

BAB 2

TINJAUAN TEORETIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Kemampuan Pemecahan Masalah

1) Definisi Kemampuan Pemecahan Masalah

Pendidikan abad 21 menuntut siswa untuk dapat memiliki kemampuan dalam memecahkan masalah. Menurut Sumartini (2016) pemecahan masalah merupakan suatu proses untuk mengatasi kesulitan-kesulitan yang dihadapi untuk mencapai tujuan yang diharapkan. Pemecahan masalah adalah tahap di mana siswa mengerahkan keterampilan mereka untuk menemukan jawaban dari masalah (Khoiriyah & Husamah, 2018).

Menurut Greenstein (dalam Supiandi & Julung, 2016) Kemampuan pemecahkan masalah adalah proses dasar untuk mengidentifikasi masalah, mempertimbangkan pilihan, dan membuat pilihan informasi. Hal ini digunakan ketika jawaban atau solusi tidak ada. Kemampuan pemecahan masalah merupakan salah satu keterampilan yang penting yang harus diajarkan dan dilatih agar siswa terbiasa menghadapi masalah baik dalam lingkungan akademik maupun dalam kehidupan sehari-hari yang kompleks. Keterampilan pemecahan masalah melibatkan keterampilan berpikir kritis, mengamati, menafsirkan data, merumuskan hipotesis dan menemukan solusi untuk beberapa masalah (Susilowati & Anam, 2017: 507).

2) Indikator Kemampuan Pemecahan Masalah

Indikator pemecahan masalah dikemukakan oleh Jhonson & Jhonson (dalam Tawil & Liliyasi, 2013: 93) sebagai berikut:

- a) “Peserta didik mampu mendefinisikan masalah, yaitu merumuskan masalah dari peristiwa tertentu yang mengandung isu konflik, sehingga peserta didik mengerti masalah apa yang dikaji”
Dalam hal ini, peserta didik harus mampu mendefinisikan beberapa masalah mengenai isu-isu hangat yang terjadi di lingkungannya.
- b) “Peserta didik mampu mendiagnosis masalah, yaitu menentukan sebab-sebab terjadinya masalah, serta menganalisis berbagai faktor, baik faktor yang bisa menghambat maupun faktor yang dapat mendukung dalam penyelesaian masalah”.

Jika hal yang pertama dilakukan adalah mengidentifikasi masalah, maka selanjutnya peserta didik harus dapat menyelidiki ataupun menemukan sebab atau alasan terjadi suatu permasalahan tersebut sehingga bisa mencari solusi.

- c) "Peserta didik mampu merumuskan alternatif strategi, yaitu menguji setiap tindakan yang telah dirumuskan melalui diskusi kelas"

Mengatasi suatu permasalahan tentunya bisa melakukan berbagai hal sesuai tingkat permasalahan yang ada. Strategi yang dilakukan pun bisa berbeda-beda sehingga perlu adanya alternatif strategi yang lain jika salah satu strategi tidak dapat berhasil mengatasi suatu permasalahan tersebut.

- d) "Peserta didik mampu menentukan dan menerapkan strategi pilihan, yaitu pengambilan keputusan tentang strategi mana yang dapat dilakukan"

Pengambilan keputusan sangat diperlukan dalam memecahkan suatu masalah karena menentukan strategi yang paling baik dari beberapa alternatif strategi yang ada

- e) "Peserta didik mampu melakukan evaluasi, baik evaluasi proses maupun evaluasi hasil"

Evaluasi dilakukan agar dapat memperbaiki hal-hal yang salah dari kegiatan proses maupun hasil yang dilakukan ketika memecahkan suatu masalah. Sehingga akan menjadi cerminan untuk selanjutnya agar melakukan strategi yang lebih baik lagi.

Polya (1973) merumuskan indikator kemampuan pemecahan masalah dalam empat tahap yaitu:

- 1) *Understanding the Problem*, yaitu tahap dimana siswa harus memahami masalah yang diajukan. Tidak hanya memahami, siswa juga harus memikirkan solusi untuk permasalahan tersebut.
- 2) *Devising a Plan*, yaitu tahap penyusunan rencana dalam pemecahan masalah. Pada tahap ini peserta didik merumuskan masalah, menelusuri penyebab masalah tersebut hingga dapat menemukan ide solusi untuk mengatasi masalah tersebut.
- 3) *Carrying Out the Plan*, yaitu tahap pelaksanaan dari rencana pemecahan masalah yang sudah disusun sebelumnya berdasarkan pemahaman mereka.
- 4) *Looking Back*, yaitu tahap dimana siswa melihat kembali solusi yang sudah selesai dengan mempertimbangkan dan memeriksa kembali hasil dan prosesnya apakah sudah sesuai atau belum.

Selain indikator-indikator yang sudah dijelaskan di atas, masih banyak lagi variasi indikator pemecahan masalah dari para ahli lainnya, namun indikator yang digunakan pada penelitian ini adalah dari Johnson & Johnson (2012). Dapat disimpulkan bahwa indikator pemecahan masalah yaitu merumuskan masalah, mendiagnosis faktor penyebab masalah, merumuskan solusi-solusi untuk memecahkan masalah, memilih solusi terbaik, dan mengevaluasi solusi yang ditetapkan.

3) Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kemampuan Pemecahan Masalah

Handayani Z (2017) mengemukakan beberapa faktor yang mempengaruhi kemampuan pemecahan masalah pada siswa yaitu pengalaman, motivasi, kemampuan memahami masalah, dan keterampilan.

- a) Pengalaman awal siswa terhadap suatu tugas seperti ketakutan terhadap suatu materi misalnya biologi dapat menghambat kemampuan siswa dalam memecahkan masalah
- b) Motivasi dorongan yang kuat baik dari luar maupun dalam dirinya seperti menumbuhkan keyakinan bahwa dirinya mampu dapat mempengaruhi hasil pemecahan masalah
- c) Kemampuan memahami masalah tentunya pada setiap siswa berbeda-beda sehingga hal ini juga dapat mempengaruhi proses dalam pemecahan masalah
- d) Keterampilan. Memecahkan masalah memerlukan sebuah keterampilan dimana dalam prosesnya menggunakan akal, pikiran, ide dan kreatifitas untuk menyelesaikan masalah. Menyelesaikan pemecahan masalah diperlukan konsep terdefinisi yang dapat dikuasai jika ditunjang oleh pemahaman konsep yang konkrit. Untuk memahami konsep konkrit ini diperlukan keterampilan.

Hasil penelitian Artinta & Fauziah (2021) menunjukkan bahwa ada beberapa faktor yang mempengaruhi kemampuan memecahkan masalah yaitu strategi pembelajaran, materi yang disampaikan, kompleksitas materi, motivasi, lingkungan, keluarga, kemampuan awal siswa, kemampuan berpikir kritis, media pembelajaran dan jaringan internet.

