang termuat pada modul dengan keilmuan
- b. Kebenaran susunan materi setiap bab
- c. Muatan latar belakang sejarah penemuan konsep hukum/ fakta
- d. Kedalaman materi sesuai dengan kemampuan siswa
- e. Kesesuaian konsep dengan materi pokok dalam KTSP
- f. Hubungan konsep dengan kehidupan sehari-hari
- g. Informasi yang dikemukakan mengikuti perkembangan zaman

2. Aspek kebahasaan
  - a. Kalimat tidak menimbulkan makna ganda
  - b. Kalimat yang digunakan mudah dipahami
  - c. Bahasa yang digunakan baik
  - d. Bahasa yang digunakan komunikatif dan interaktif
3. Aspek tampilan
  - a. Desain modul ( konsistensi, format, organisasi dan daya tarik)
  - b. Kejelasan tulisan dan gambar jelas
  - c. Gambar berhubungan dan mendukung penjelasan konsep.
4. Aspek keterlaksanaan dan evaluasi belajar
  - a. Menekankan keterampilan proses
  - b. Menghubungkan ilmu penggunaan teknologi dan kehidupannya
  - c. Materi sesuai dengan alokasi waktu di sekolah
  - d. Kegiatan atau percobaan biologi mudah dilakukan
  - e. Mengukur kemampuan kognitif, afektif dan psikomotorik
  - f. Mengukur ketercapaian indicator keberhasilan

## **B. Kajian Keilmuan**

### **1. Keanekaragaman Hayati**

Indonesia merupakan salah satu negara di dunia yang memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi dengan keunikan tersendiri. Keanekaragaman makhluk hidup meliputi variasi tingkat gen, spesies, dan ekosistem yang dapat dilihat dari perbedaan bentuk, ukuran, struktur, warna, fungsi organ, jumlah dan habitat. Untuk menyatakan keanekaragaman

kehidupan di bumi beserta pola-pola alamiah yang membentuknya, digunakan istilah *biodeversitas* / keanekaragaman hayati (Saktiyono, 2008: 75).

Hamilton-Smith (Hanang Samodra, 2001: 3) menyebutkan keanekaragaman hayati adalah ragam spesies, atau spesies yang berhubungan dengan ekosistem yang terdapat di lingkungan daratan, laut atau kondisi lainnya. Keanekaragaman hayati terbentuk karena adanya keseragaman dan keberagaman sifat atau ciri makhluk hidup. Di dalam satu jenis (*spesies*) makhluk hidup juga dijumpai adanya perbedaan atau keberagaman. Perbedaan sifat dalam satu spesies disebut *variasi*. Keanekaragaman hayati meliputi keanekaragaman makhluk hidup pada semua tingkatan organisasi kehidupan. Jadi keanekaragaman hayati tidak hanya terjadi antar jenis, tetapi dalam satu jenis pun terdapat keanekaragaman atau bervariasi. Variasi ini diakibatkan oleh keanekaragaman gen. Selain itu keanekaragaman lingkungan menyebabkan jenis makhluk hidup yang ditemukan di suatu ekosistem berbeda dengan jenis makhluk hidup di ekosistem yang lain. Hal ini menyebabkan terjadinya keanekaragaman ekosistem.

Keanekaragaman hayati terbagi menjadi tiga tingkat, yaitu :

a. Keanekaragaman Hayati Tingkat Gen

Keanekaragaman hayati tingkat gen adalah keanekaragaman gen dalam satu spesies. Gen merupakan pembawa sifat suatu makhluk hidup, misalnya gen pada manusia menentukan bentuk rambut, hidung, mata, kulit, postur tubuh, dan sebagainya. Perubahan gen menyebabkan perubahan sifat sehingga perbedaan gen menyebabkan terjadinya variasi

dalam satu spesies. Gen terletak pada DNA yang berada pada tempat-tempat tertentu di dalam kromosom dan kromosom terletak di dalam sel. Makhluk hidup dalam satu spesies mempunyai jumlah kromosom yang sama. Meskipun perangkat dasarnya sama, tetapi susunan gen dapat berbeda-beda bergantung pada masing-masing induknya. Susunan perangkat gen inilah yang menentukan ciri atau sifat suatu individu dalam satu spesies. Selain faktor genetik (disebut genotipe), ciri atau sifat yang muncul pada suatu makhluk hidup (disebut fenotipe) juga ditentukan oleh lingkungan. Jika salah satu atau keduanya berubah, maka akan menimbulkan perubahan sifat.

