

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Era globalisasi, mendorong kemajuan sains dan teknologi dalam kehidupan manusia (Yuliati, 2017: 22). Globalisasi menimbulkan efek yang positif dalam dunia pendidikan yaitu dapat memudahkan akses belajar untuk siswa. Selain itu, globalisasi memberikan pengaruh yang menuntut setiap individu untuk meningkatkan kualitas diri sehingga dapat bersaing di abad 21. Peran pendidikan menjadi sangat fundamental di abad 21 untuk mempersiapkan generasi penerus yang memiliki keterampilan belajar, berinovasi, melek teknologi, dapat bekerja, dan bertahan dengan *life skills*nya atau keterampilan untuk hidup.

Keterampilan abad 21 biasa disingkat dengan 4C (*communication, collaboration, critical thinking and problem solving, and creativity and innovation*) (Prayogi, 2019: 144). Dalam pendidikan abad 21 menekankan beberapa aspek seperti keterampilan dan pemahaman, kreativitas, kolaborasi, dan keterampilan berkomunikasi. Ada juga yang melibatkan aspek teknologi, perilaku dan nilai moral, keterampilan berpikir kritis dan berkomunikasi yang memunculkan tantangan yang lebih dalam prosesnya (Prayogi, 2019: 145).

Keterampilan berpikir kritis merupakan keterampilan tingkat tinggi yang dapat meningkatkan kemampuan analitis kritis siswa. Keterampilan ini sangat diperlukan bagi setiap orang karena seseorang yang berpikir kritis akan cakap berpikir logis, memecahkan masalah dengan baik, dan dapat mengambil keputusan secara logis tentang tindakan yang harus dilakukan dan diyakini (Susilawati, 2020: 11). Jika berpikir kritis dikembangkan maka akan membuat siswa lebih berpikir terbuka, mencari informasi yang sesuai dengan fakta, toleran terhadap pendapat-pendapat baru, dapat menganalisis masalah dengan baik dan tingginya keingintahuan (Hermayani, 2015: 79). Saat ini, keterampilan berpikir kritis siswa Indonesia masih dikatakan rendah. Berdasarkan hasil peringkat pada PISA (*Programme for International Student*

Assessment) tahun 2018 keterampilan dan kemampuan siswa Indonesia terbilang kurang, hal ini dapat terlihat dari peringkat Indonesia yang berada pada peringkat 71 dari 79 negara yang ikut serta. Faktor yang dapat menyebabkan peringkat siswa Indonesia rendah pada PISA salah satunya adalah kemampuan untuk memecahkan masalah pada soal dengan level tinggi masih lemah (Sa'adah, 2020: 185).

Keterampilan berpikir kritis sangat penting dikembangkan dalam pembelajaran biologi untuk memecahkan suatu masalah, membuktikan fakta, dan dapat bersaing di masa depan (M, 2019: 142). Hal ini dikarenakan dalam pembelajaran biologi meliputi fakta hukum dan prinsip hasil proses ilmiah yang membutuhkan solusi permasalahan melalui keterampilan berpikir kritis (Agnafia, 2019: 45). Selain itu keterampilan berpikir kritis dapat menunjang tercapainya tujuan pembelajaran biologi termuat dalam standar isi seperti memupuk sikap ilmiah yaitu tidak mudah percaya tanpa adanya sumber yang mendukung, hasil observasi empiris, paham terhadap konsep-konsep biologi dan aplikasinya untuk menyelesaikan permasalahan dalam kehidupan (Afifah, 2019: 75).

Agar tercapainya pendidikan abad 21 tidak terlepas dari tugas seorang guru. Guru dituntut untuk menciptakan pembelajaran yang efektif sesuai dengan pembelajaran abad 21. Pembelajaran abad 21 sangat berbeda dengan pembelajaran yang dilakukan sebelumnya karena pembelajaran sebelumnya berpusat pada guru. Namun pembelajaran saat ini menuntut siswa untuk aktif dalam proses belajar mengajar sedangkan guru hanya berperan sebagai pembimbing siswa. Seperti yang terdapat di dalam kurikulum di Indonesia bahwa siswa dibimbing untuk melakukan pembelajaran saintifik dan pada akhirnya siswa mampu mengembangkan kreativitas dan inovasi, kolaborasi, dan komunikasi (Yulianti, 2021: 373).