2.1.2 Keterampilan Kolaborasi

Janssen & Wubbels (dalam Rahmawati et al., 2019) mendefinisikan kolaborasi sebagai kemampuan berpartisipasi dalam setiap kegiatan untuk membina hubungan dengan orang lain, saling menghargai hubungan dan kerja tim untuk mencapai tujuan yang sama. Kolaborasi didefinisikan sebagai kemampuan untuk bekerja efektif, tanggung jawab, peduli antar anggota kelompok dalam bekerja kolaboratif untuk mencapai tujuan bersama serta mampu menghargai pendapat setiap anggota kelompok menurut National Education Assosiation (dalam Hidayanti et al., 2020).

Rahmawati et al. (2019) berpendapat bahwa keterampilan kolaborasi dapat dilatih pada jalur pendidikan. Pendidikan saat ini tidak hanya bertujuan untuk mengembangkan pengetahuan berdasarkan subjek inti pembelajaran, tetapi diorientasikan untuk siswa memiliki keterampilan abad 21 salah satunya yaitu kolaborasi. Junita & Wardani (2020) menyatakan bahwa “keterampilan kolaborasi adalah salah satu keterampilan yang mengajak siswa untuk aktif berkontribusi dalam bekerja sama dan melakukan interaksi pada saat pembelajaran sehingga pembelajaran akan lebih mudah dipahami”.

Redhana (2019) menjelaskan bahwa berkolaborasi dengan orang lain meliputi beberapa aspek: mampu bekerja secara efektif dan menghargai anggota tim yang berbeda, menunjukkan fleksibilitas dan keinginan untuk menjadi orang yang berguna dalam melakukan kompromi untuk mencapai tujuan bersama, dan bertanggung jawab dalam pekerjaan kolaboratif dan menghargai kontribusi dari setiap anggota tim.

Keberhasilan pada kolaborasi siswa dapat dipengaruhi oleh empat tingkat keterampilan, yaitu (Apriono dalam Sari et al., 2021):

- (1) *forming* (membentuk), yaitu keterampilan paling dasar dan dimiliki untuk menciptakan kelompok pembelajaran yang kooperatif,
- (2) *functioning* (memfungsikan), yaitu keterampilan siswa dalam mengelola kegiatan kelompok atau menyelesaikan tugas dan menjaga hubungan kerja antarsiswa agar efektif,
- (3) *formulating* (merumuskan), yaitu keterampilan untuk membangun konsep dan pemahaman siswa terhadap materi yang diajarkan untuk memacu penggunaan cara atau strategi penalaran tingkat tinggi, serta memaksimalkan penguasaan suatu materi yang diajarkan, dan
- (4) *fermenting* (mengembangkan), yaitu keterampilan menstimulasi

rekonseptualisasi materi yang sedang dipahami, konflik kognitif, dan pencarian yang informasi lebih banyak serta mengkomunikasikan kesimpulan dari seseorang.

Menurut Trilling & Fadel (2009: 55) siswa dapat dikatakan sudah memiliki keterampilan kolaborasi jika memenuhi tiga komponen, yaitu menunjukkan kemampuan untuk bekerja secara efektif dan menghargai perbedaan yang ada pada kelompok, fleksibel dan bersedia untuk membantu membuat keputusan untuk mencapai tujuan bersama, bertanggung jawab dan menghargai kontribusi setiap anggota tim. Keterampilan kolaborasi dapat diukur dengan indikator yang tepat untuk dapat dianalisis seperti dengan lembar observasi yang dikembangkan oleh Greenstein yang mencakup bekerja secara produktif (*work productively*), menunjukkan rasa hormat (*demonstrates respect*), berkompromi (*compromises*) dan berbagi tanggungjawab (*shared responsibility*) (Sahrir, 2019).

2.1.3 Model Project Based Learning (PjBL)

1) Definisi Model *Project Based Learning* (PjBL)

Project Based Learning (PjBL) merupakan salah satu model pembelajaran yang disarankan dalam implementasi kurikulum 2013 untuk diterapkan dalam pembelajaran (Budiharti et al., 2016). Menurut Coco, 2006 (dalam Kokotsaki et al., 2016) Project Based Learning adalah bentuk instruksi yang berpusat pada siswa yang didasarkan pada tiga prinsip konstruktivis: pembelajaran konteks khusus, keterlibatan siswa secara aktif dalam proses pembelajaran dan pencapaian tujuan melalui interaksi sosial dan berbagi pengetahuan, dan yang ketiga adalah pemahaman.

Klein et al. (2009) mendefinisikan *project-based learning* sebagai “*the instructional strategy of empowering learners to pursue content knowledge on their own and demonstrate their new understandings through a variety of presentation modes*”. Sedangkan Intel Corporation (dalam Fathurrohman, 2015: 118) mendefinisikan *project-based learning* dengan “*an instructional model that involves students in investigations of compelling problems that culminate in authentic product*”

Menurut Padiya, 2008 (dalam Tinenti, 2018: 3) model pembelajaran berbasis proyek adalah suatu model pembelajaran yang dalam pelaksanaannya dapat mengajarkan siswa untuk menguasai keterampilan proses dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari sehingga membuat proses pembelajaran menjadi bermakna.

Berdasarkan definisi-definisi di atas dapat disimpulkan bahwa model *project based learning* adalah suatu model pembelajaran dengan menggunakan masalah sebagai langkah awal dalam mengintegrasikan pengetahuan dan berujung pada suatu produk yang otentik yang saling terhubung antara dunia nyata dan pengetahuan yang dimiliki siswa sehingga menjadikan proses pembelajaran yang bermakna.

2) Karakteristik Model *Project Based Learning* (PjBL)

Model *Project-Based Learning* menurut Hodgins (dalam Sukmawijaya et al., 2019) lebih menekankan model pembelajaran yang berfokus pada siswa (*student-centered*) dimana siswa sebagai subjek aktivitas belajar lebih mandiri dalam menyelesaikan karya autentik sebagai hasil pembelajaran. Model *Project-Based Learning* memiliki beberapa karakteristik (Kemendikbud, 2014), sebagai berikut:

- a) Peserta didik membuat keputusan tentang sebuah kerangka kerja,
- b) Adanya permasalahan atau tantangan yang diajukan kepada peserta didik,
- c) Peserta didik mendesain proses untuk menentukan solusi atas permasalahan atau tantangan yang diajukan,
- d) Peserta didik secara kolaboratif bertanggungjawab untuk mengakses dan mengelola informasi untuk memecahkan permasalahan,
- e) Proses evaluasi dijalankan secara kontinyu,
- f) Peserta didik secara berkala melakukan refleksi atas aktivitas yang sudah dijalankan,
- g) Produk akhir aktivitas belajar akan dievaluasi secara kualitatif,
- h) Situasi pembelajaran sangat toleran terhadap kesalahan dan perubahan

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa pembelajaran berbasis proyek secara alami menuntut siswa melakukan kolaborasi dan dapat mengasah kemampuan pemecahan masalah yang dihadapkan kepadanya.