b. Keanekaragaman Hayati Tingkat Jenis

Keanekaragaman hayati tingkat jenis merupakan keanekaragaman dalam suatu organisme yang ditunjukkan oleh adanya macam-macam jenis makhluk hidup baik dari kelompok hewan, tumbuhan, jamur, dan mikroorganisme. Keanekaragaman jenis merupakan seluruh variasi pada makhluk hidup yang berbeda jenisnya dan dapat diamati dengan mudah. Untuk mengetahui keanekaragaman hayati tingkat jenis, salah satu caranya adalah dengan mengamati ciri-ciri fisiknya, misalnya bentuk dan ukuran tubuh, warna, kebiasaan hidup, dan lain-lain.

c. Keanekaragaman Hayati Tingkat Ekosistem

Semua makhluk hidup berinteraksi atau berhubungan erat dengan lingkungan tempat hidupnya. Setiap makhluk hidup tumbuh dan berkembang pada lingkungan yang sesuai, sehingga pada lingkungan

tertentu dapat dihuni berbagai macam makhluk hidup. Perbedaan komponen abiotik menyebabkan perbedaan makhluk hidup yang menghuninya. Karena ada banyak ekosistem di bumi maka timbul keanekaragaman hayati tingkat ekosistem, misalnya ekosistem padang rumput, hutan hujan tropis, pantai, sungai, dan air laut.

## 2. Plankton

### a. Pengertian plankton

Plankton adalah organisme yang hidupnya terombang-ambing oleh arus. Plankton adalah organisme yang terapung atau melayang-layang di dalam air pergerakannya relative pasif (Suin, 2002 : 18).

### b. Karakteristik plankton

Menurut Nybakken (1992 : 36) bahwa plankton dapat digolongkan berdasarkan ukurannya yang terdiri atas :

- 1) Megaplankton yaitu plankton yang berukuran 2 mm.
- 2) Makroplankton yaitu plankton yang berukuran antara 0,2 – 2 mm.
- 3) Mikroplankton yaitu plankton yang berukuran antara 20 $\mu$ m – 20  $\mu$ m.
- 4) Nanoplankton yaitu plankton yang berukuran antara 2 $\mu$ m – 20  $\mu$ m.
- 5) Ultraplankton yaitu plankton yang berukuran kurang dari 2 $\mu$ m.

Berdasarkan siklus hidupnya plankton dapat dikenal sebagai holoplankton yaitu plankton yang seluruh siklus hidupnya bersifat planktonik dan meroplankton yaitu plankton yang hanya sebagian siklus hidupnya bersifat planktonik.



Menurut nutrient pokok yang dibutuhkan, bahwa plankton dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu :

- a) Fitoplankton , yakni plankton nabati (>90% terdiri dari algae) yang mengandung klorofil yang mampu mensintesa nutrisi anorganik menjadi zat organik melalui proses fotosintesis dengan energy yang berasal dari sinar matahari.
- b) Saproplankton, yakni kelompok tumbuhan ( bakteri dan jamur) yang tidak mempunyai pigmen fotosintesis dan memperoleh nutrisi dan energy dari sisa organism lain yang telah mati.
- c) Zooplankton yakni plankton hewan yang makanannya sepenuhnya tergantung pada organism-organisme lain yang masih hidup maupun partikel- partikel sisa organism seperti detritus, disamping itu plankton ini juga mengkonsumsi fitoplankton.

Berdasarkan lingkungan hidupnya plankton terdiri atas :

- a) Limnoplankton, yaitu plankton yang hidup di air tawar.
- b) Haloplankton, yaitu plankton yang hidup di air laut.
- c) Hipalmyroplankton yaitu plankton yang hidup di air payau.

Berdasarkan ada tidaknya sinar di tempat mereka hidup terdiri atas:

- a) Hipoplankton yaitu plankton yang hidupnya di zona afotik
- b) Epiplankton yaitu plankton yang hidupnya di zona eufotik
- c) Bathiplankton yaitu plankton yang hidupnya dekat dasar perairan yang juga umumnya tanpa sinar

Berdasarkan asal usul plankton, di mana ada plankton yang hidup dan berkembang dari perairan itu sendiri dan ada yang berasal dari luar yaitu terdiri atas:

- a) Autogenik plankton, yaitu plankton yang berasal dari perairan itu sendiri.
- b) Allogenik plankton yang merupakan plankton yang dari perairan lain (Basmi (1995: 23- 25)).

### **3. Fitoplankton**

Fitoplankton merupakan protista mirip tumbuhan (algae) yang hidup melayang-layang di air. Fitoplankton merupakan kelompok yang memegang peranan penting dalam ekosistem perairan, karena kelompok ini dengan adanya kandungan klorofil mampu melakukan fotosintesis. Proses fotosintesis pada ekosistem perairan yang dilakukan oleh fitoplankton (produsen), merupakan sumber nutrisi utama bagi kelompok organisme air lainnya yang berperan sebagai konsumen , dimulai dengan zooplankton dan diikuti oleh kelompok organisme air lainnya membentuk rantai makanan. Dalam ekosistem perairan hasil dari fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton bersama tumbuhan air lainnya disebut sebagai *produktivitas primer*.

#### **a. Sistem klasifikasi**

Menurut Sachlan Fitoplankton terbagi menjadi 4 Divisi antara lain sebagai berikut :

- 1) Divisi Euglenophyta

Divisi euglenophyta adalah organisme satu sel yang memperlihatkan cirri-ciri yang mirip hewan sekaligus mirip tumbuhan. Euglenophyta dianggap mirip hewan karena selnya tidak ber dinding, dapat bergerak dan mempunyai bintik mata yang sangat peka terhadap cahaya. Sedangkan euglenophyta dianggap mirip tumbuhan karena memiliki klorofil dan mampu berfotosintesis. Euglenophyta mengandung klorofil a dan klorofil b dan juga karoten. Tetapi jika di tempat yang gelap, kloroplasnya akan mengecil dan saat itu euglena menjadi heterotrof.

Ciri-ciri

- a) Uniseluler
- b) Mempunyai klorofil a,b dan karoten
- c) Mampu berfotosintesis
- d) Tidak mempunyai dinding sel
- e) Bergerak menggunakan flagella
- f) Berbintik mata

Kelas euglenophyceae dibagi menjadi 2 ordo, yaitu:

- a) Euglenales

Hidup dalam air tawar, sel-selnya transparan, bentuk bulat memanjang. Pada bagian muka terdapat satu bulu cambuk dengan rambut-rambut. Kromatofora berwarna hijau, mengandung klorofil a dan b dan sebagai hasil asimilasi terdapat paramilon yang menyerupai zat tepung.

b) Heterochloridales

Sel-selnya mempunyai klorofil a dan banyak xantofil, oleh karena itu berwarna kuning-coklat. Mempunyai flagel 2 yang panjang dengan rambut-rambut mengkilat. Hasil asimilasi dan cadangan zat makanan berupa minyak leucosin.

2) Divisi Chlorophyta

Chlorophyta merupakan alga hijau yang jumlahnya terbesar di air tawar. Jenis yang hidup di air tawar bersifat kosmopolit atau tersebar, terutama hidup di tempat yang cahayanya cukup seperti kolam, danau dan air mengalir.

Ciri-ciri umum :

- a) Uniseluler
- b) Hidup koloni maupun soliter
- c) Bentuk tubuh bermacam-macam, ada yang bulat, berfilamen, berupa lembaran yang menyerupai tumbuhan tinggi.
- d) Kloroplas berwarna hijau mengandung klorofil a,b dan karotenoid
- e) Dinding sel terdiri atas selulosa
- f) Cadangan makanan terdiri atas karbohidrat dalam bentuk tepung (starch) dan protein dalam bentuk pirenoid.