3) Langkah-langkah dalam Model *Project Based Learning*(PjBL)

Langkah-langkah pembelajarn dengan model *Project-Based learning* dalam George Lucas Educational Foundation (2007) dan Kemendikbud (2014) terdiri dari:

a) *Start with the Essential Question* (memulai dengan pertanyaan esensial)

Pada tahap ini, pertanyaan yang diajukan haruslah melibatkan siswa yang akan menimbulkan masalah atau situasi yang dapat mereka atasi, mengetahui bahwa tidak ada satu jawaban atau solusi. Topik yang diambil haruslah bersifat nyata dan otentik dan pertanyaan harus berupa pertanyaan yang memiliki makna dalam kehidupan peserta didik.

b) *Design a Plan for the Project* (mendesain perencanaan proyek)

Perencanaan dilakukan secara kolaboratif antara pengajar dan peserta didik. Peserta didik diharapkan akan merasa “memiliki” atas proyek tersebut. Perencanaan berisi aturan kegiatan dalam penyelesaian proyek.

c) *Create a Schedule* (menyusun *timeline*/jadwal)

Pengajar dan peserta didik menyusun jadwal aktivitas penyelesaian proyek. Aktivitas pada tahap ini antara lain: (1) membuat *timeline* penyelesaian proyek, (2) membuat *deadline* penyelesaian proyek, (3) membimbing peserta didik agar merencanakan cara yang baru, (4) membimbing peserta didik ketika mereka membuat cara yang tidak berhubungan dengan proyek, dan (5) meminta peserta didik untuk membuat penjelasan (alasan) tentang pemilihan suatu cara.

d) *Monitor the Students and the Progress of the Project* (memantau siswa dan kemajuan proyek)

Pengajar bertanggungjawab untuk memantau aktivitas peserta didik selama menyelesaikan proyek, menggunakan rubrik yang dapat merekam keseluruhan aktivitas yang penting. Pada tahap ini guru menilai seberapa baik anggota berpartisipasi dan seberapa terlibat mereka dalam prosesnya.

e) *Assess the Outcome* (menilai hasil proyek)

Penilaian dilakukan untuk mengukur ketercapaian kompetensi, mengevaluasi kemajuan masing- masing peserta didik, memberi umpan balik terhadap pemahaman yang sudah dicapai peserta didik, dan membantu pengajar dalam menyusun strategi pembelajaran berikutnya.

f) *Evaluate the Experience* (mengevaluasi pengalaman)

Pada akhir proses pembelajaran, pengajar dan peserta didik melakukan refleksi terhadap aktivitas dan hasil proyek yang sudah dijalankan. Pada tahap ini peserta didik diminta untuk mengungkapkan pengalamannya selama menyelesaikan proyek. Pengajar dan peserta didik mengembangkan diskusi untuk memperbaiki kinerja selama proses pembelajaran, sehingga pada akhirnya ditemukan suatu temuan baru (*new inquiry*) untuk menjawab permasalahan yang diajukan pada tahap pertama pembelajaran

2.1.4 Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematic)

1) Definisi *Science, Technology, Engineering, Mathematic*

STEM mencakup empat disiplin yang masing-masing telah didefinisikan dalam NRC (2014) sebagai berikut:

- a. Sains adalah studi tentang alam, termasuk hukum alam yang terkait dengan fisika, kimia, dan biologi dan perlakuan atau penerapan fakta, prinsip, konsep, atau konvensi yang terkait dengan disiplin ilmu tersebut. Sains adalah kumpulan pengetahuan yang telah terakumulasi dari waktu ke waktu dan sebuah proses yang menghasilkan pengetahuan baru.
- b. Teknologi terdiri dari seluruh sistem orang dan organisasi, pengetahuan, proses, dan perangkat yang digunakan untuk menciptakan dan mengoperasikan barang-barang hasil kecerdasan manusia. Teknologi diciptakan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Sebagian besar teknologi modern merupakan produk sains dan teknik, dan alat teknologi digunakan di kedua bidang tersebut.
- c. Teknik adalah kumpulan pengetahuan tentang desain dan penciptaan benda buatan manusia dan sebuah proses untuk memecahkan masalah. Teknik menggunakan konsep-konsep dalam sains, matematika dan alat-alat teknologi.
- d. Matematika adalah studi tentang pola dan hubungan antara besaran, angka, dan ruang. Kategori konseptual matematika mencakup angka dan aritmatika, aljabar, fungsi, geometri, serta statistik dan probabilitas. Matematika digunakan dalam sains, teknik, dan teknologi.

2) Komponen Pendekatan STEM

Menurut Laboy-Rush, (n.d.) langkah efektif dalam pembelajaran STEM adalah sebagai berikut:

a. *Reflection*

Tujuan dari tahap ini adalah untuk membawa siswa ke dalam konteks masalah dan memberikan inspirasi kepada siswa agar dapat segera mulai menyelidiki/investigasi masalah. Pada tahap ini juga dimaksudkan untuk menghubungkan apa yang diketahui dan apa yang perlu dipelajari.

b. *Research*

Pada tahap ini kegiatan dapat berupa penelitian siswa, pemberian pembelajaran oleh guru, memilih bacaan atau metode lain untuk mengumpulkan sumber informasi yang relevan. Proses belajar lebih banyak terjadi selama tahap ini, kemajuan belajar siswa mengkonkritkan pemahaman abstrak dari masalah. Selama fase *research*, guru lebih sering membimbing diskusi untuk menentukan apakah siswa telah mengembangkan pemahaman konseptual dan relevan berdasarkan proyek.

c. *Discovery*

Tahap ini umumnya melibatkan proses menjembatani *research* dan informasi yang diketahui dalam penyusunan proyek. Ketika siswa mulai belajar mandiri dan menentukan apa yang masih belum diketahui. Pada tahap ini juga dapat mulai membagi siswa menjadi kelompok kecil untuk menyajikan solusi yang mungkin untuk masalah, berkolaborasi, dan membangun kerjasama antar teman dalam kelompok. Selain itu juga untuk mengembangkan kemampuan siswa dalam membangun habit of mind dari proses merancang untuk mendesain.

d. *Aplication*

Pada tahap aplikasi bertujaun untuk menguji hasil proyek yang merupakan solusi untuk memecahkan masalah. Dalam beberapa kasus, siswa menguji produk yang dibuat dari ketentuan yang ditetapkan sebelumnya, hasil yang diperoleh digunakan untuk memperbaiki langkah sebelumnya. Di model lain, pada tahapan ini siswa belajar konteks yang lebih luas di luar STEM atau menghubungkan antara disiplin bidang STEM.

e. *Communication*

Tahap akhir dalam setiap proyek dalam membuat produk/solusi yaitu dengan mengkomunikasikan atau menyajikan hasil perancangan kepada rekan sekelas. Presentasi merupakan langkah penting dalam proses pembelajaran untuk mengembangkan keterampilan komunikasi dan kolaborasi maupun kemampuan untuk menerima dan menerapkan umpan balik yang konstruktif. Penilaian dapat dilakukan berdasarkan penyelesaian langkah akhir dari fase ini.