Chlorophyta terdiri dari 2 Class yaitu:

(1) Chlorophyceae

Merupakan ganggang hijau yang mempunyai kloroplas berwarna hijau, mengandung klorofil a dan b. Cadangan makanan berupa tepung dan lemak dalam bentuk pirenoid. Perkembangbiakan secara asexual membentuk zoospora dan seksual dengan isogami.

Class chlorophyceae dibagi menjadi 8 ordo, yaitu :

- (a) Volvocales
- (b) Chlorococcales
- (c) Ulotrichales
- (d) Cladophorales
- (e) Chaetophorales
- (f) Oedogoniales
- (g) Siphonales
- (h) Charales

(2) Conjugatae

Merupakan ganggang hijau yang mempunyai kloroplas berwarna hijau, mengandung klorofil a dan b, sel-selnya mempunyai inti sel dari selulosa. Ganggang ini tidak membentuk zoospora sehingga dikenal dengan Acintae.

Class Conjugatae dibagi menjadi 2 ordo, yaitu :

- (a) Desmidiaceae
- (b) Zygnematales

### 3) Divisi Cyanophyta

Alga ini biasanya memiliki ciri warna hijau kebiru-biruan, yang disebabkan suatu pigmen tambahan selain klorofil dan karotenoid, yaitu pigmen fikosianin.

Tubuh alga hijau-biru (cyanophyta) bersifat uniselular, tetapi kebanyakan membentuk koloni tanpa filamen atau dapat juga membentuk filamen dengan atau tanpa cabang-cabang. Sel-sel dan koloni tanpa filamen diselubungi dengan suatu gelatin yang dapat sangat menyolok. Reproduksi secara aseksual dengan pembelahan sel pada bentuk-bentuk uniselular, sedangkan yang membentuk koloni dengan cara pembelahan sel dan fragmentasi. Beberapa filamen dapat juga membentuk spora istirahat, yakni spora berdinding tebal yang resisten terhadap panas dan pengeringan, dan yang mengandung bahan makanan. Suatu sel baru tumbuh dari spora istirahat pada waktu perkecambahan.

Filamen dapat juga membentuk sel-sel membesar yaitu *heterosista* (Gembong, 1994). Ganggang hijau-biru tersebar luas dan tumbuh di berbagai habitat. Banyak di antaranya hidup dalam air, yang lain terdapat pada tanah lembab, batu-batuan basah, atau menempel pada tumbuhan atau binatang. *Cyanophyceae* dibedakan menjadi 2 ordo:

a) Ordo *Chroococcales*

Berbentuk tunggal atau kelompok tanpa spora, warna biru kehijau-hijauan. Umumnya alga ini membentuk selaput lendir pada cadas atau tembok yang basah. Setelah pembelahan, sel-sel tetap bergandengan dengan perantaraan lendir tadi, dan dengan demikian terbentuk kelompok-kelompok atau koloni.

b) Ordo *Chamaesiphonales*

Alga bersel tunggal atau merupakan koloni berbentuk benang, mempunyai spora. Benang-benang itu dapat putus-putus merupakan *hormogonium*, yang merupakan koloni baru. Spora terbentuk dari isi sel (endospora). Setelah keluar dari sel induknya, spora dapat menjadi tumbuhan baru. Untuk menghadapi cuaca yang buruk dapat membentuk sel-sel.

4) Divisi Chrysophyta

Alga (chrysophyta) berasal dari bahasa Yunani *chryso* yang berarti keemasan. Ciri-ciri umum alga keemasan antara lain :

- a) Dinding sel terbuat dari bahan silikat
- b) Sel terdiri dari 2 bagian yaitu Epitheca (tutup) dan Hipotheca (wadah).
- c) Cadangan makanan berupa karbohidrat (leucosin) dan minyak (lemak).

- d) Pigmen terdiri dari karoten dan xantophyl
- e) Flagel bersifat hetero kontae (tidak sama panjangnya)
- f) Reproduksi dapat secara aseksual yaitu dengan pembelahan ganda sedangkan secara seksual dengan oogami

Divisi chrysophyta dibagi menjadi 3 kelas , yaitu:

- (1) Kelas xantophyceae
- (2) Kelas chrysophyceae
- (3) Kelas bacillariophyceae (diatom)

Nama Bacillariophyceae berasal dari kata bacil yang artinya bentuknya seperti batang.Habitat diatom adalah di air dan biasanya menempel pada benda-benda lain (hidup).