2.1.5 Project Based Learning Terintegrasi STEM

Capraro et al. (2013:2) mendefinisikan STEM-PJBL sebagai “*an ill-defined task within a well-defined outcome situated with a contextually rich task requiring students to solve several problems which when considered in their entirety showcase student mastery of several concepts of various STEM subjects*”. Pembelajaran STEM-PJBL merupakan salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan pendidikan STEM dan mempersiapkan siswa dalam menghadapi kemajuan teknologi (Hanif et al., 2019).

Menurut Lou et. al., 2011 (dalam Lou et al., 2017) STEM-PJBL adalah model pengajaran dan pembelajaran yang didasarkan pada konotasi pendidikan STEM dan terintegrasi dengan desain kurikulum PJBL. STEM-PJBL berdasarkan teori pengajaran konstruktivis, mengintegrasikan pengetahuan interdisipliner sains, teknologi, teknik, dan matematika melalui strategi pembelajaran berbasis proyek, memberi situasi belajar siswa dimana mereka dapat secara aktif mengeksplorasi pengalaman nyata dan merancang solusi untuk masalah kehidupan nyata untuk mendorong pemikiran kreatif dan keterampilan langsung, mengadopsi evaluasi yang beragam sehingga siswa dapat memberikan penuhi dengan bakat yang mereka miliki, menghadapkan siswa pada sains dan teknologi terkait teknik, dan memungkinkan siswa untuk dapat menghubungkan apa yang mereka kerjakan di kelas dengan dunia nyata

Samsudin et al. (2020) mengemukakan bahwa STEM-PJBL adalah suatu pendekatan yang mengarahkan siswa untuk mengeksplorasi masalah yang *ill-defined* yang mengintegrasikan STEM dalam lingkungan yang terbatas. Pendekatan ini diindikasikan dengan berbagai komponen dimana pendekatan berpusat pada

siswa, kegiatan langsung, mendorong kolaborasi, komunikasi tim, konstruksi pengetahuan, dan memiliki penilaian formatif.

Berdasarkan beberapa definisi di atas dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran berbasis proyek yang terintegrasi STEM merupakan model pembelajaran berbasis proyek yang mengintegrasikan bidang sains, teknologi, *engineering* dan matematika dalam proses pembelajarannya.

2.1.6 Deskripsi Materi Ekosistem

Ekosistem diartikan sebagai hubungan timbal balik (interaksi) antara makhluk hidup dengan lingkungan. Suatu ekosistem terdiri atas beberapa unsur yang terangkum dalam komponen biotik dan abiotik. Komponen biotik adalah komponen hidup yang terdiri atas organisme-organisme baik yang berukuran mikro maupun makro, sedangkan komponen abiotik berupa benda-benda mati (Rabb, 2017: 225).

1) Satuan Penyusun Ekosistem

Ekosistem meliputi komponen abiotik dan komponen biotik yang di dalamnya terdapat berbagai jenis makhluk hidup. Berbagai jenis makhluk hidup tersebut dapat dikelompokkan menjadi satuan-satuan makhluk hidup dalam habitat tertentu yang membentuk suatu ekosistem (Rabb, 2017: 225).

Smith & Smith (2015: 20) mengelompokkan makhluk hidup dalam suatu system hirarki: individu, populasi, komunitas, ekosistem, lanskap, bioma, biosfer.

- a) Individu merupakan suatu makhluk hidup “yang teridentifikasi melalui susunan atau urutan genetik, perilaku, karakter fisik dan kemampuannya untuk berkembang biak dengan spesies lainnya”(Priastomo et al., 2021: 3).
- b) Populasi adalah sekelompok individu dari spesies yang sama yang menempati area tertentu.
- c) Komunitas yaitu semua populasi dari spesies yang berbeda yang hidup dan berinteraksi dalam suatu ekosistem.
- d) Ekosistem adalah tatanan kesatuan secara utuh dan menyeluruh antara segenap unsur lingkungan hidup yang saling mempengaruhi.
- e) Lanskap merupakan wilayah yang terdiri dari kumpulan komunitas dan ekosistem.

- f) Bioma adalah wilayah berskala luas yang didominasi oleh jenis ekosistem yang serupa, seperti hutan hujan tropis, padang rumput, dan gurun.
- g) Biosfer merupakan tingkatan tertinggi dari organisasi sistem ekologi. Biosfer ini adalah lapisan tipis yang mengelilingi bumi yang mendukung semua kehidupan.

2) Komponen Penyusun Ekosistem

Secara struktural ekosistem terdiri dari komponen biotik dan abiotik. Komponen penyusun ekosistem adalah produsen (tumbuhan hijau), konsumen (herbivora, karnivora, dan omnivora), dan dekomposer/pengurai (mikroorganisme). Komponen biotik ekosistem meliputi: sumber daya tumbuhan, sumber daya hewan, jasad renik, dan sumber daya manusia. Komponen abiotik ekosistem meliputi: sumber daya tanah, sumber daya air, sumber daya energi fosil, udara, serta cuaca dan iklim (Irianto, 2016). Pernyataan tersebut selaras dengan Tillery, Anger & Ross, 2007 (dalam Priastomo et al. 2021: 12) yang menyatakan bahwa “berdasarkan jenisnya komponen ekosistem terdiri dari dua macam, yaitu komponen biotik yang merupakan komponen hidup dan komponen abiotik yang memengaruhi makhluk hidup”

a) Komponen Biotik

Berdasarkan cara memperoleh makanannya, makhluk hidup sebagai komponen biotik dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu produsen, konsumen dan pengurai/dekomposer (Priastomo et al. 2021: 12).

(1) Produsen

Secara bahasa produsen berarti penghasil, yang artinya makhluk hidup yang dapat menghasilkan makanannya sendiri yaitu disebut juga autotrof. Urry et al. (2020: 1240) menjelaskan bahwa kebanyakan autotrof adalah organisme fotosintetik yang menggunakan energi cahaya untuk mensintesis gula dan senyawa organik lainnya, yang mereka gunakan sebagai bahan bakar untuk respirasi sel dan sebagai bahan pembangun pertumbuhan. Autotrof yang paling umum adalah tumbuhan, alga, dan prokariota fotosintesis.

(2) Konsumen

Konsumen adalah organisme yang tidak mampu menyusun makanannya sendiri tetapi menggunakan zat makanan dari makhluk hidup lainnya. Organisme

demikian disebut juga dengan heterotrof. “Makhluk hidup yang termasuk konsumen adalah hampir semua golongan hewan, tumbuhan tidak berklorofil dan manusia”(Priastomo et al. 2021: 13).

Urry et al. (2020:1240) membagi konsumen menjadi tiga yaitu konsumen primer yaitu herbivora yang memakan tumbuhan dan produsen utama lainnya, konsumen sekunder yaitu karnivora yang memakan herbivora, dan konsumen tersier yaitu karnivora yang memakan karnivora lain.

(3) Dekomposer

Dekomposer termasuk kelompok heterotrof yaitu konsumen yang memperoleh energinya dari detritus. Detritus adalah bahan organik tak hidup seperti sisa-sisa organisme mati, feses, dan daun-daun yang jatuh. Dekomposer dapat mengubah bahan organik dari semua tingkat trofik menjadi senyawa anorganik yang dapat digunakan oleh produsen. Ketika dekomposer mengeluarkan produk limbah atau mati, senyawa anorganik tersebut dikembalikan ke tanah. Produsen kemudian dapat menyerap unsur-unsur tersebut dan menggunakannya untuk mensintesis senyawa organik.

b) Komponen Abiotik

Priastomo et al. (2021:13) berpendapat bahwa komponen abiotik adalah komponen fisik dan kimia yang terdiri atas tanah, air, udara, suhu, cahaya, iklim, dan sebagainya sebagai medium atau substrat untuk berlangsungnya kehidupan. Maknun (2017: 45) memberikan contoh pada ekosistem danau ditemukan komponen abiotik yang terdiri dari senyawa anorganik seperti H_2O , CO_2 , O_2 , K, Na, dan P, dan senyawa organik seperti senyawa asam amino dan senyawa karbon (humus).

3) Interaksi dalam Ekosistem

Urry et al. (2020) mengelompokkan interaksi berdasarkan efek positif (+) /negatif (-) interaksi tersebut terhadap kelangsungan hidup dan reproduksi individu yang terlibat dalam interaksi tersebut menjadi tiga kategori yaitu: kompetisi (-/-), eksploitasi (+/-), dan interaksi positif (+/+).

a) Kompetisi

Kompetisi adalah interaksi yang terjadi ketika individu dari spesies yang berbeda masing-masing menggunakan sumber daya yang membatasi kelangsungan hidup dan reproduksi kedua individu tersebut. Contoh kompetisi misalnya Lynx dan rubah di hutan utara Alaska dan Kanada yang bersaing memperebutkan mangsa seperti kelinci sepatu salju.

b) Eksploitasi

Eksploitasi merupakan interaksi di mana individu dari satu spesies mendapat manfaat sedangkan spesies lain mendapat kerugian. Interaksi eksploitatif meliputi predasi, *herbivory*, dan parasitisme.

(1) Predasi

Predasi adalah interaksi di mana individu dari satu spesies, (pemangsa) membunuh dan memakan individu dari spesies lain (mangsa). Contoh umum dari predasi adalah singa yang menyerang dan memakan antelop dan hewan air yang memakan Protista.

Dalam upaya menghindari proses pemangsaan dan mendukung keberhasilan reproduksi, terdapat adaptasi yang dilakukan baik oleh predator maupun mangsa melalui seleksi alam. Misalnya burung hantu memiliki mata besar yang khas yang membantu mereka melihat mangsa di malam hari dan kamuflase yang dilakukan oleh beberapa spesies untuk bersembunyi atau mengelabui pemangsa.

(2) *Herbivory*

Herbivory adalah interaksi eksploitatif di mana organisme (herbivora) memakan bagian tanaman atau ganggang, sehingga merusaknya tetapi biasanya tidak membunuhnya seperti pada gambar 1 di bawah ini merupakan *Trichechus manatus* di Florida yang sedang merumput di Hydrilla.



Gambar 2.1

Mamalia Laut Herbivora

Sumber: Urry et al. (2020: 1219)

(3) Parasitisme

Parasitisme adalah interaksi eksploitatif dimana satu organisme (parasite) memperoleh makanannya dari organisme lain (inangnya) yang dirugikan dalam proses tersebut. Parasit yang hidup di dalam tubuh inangnya, seperti cacing pita, disebut endoparasit, sedangkan parasit yang memakan permukaan luar inang, seperti kutu dan kutu, disebut ektoparasit.

c) Interaksi Positif

Interaksi positif merupakan interaksi (+/+) atau (+/0) antara dua spesies di mana setidaknya satu individu mendapat manfaat dan tidak satu pun dari keduanya dirugikan. Interaksi positif meliputi mutualisme dan komensalisme.

(1) Mutualisme

Mutualisme adalah interaksi yang menguntungkan individu dari kedua spesies yang saling berinteraksi. Salah satu contoh mutualisme yaitu interaksi antara pohon akasia dengan semut (gambar 2) dimana semut mendapatkan keuntungan dengan menjadikah pohon akasia sebagai rumah dan memakan nectar yang dihasilkan oleh pohon, sedangkan keuntungan bagi pohon akasia yaitu semut dapat menghilangkan spora jamur, herbivora kecil dan semut juga dapat memangkas vegetasi yang tumbuh disekitar akasia.



Gambar 2.2

Mutualisme antara Pohon Akasia dengan Semut

Sumber: Urry et al. (2020:1220)

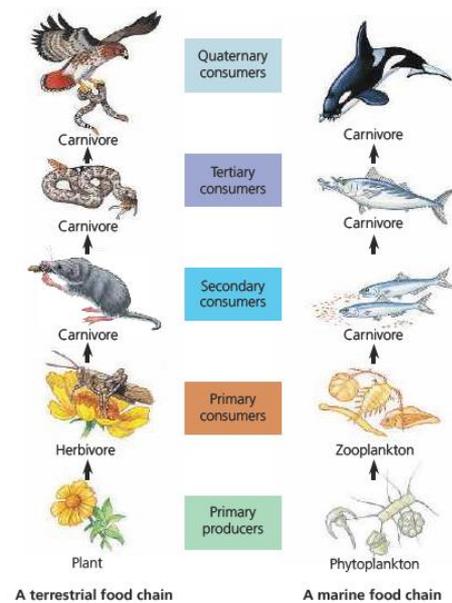
(2) Komensalisme

Komensalisme adalah interaksi yang menguntungkan individu dari salah satu spesies yang berinteraksi tetapi tidak merugikan atau membantu individu dari spesies lain. Contoh interaksi ini yaitu burung kuntul yang memakan serangga yang keluar dari rumput hewan-hewan herbivora yang merumput.