Diatom dibagi menjadi dua ordo, yaitu centrales dan penales

- (a) Ordo centrales

Hidup dalam laut merupakan salah satu penyusun plankton.Bentuk sel mempunyai simetri bilateral atau konsentrik dengan satu titik pusat. Selnya berbentuk bulat, lonjong, silindris dengan bentuk penampang bulat, segitiga atau segi empat. Untuk memudahkan melayang dalam air, terdapat alat-alat melayang, yang berupa duri atau sayap.

Genus yang bersifat kosmopolit antara lain:

Melosira, Coscinodiscus, Rhizocolenia, dan Biddulphia.



(b) Ordo penales

Golongan ini memiliki bentuk epiteka dan hipoteka yang beaneka macam. Genera ini bersifat kosmopolit antara lain: Navicula, Cymbela, Suriella, Nitzchia, Synedra, Gyrosigma .

Sel-sel bentuk memanjang, berbentuk batang, seperti perahu, tonjolan-tonjolan pada panser tersusun menyirip dan ditengah-tengah panser terdapat celah membujur yang dinamakan rafe. Organisme ini bergerak merayap maju mundur, yang disebabkan karena pergeseran antara alas dan arus plasma ekstraseluler rafe.

b. Faktor lingkungan yang mempengaruhi kehidupan fitoplankton

1) Faktor Lingkungan Fisik

a) Arus

Arus air adalah pergerakan masa air menuju ke tempat lain yang disebabkan oleh perbedaan ketinggian dasar perairan, kerapatan molekul air atau karena tiupan angin. Pada ekosistem perairan, peran arus sangat penting terutama kaitannya dengan pola persebaran organisme, pengangkutan energi dan mineral di dalam air. Arus air dapat mempengaruhi substrat di dasar perairan. Kecepatan arus dan arah arus badan air sangat berpengaruh terhadap kemampuan badan air untuk

mengeliminasi dan mengangkut bahan pencemar serta pergerakan bahan pencemar mencapai lokasi tertentu.

b) Cahaya Matahari

Cahaya matahari merupakan sumber panas yang utama di perairan. Cahaya matahari diserap oleh badan air akan menghasilkan panas di perairan (Odum, 1993). Di perairan yang dalam, penetrasi adanya matahari tidak sampai ke dasar, karena itu suhu air di dasar perairan yang dalam lebih rendah dibandingkan dengan suhu air di dasar perairan yang dalam lebih rendah dibandingkan dengan suhu di dasar perairan dangkal.

Cahaya matahari diperlukan oleh organism fototrof untuk proses fotosintesa. Cahaya yang jatuh pada permukaan air akan dipantulkan dan diteruskan ke dalam air. Kecerahan di suatu perairan menunjukkan cahaya yang diteruskan dan dinyatakan dalam %.

c) Suhu

Suhu air merupakan salah satu factor yang dapat mempengaruhi aktivitas serta memacu atau menghambat perkembangbiakan organism perairan. Pada umumnya peningkatan suhu air sampai skala tertentu akan mempercepat perkembangbiakan organism perairan. Peningkatan 10° C suhu perairan meningkatkan konsumsi oksigen oleh organism akuatik sekitar 2-3 kali lipat. Kisaran suhu yang optimum bagi

pertumbuhan fitoplankton di perairan adalah 20-30°C (Effendi, 2000).

d) Kedalaman Perairan

Kedalaman perairan merupakan suatu kondisi yang menunjukkan kemampuan organisme untuk berinteraksi dengan cahaya. Kedalaman perairan adalah jarak dari permukaan air hingga dasar perairan. Kedalaman suatu perairan sangat berperan terhadap biota pada ekosistem perairan. Factor kedalaman dapat mengubah faktor-faktor fisik dan kimia perairan maka akan menyebabkan respon yang berbeda bagi biota yang dapat bertahan hidup di dalamnya. Perairan dangkal yang kurang dari 5 meter, dapat berpengaruh terhadap kualitas air karena penumpukan sisa makanan dan ikan yang busuk.

e) Turbiditas/Kekeruhan

Kekeruhan merupakan parameter perairan yang menggambarkan sifat optic air dan ditentukan berdasarkan kuantitas cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat dalam air. Bahan organik dan anorganik baik tersuspensi maupun terlarut seperti lumpur, pasir halus, plankton dan mikroorganisme lainnya merupakan penyebab kekeruhan di perairan (APHA, 1976, Davis dan Conwell, 1991).

Satuan kekeruhan dengan metode Nephelometric adalah NTU (Nephelometric Turbidity Unit). Pengaruh ekologis

kekeruhan adalah penurunan daya penetrasi cahaya matahari ke dalam suatu perairan yang dapat menurunkan produktivitas primer akibat penurunan fotosintesis Fitoplankton dan tumbuhan bentik. Kekерuhan yang tinggi akibat tingginya padatan tersuspensi dan padatan terlarut di perairan dapat mengakibatkan terganggunya system osmoregulasi seperti pernapasan dan daya lihat organism akuatik serta dapat menghambat penetrasi cahaya ke dalam air sehingga mengganggu proses fotosintesis yang terjadi di perairan (Effendi, 2000).

## 2) Faktor Lingkungan Kimia

### a) Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut merupakan jumlah oksigen yang diikat oleh molekul air. Sumber utama DO adalah proses fotosintesis tumbuhan dan penyerapan secara langsung oksigen dari udara melalui kontak langsung permukaan air dengan udara. Berkurangnya DO dalam suatu perairan adalah karena terjadinya respirasi organisme perairan.

### b) Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Kebutuhan BOD yang merupakan gambaran secara tak langsung kadar bahan organik adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroba aerob untuk mengoksidasi bahan organik menjadi CO<sub>2</sub> dan air ( Daris dan Conwell, 1991 dalam Effendi, 2000). Dengan kata lain BOD menunjukkan jumlah

oksigen yang dikonsumsi oleh proses respirasi mikroba aerob dalam 300ml contoh air dalam botol tertutup yang diinkubasi pada suhu sekitar 20° C selama 5 hari dalam keadaan tanpa cahaya (Laws, 1993). Hal ini berarti bahwa rendahnya nilai BOD menunjukkan sedikitnya jumlah bahan organik yang dioksidasi dan semakin bersihnya perairan dari pencemaran limbah organik. Perairan dengan nilai BOD 5 melebihi 10 mg/l dianggap telah mengalami pencemaran (Effendi, 2000).

c) pH

Nilai pH menunjukkan derajat keasaman atau kebasaan suatu perairan. Pescod (1973) menyatakan bahwa toleransi organisme air terhadap pH bervariasi. Hal ini tergantung pada suhu air, oksigen terlarut dan adanya berbagai anion dan kation serta jenis dan stadium organisme. Dalam suatu perairan yang bersih jumlah konsentrasi ion H<sup>+</sup> dan OH<sup>-</sup> berada dalam keseimbangan yaitu dengan pH = 7. Peningkatan ion hidrogen akan menyebabkan nilai pH turun yang dapat menyebabkan perairan menjadi asam. Dan sebaliknya apabila ion hidrogen berkurang maka pH akan naik sehingga menyebabkan perairan menjadi basa.

Nilai pH perairan pada umumnya berkisar antara 6,5- 9,0 (Canter and hill, 1981). Proses biokimiawi perairan seperti

nitrifikasi sangat dipengaruhi oleh nilai pH (Novotny dan Olem, 1994 dalam Effendi 2000).

Setiap spesies memiliki kisaran toleransi yang berbeda terhadap pH. Nilai pH ideal bagi kehidupan organisme akuatik termasuk plankton pada umumnya berkisar antara 7- 8,5. Kondisi perairan yang bersifat asam maupun sangat basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi (Barus 2004: 64).

#### **4. Gua**

Menurut UIS (Union Internationale de Speleologi) definisi dari gua adalah suatu ruangan dibawah tanah, yang dapat dimasuki orang dan terbentuk secara alamiah.

Gua merupakan suatu ekosistem yang unik. Hewan maupun tumbuhan yang hidup di lingkungan gua dapat beradaptasi dengan baik dan menjadikan beberapa diantaranya memiliki ciri yang khas dan berbeda dengan fauna maupun flora yang hidup di luar gua.