4) Aliran Energi

Urry et al. (2020:1239) mengemukakan bahwa ekosistem memiliki dua sifat utama yang muncul yakni aliran energi dan siklus kimia. Energi yang memasuki ekosistem ini adalah sinar matahari, dimana energi cahaya dalam sinar matahari dapat diubah menjadi energi kimia oleh autotrof, diteruskan ke heterotrof dalam senyawa organik makanan, dan kemudian akan hilang sebagai panas. Aliran energi merupakan rangkaian urutan pemindahan bentuk energi satu ke bentuk energi lain (Rabb, 2017)

Maknun (2017: 61) dalam bukunya menjelaskan bahwa ekosistem berhubungan dengan transfer energi dari energi matahari melalui rantai makanan. Semua organisme memperoleh energinya melalui rantai makanan dimana setiap tahap perpindahan energinya ada energi yang hilang. Rantai makanan adalah transfer energi kimia dari sumbernya pada tumbuhan dan autotrof lainnya (produsen primer) melalui herbivora (konsumen primer) ke karnivora (konsumen sekunder, tersier, dan kuartener) dan akhirnya ke dekomposer seperti yang ditunjukkan pada gambar 3. Posisi yang ditempati organisme pada dalam rantai makanan tersebut disebut tingkat trofik (Urry et al. 2020: 1223-1224).

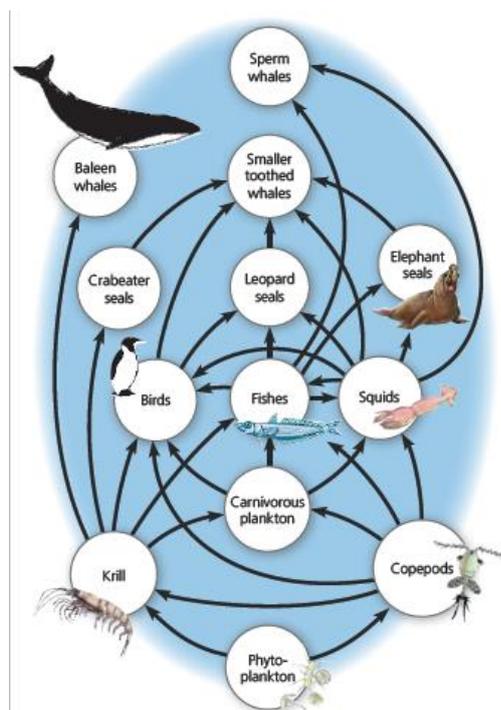


Gambar 2.3

Rantai Makanan Darat dan Laut

Sumber: Urry et al. (2020: 1224)

Sekelompok rantai makanan saling dihubungkan untuk membentuk jaring-jaring makanan. Suatu rantai makanan dapat dihubungkan menjadi jaring makanan yaitu dimana spesies tertentu dapat menjalin ke dalam jaringan pada lebih dari satu tingkat trofik seperti pada gambar 4 di bawah ini dimana copepod dapat bertindak sebagai konsumen I maupun konsumen II, begitupun dengan spesies lainnya (Urry et al. 2020: 1224).



Gambar 2.4

Jaring-jaring Makanan

Sumber: Urry et al. (2020: 1224)

5) Siklus Biogeokimia

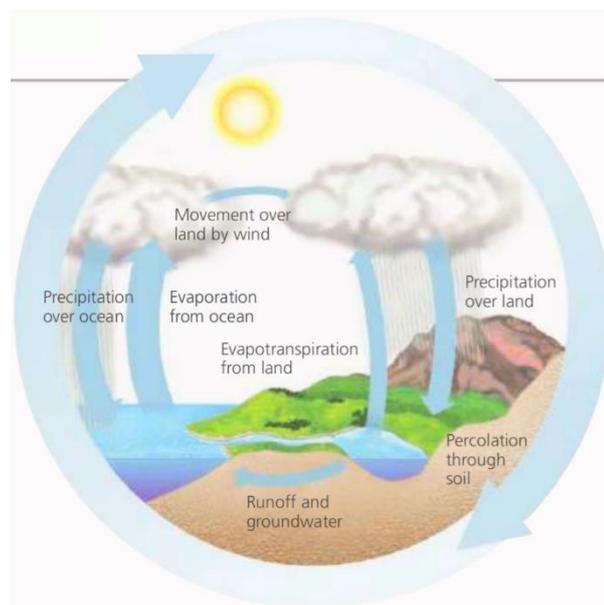
Summons (1993) menjelaskan bahwa unsur-unsur kimia yang utama dalam kehidupan berupa karbon, hidrogen, nitrogen, oksigen, posfor dan belerang berada dalam perubahan dinamis antara bentuk organik hidup atau matinya dan satu atau lebih reservoir anorganik/nonbiologis. Pemindahan setiap elemen antar kumpulan berlangsung secara siklis melalui reaksi kimia spontan dan juga melalui intervensi biologis. Hal inilah yang disebut dengan siklus biogeokimia menurut Odum (1971), Garrels & Perry (1974), Garrels et al. (1975), Trudinger et al. (1979), Ivanov & Frene (1983) (dalam Summons, 1993: 7).

Fungsi daur biogeokimia adalah sebagai siklus materi yang melibatkan semua unsur kimia yang sudah terpakai oleh semua yang ada di bumi baik komponen biotik maupun abiotik, sehingga kelangsungan hidup di bumi tetap terjaga (Maknun, 2017: 82).

Urry et al., (2020) dalam bukunya Campbell Biology menguraikan siklus biogeokimia menjadi siklus air, siklus karbon, siklus nitrogen, dan siklus fosfor.

a) Siklus Air

Urry et al., (2020: 1250) merumuskan proses utama yang menggerakkan siklus air adalah penguapan air dalam bentuk cair oleh energi matahari, kondensasi uap air menjadi awan, dan presipitasi seperti ditunjukkan pada gambar 5. Penjelasan lebih lanjut oleh Maknun, (2017: 83-83) bahwa air di atmosfer adalah dalam bentuk uap air yang berasal dari penguapan air di laut dan darat oleh panas matahari. Uap air kemudian terkondensasi menjadi awan yang turun dalam bentuk hujan. Air yang turun di daratan akan masuk ke dalam tanah membentuk air permukaan tanah dan air tanah.