Lingkungan tempat hidup atau habitat makhluk hidup yang ada dalam gua, dapat dibagi menjadi 3 bagian atau zonasi berdasarkan ketersediaan cahaya matahari yaitu :

- a. Zona terang (entrance zone), biasanya di mulut gua, pada daerah ini masih terdapat cahaya matahari, suhu masih dipengaruhi lingkungan luar.

- b. Zona remang (*twilight zone*), lingkungan zona ini sudah mulai gelap, cahaya matahari hanya berupa pantulan (tidak langsung), suhu belum konstan dan masih sedikit dipengaruhi lingkungan luar.
- c. Zona gelap (*dark zone*), merupakan bagian yang sama sekali tidak terdapat cahaya atau gelap total, memiliki iklim yang relatif konstan karena fluktuasi suhu udara sangat kecil.

## 5. Ekosistem Perairan Sungai

Ekosistem lotik/sungai dibagi menjadi beberapa zona dimulai dengan zona krenal (mata air) yang umumnya terdapat di daerah hulu. Zona *krenal* dibagi menjadi *rheokrenal*, yaitu mata air yang berbentuk air terjun biasanya terdapat pada tebing-tebing yang curam. *Limnokrenal* yaitu mata air yang membentuk aliran sungai yang kecil dan *helokrenal*, yaitu mata air yang membentuk rawa-rawa.

Zona *rithral* merupakan aliran beberapa mata air membentuk aliran sungai di daerah pegunungan dengan relief aliran sungai yang terjal. Zona *rithral* dapat dibagi menjadi 3 bagian yaitu *epirithral* (bagian yang paling hulu), *metarithral* (bagian tengah dan aliran sungai di zona *rithral*) dan *hiporithral* (bagian paling akhir zona *rithral*). Setelah melewati zona *hiporithral*, aliran air sungai akan memasuki zona *potamal*.

Zona *potamal* adalah aliran sungai pada daerah-daerah yang relatif lebih landai. Zona *potamal* dibagi menjadi 3 bagian yaitu *epipotamal* (bagian atas dari zona *potamal*), *metapotamal* (bagian tengah) dan *hypopotamal* (bagian akhir dari zona *potamal*) (Barus : 82).

Aliran air pada perairan lotik dimulai dengan adanya alir berbagai mata air di daerah hulu yang akan membentuk aliran-aliran kecil. Selanjutnya aliran-aliran air yang kecil di daerah hulu/pegunungan ini akan membentuk aliran air yang lebih besar untuk selanjutnya membentuk aliran sungai yang besar.