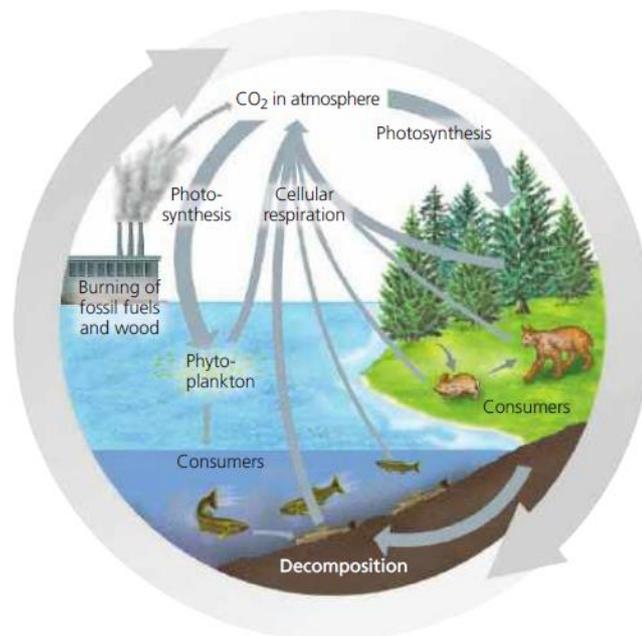
Gambar 2.5
Siklus Air

Sumber: Urry et al., (2020: 1250)

b) Siklus Karbon

Organisme fotosintetik menggunakan CO_2 selama fotosintesis dan mengubah karbon menjadi bentuk organik yang digunakan oleh konsumen, termasuk hewan, jamur, dan protista dan prokariota heterotrofik. Fotosintesis oleh tumbuhan dan fitoplankton menghilangkan sejumlah besar CO_2 di atmosfer. Jumlah tersebut hampir sama dengan jumlah CO_2 yang dilepaskan ke atmosfer dari hasil respirasi seluler produsen dan konsumen. Selain itu, pembakaran bahan bakar fosil dan kayu juga menambah jumlah CO_2 tambahan yang signifikan ke atmosfer.

Sebagaimana ditunjukkan pada gambar 6 dimana pada siklus karbon CO_2 di atmosfer digunakan untuk fotosintesis yang kemudian organisme fotosintetik tersebut dimakan oleh konsumen, konsumen melepaskan karbon ke atmosfer melalui respirasi sel dan ditambah dengan karbon hasil produksi industri, begitulah siklus ini berulang.

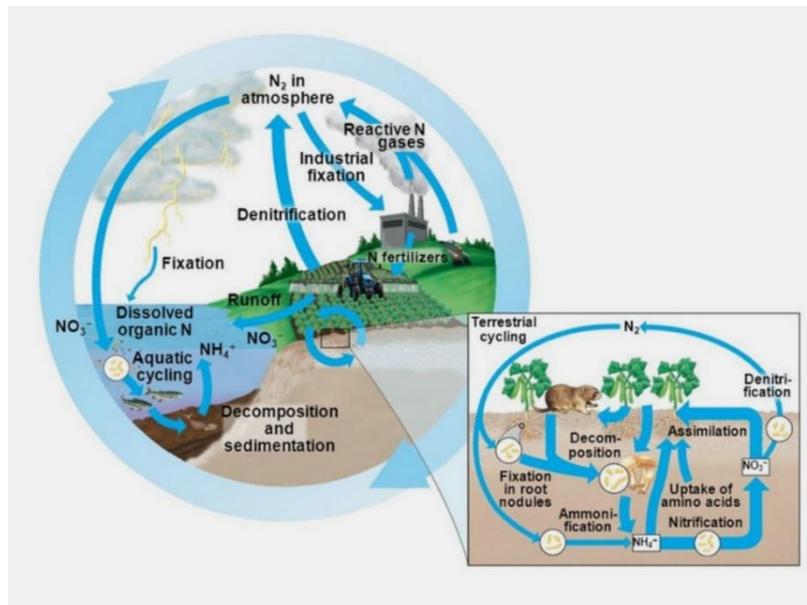


Gambar 2.6
Siklus Karbon

Sumber: Urry et al, (2020: 1250)

c) Siklus Nitrogen

Siklus nitrogen merupakan transfer nitrogen dari atmosfer ke dalam tanah. Nitrogen dapat memasuki ekosistem melalui fiksasi nitrogen. Kontributor utama penghasil nitrogen adalah dari pupuk produksi industri dan tanaman polong-polongan yang mengikat nitrogen melalui simbiosis bakteri dengan nodul akarnya. Bakteri lainnya mengubah nitrogen menjadi bentuk lainnya seperti bakteri nitrifikasi, yang mengubah amonium menjadi nitrat, dan bakteri denitrifikasi, yang mengubah nitrat menjadi gas nitrogen.



Gambar 2.7

Siklus Nitrogen

Sumber: Urry et al. (2020: 1251)

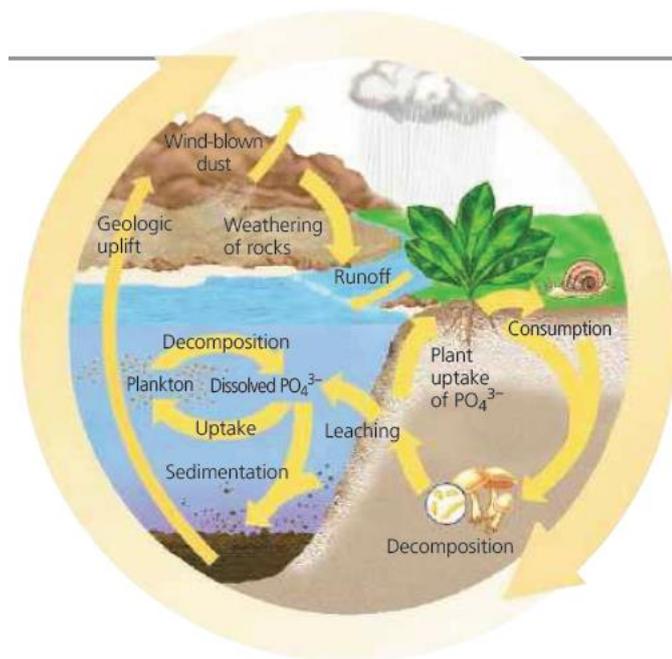
Gambar 7 menunjukkan siklus nitrogen dimana nitrogen di atmosfer akan difiksasi oleh organisme tertentu baik di darat maupun di laut serta terjadi pula fiksasi industri. Ammonia dan nitrat hasil fiksasi ini akan diserap oleh tumbuhan yang kemudian dimakan oleh hewan (konsumen). Kotoran yang dikeluarkan hewan sebagian akan dilepas ke atmosfer sebagai gas nitrogen sebagai proses denitrifikasi.

d) Siklus Fosfor

Fosfor merupakan elemen penting karena organisme membutuhkan fosfor sebagai penyusun utama asam nukleat, fosfolipid, dan ATP serta molekul penyimpan energi lainnya dan sebagai penyusun mineral tulang dan gigi. Fosfor terdapat di alam dalam bentuk fosfat (PO_4^{3-}) yang terdapat pada batuan yang kemudian diserap dan digunakan oleh tumbuhan dalam proses sintesis senyawa anorganik.

Pelapukan batuan membuat fosfat di tanah bertambah, beberapa larut dengan air dalam tanah dan air permukaan yang mengalir hingga sampai ke laut. Fosfat diambil oleh tumbuhan/produsen. Produsen akan dimakan oleh konsumen (herbivor dan karnivor) yang otomatis akan mendapatkan fosfat dari produsen. Fosfat dikembalikan ke tanah melalui proses ekskresi konsumen baik dalam bentuk

urin maupun feses. Karena tidak ada gas yang mengandung fosfor yang signifikan, hanya jumlah fosfor yang relatif kecil yang bergerak melalui atmosfer, biasanya dalam bentuk debu dan semprotan laut (gambar 8).



Gambar 2.8
Siklus Posfor

Sumber: Urry et al. (2020: 1251)

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Hasil penelitian yang relevan dengan penelitian ini yaitu dari Sukmawijaya et al. (2019), menunjukkan bahwa model pembelajaran STEM-PJBL berpengaruh secara signifikan dalam peningkatan pada tiap indikator kemampuan berpikir kreatif siswa.

Kemudian hasil penelitian Allanta & Puspita (2021) menunjukkan bahwa penggunaan model PjBL-STEM dapat membantu meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan *self efficacy* peserta didik. Proses pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran PjBL-STEM menuntut siswa untuk berperan aktif selama proses pembelajaran sehingga meningkatkan kepercayaan diri mereka dalam memahami sesuatu yang baru. Selain itu, keterlibatan siswa secara aktif dalam proses pembelajaran siswa akan banyak mencari informasi dan referensi

untuk mendukung proyeknya sehingga ada interaksi dan diskusi yang lebih banyak yang akan merangsang keterampilan berpikir kritis mereka.

Selanjutnya penelitian dari Rahmawati et al. (2019) yang menunjukkan bahwa tahapan-tahapan pada pembelajaran berbasis proyek dinilai efektif untuk indikator-indikator keterampilan kolaborasi peserta didik. Indikator yang diterapkan yaitu berkontribusi secara aktif, bekerja secara produktif, menunjukkan fleksibilitas dan kompromi, mengelola proyek dengan baik, menunjukkan sikap menghargai, dan menunjukkan tanggung jawab Greenstein (dalam Rahmawati et al., 2019).

Adapun hasil penelitian dari Rasyid & Khoirunnisa (2021) menunjukkan bahwa keterampilan kolaborasi siswa di kelas yang menggunakan model pembelajaran berbasis proyek lebih unggul dibandingkan dengan siswa di kelas yang tidak menggunakan model pembelajaran berbasis proyek. Siswa lebih aktif dalam mengerjakan tugas kelompok, aktif memberikan pendapat, aktif mempresentasikan hasil yang diperoleh kelompok, aktif terlibat dalam masalah, dan selalu menerima pendapat anggota kelompok lain.

Selain itu, terdapat penelitian oleh Lukitawanti et al. (2020), menunjukkan bahwa model pembelajaran PJBL-STEM disertai asesmen formatif berpengaruh terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Dalam pembelajaran dengan menggunakan model PJBL-STEM siswa lebih termotivasi dalam mengerjakan tugas yang diberikan dan lebih mudah memahami konsep materi yang diajarkan. Tugas yang diberikan adalah pembuatan proyek untuk memecahkan suatu masalah.

2.3 Kerangka Konseptual

Tuntutan dunia pendidikan di abad 21 ini sudah tidak hanya berfokus pada konten pengetahuan saja, namun siswa perlu dibekali keterampilan-keterampilan yang harus dimilikinya guna menghadapi masa mendatang dimana teknologi akan semakin berkembang.

Keterampilan yang harus dimiliki siswa di abad 21 meliputi keterampilan berpikir, memecahkan masalah, keterampilan berkomunikasi dan berkolaborasi, literasi digital, dan keterampilan bersosial. Kemampuan dalam memecahkan

masalah dapat diukur dengan pemberian soal yaitu disajikan suatu masalah terkini yang harapannya siswa dapat mendefinisikan masalah tersebut, mendiagnosis faktor penyebabnya, memberikan alternatif solusi/strategi, menentukan strategi penyelesaian yang paling efektif kemudian mengevaluasinya. Sedangkan untuk aspek kolaborasi dapat diukur dengan menilai proses pembelajaran di kelas secara berkelompok, bagaimana interaksinya, fleksibilitasnya, kontribusi dan refleksi, kesiapan, motivasi, kualitas kerja, manajemen waktu, dinamika kelompok, pemecahan masalah, dan dinamika kelompok. Selain itu dapat pula diobservasi dengan melihat produktifitas kerjanya, bertanggung jawab, berkompromi dan menunjukkan rasa hormat.

Salah satu strategi untuk menumbuhkan keterampilan kolaborasi dan kemampuan pemecahan masalah pada siswa adalah dengan penerapan model pembelajaran yang memiliki karakteristik yang sesuai dengan kebutuhan tersebut. Salah satu model pembelajaran yang dapat merangsang kolaborasi siswa adalah *project based learning* terintegrasi STEM dimana dibutuhkan kerjasama tim dalam pembuatan proyek yang merupakan solusi dari permasalahan yang sebelumnya sudah disajikan oleh guru. Adanya penyajian masalah pada awal proses pembelajaran ini tentunya diharapkan dapat mengasah kemampuan pemecahan masalah pada siswa.

Berdasarkan uraian di atas, maka diduga ada pengaruh model *project based learning* terintegrasi STEM terhadap kemampuan pemecahan masalah dan keterampilan kolaborasi peserta didik pada materi ekosistem di kelas X MIPA SMA Islam Cipasung tahun ajaran 2022/2023.

2.4 Hipotesis Penelitian

Agar penelitian dapat terarah dan sesuai dengan tujuan, maka dirumuskan hipotesis atau dugaan sementara, yaitu:

H_0 : tidak ada pengaruh model *project based learning* terintegrasi STEM terhadap keterampilan kolaborasi dan kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada materi ekosistem di kelas X MIPA SMA Islam Cipasung Tahun Ajaran 2022/2023

H_a : ada pengaruh model *project based learning* terintegrasi STEM terhadap keterampilan kolaborasi dan kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada materi ekosistem di kelas X MIPA SMA Islam Cipasung Tahun Ajaran 2022/2023