### **C. Kerangka berfikir**

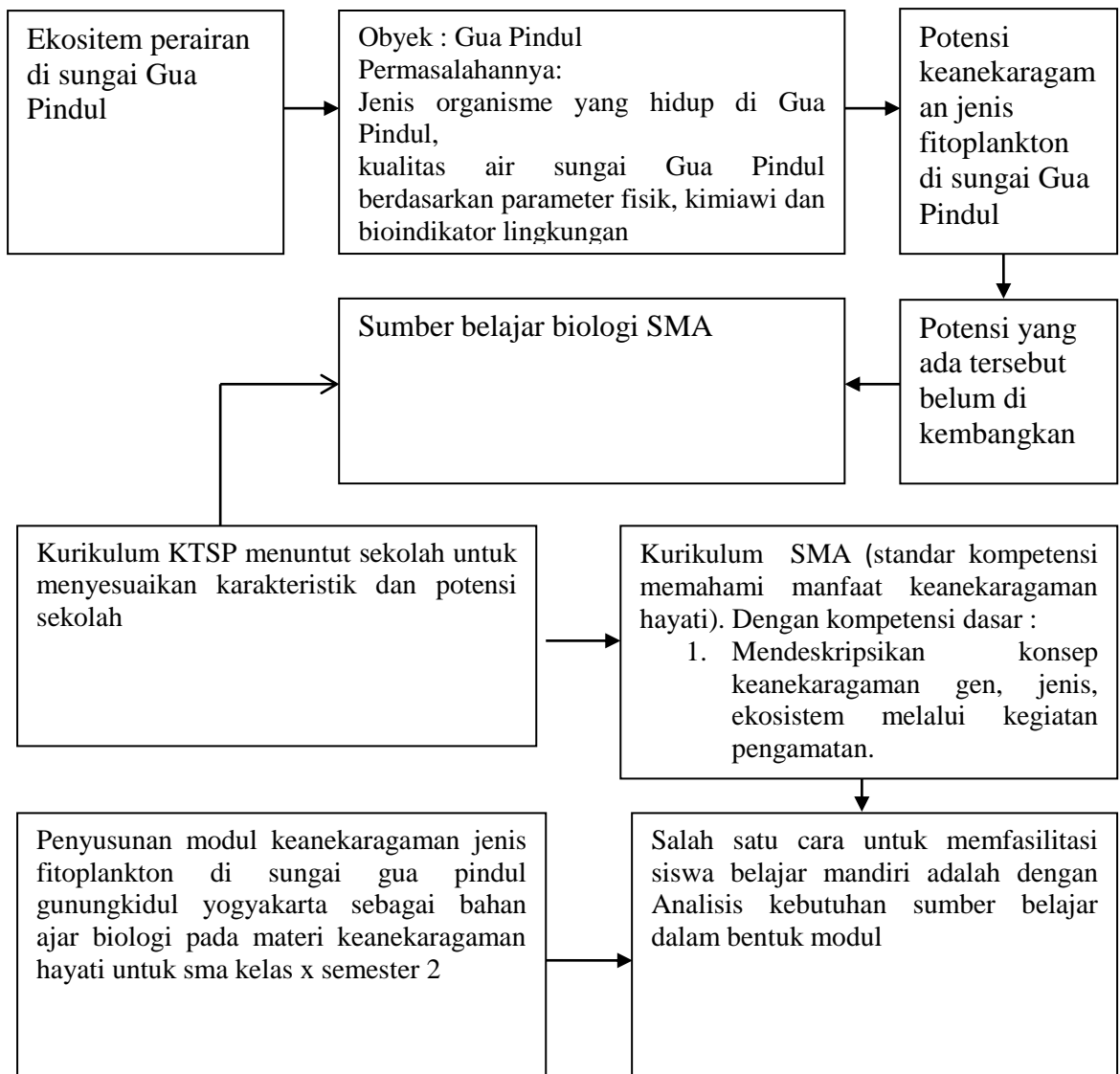
Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) mengisyaratkan bahwa setiap satuan pendidikan bebas menyusun kurikulumnya sendiri dengan dibatasi standar isi dari pemerintah. Salah satu karakteristik KTSP adalah pengembangan kurikulum berbasis potensi lokal yang dikembangkan setiap satuan pendidikan.

Kabupaten Gunung Kidul memiliki potensi yang besar bagi pengembangan dunia pendidikan karena pemanfaatan Gua sebagai salah satu sumber belajar biologi bagi masih sangat kurang. Pemanfaatan gua dapat mengatasi permasalahan pembelajaran dalam hal interaksi antara peserta didik dengan obyek yang dipelajarinya di Kabupaten Gunung Kidul sendiri. KTSP juga menuntut peserta didik untuk lebih aktif menggali informasi belajar secara mandiri dengan sedikit bantuan dari guru.

Penelitian pengembangan pendidikan yang didahului dengan penelitian eksplorasi gua dapat dilakukan untuk memanfaatkan gua pindul di Kabupaten Gunung Kidul sebagai salah satu sumber belajar keanekaragaman hayati berupa keanekaragaman jenis fitoplankton di sungai gua pindul. Penelitian dilakukan dengan melakukan eksplorasi di gua pindul Kabupaten Gunung Kidul, mengangkatnya sebagai sumber belajar, dan hasilnya dikemas menjadi sebuah



produk bahan ajar berupa modul. Modul yang telah melalui proses perbaikan berdasarkan masukan para ahli kemudian dapat dimanfaatkan peserta didik khususnya di Kabupaten Gunung Kidul untuk membantu siswa mempelajari materi keanekaragaman hayati tingkat spesies di gua dalam bentuk modul secara mandiri. Bagan kerangka berfikir adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Bagan kerangka berfikir