Berdasarkan analisis kurikulum biologi 2013 kompetensi dasar yang harus dicapai oleh siswa pada materi ekosistem adalah 3.10 Menganalisis komponen-komponen ekosistem dan interaksi antar komponen tersebut dan 4.10 Menyajikan karya yang menunjukkan interaksi antar komponen ekosistem

(jaring-jaring makanan, siklus biogeokimia). Maka dari itu keterampilan berpikir kritis yang akan dikembangkan pada materi ekosistem yang sesuai dengan kompetensi dasar yaitu mendiferensiasikan komponen penyusun ekosistem, menguraikan komponen penyusun ekosistem, mendeskripsikan bentuk interaksi antar komponen ekosistem (biotik-biotik, abiotik-biotik), menelaah bentuk interaksi antar komponen ekosistem (biotik-biotik, abiotik-biotik), mendiferensiasikan bentuk interaksi antar komponen ekosistem (biotik-biotik, abiotik-biotik), menganalisis hubungan interaksi antar komponen ekosistem, rantai makanan, jaring-jaring makanan, dan aliran energi, menelaah daur biogeokimia, serta menyimpulkan upaya untuk menjaga keseimbangan ekosistem.

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan guru biologi kelas X di SMAN 2 Indramayu, didapatkan hasil bahwasannya sebagian siswa memiliki nilai di bawah KKM, yaitu 50 hingga 70 dari nilai KKM sebesar 75. Hasil wawancara lebih lanjut dengan guru biologi ternyata pembelajaran yang dilakukan cenderung berpusat pada guru. Keterampilan berpikir kritis siswa kelas X SMAN 2 Indramayu terbilang kurang karena menurut guru biologi disana hanya beberapa siswa yang memiliki ranah kognitif di tahap C4, sedangkan tingkat kognitif siswa lainnya berada pada tahap C4 ke bawah. Sementara keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu aspek dari kemampuan berpikir tingkat tinggi, sebagaimana yang terdapat pada taksonomi Bloom kemampuan berpikir tingkat tinggi berada pada tahap C4-C6 (Afrita, 2020: 130).

Dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis diperlukan suatu proses latihan berpikir yaitu dengan menjawab soal yang mengarah pada keterampilan berpikir kritis. Soal-soal yang berorientasi pada keterampilan berpikir kritis harus memiliki kesesuaian dengan indikator keterampilan berpikir kritis, indikator yang dimaksud seperti yang dikemukakan oleh Partnership 21 (2009: 4) yaitu: *reason effectively* (alasan efektif), *use systems thinking* (berpikir sistem), *make judgments and decisions* (membuat penilaian dan keputusan). Menurut guru biologi disana keterampilan berpikir kritis siswa

biasanya diukur dari keaktifan siswa saat diskusi, presentasi, dan tanya jawab. Rendahnya kemampuan berpikir kritis menunjukkan bahwa pembelajaran tersebut belum memenuhi tujuan dari pendidikan abad 21. Dalam mengembangkan keterampilan abad 21 harus dilakukan dengan cara yang terencana dan sistematis, karena keterampilan abad 21 ini bukanlah keterampilan yang ada sejak lahir, akan tetapi keterampilan ini didapatkan dari pengalaman (Redhan, 2019: 2241). Menyikapi permasalahan tersebut, guru perlu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa agar tujuan yang telah direncanakan dapat tercapai.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan memilih model pembelajaran yang sesuai untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Sehingga dapat memenuhi tuntutan pembelajaran masa kini. Salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan yaitu model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*).

Model pembelajaran PjBL (*Project Based Learning*) merupakan model pembelajaran yang menggunakan proyek dalam proses pembelajaran, model pembelajaran ini, membuat siswa melakukan penyelidikan, penilaian, interpretasi, dan sintesis informasi untuk mendapatkan hasil belajar kognitif, afektif, dan psikomotor (Priyanto, 2019: 191). PjBL adalah model pembelajaran yang inovatif yang berpusat pada siswa dan guru hanya menjadi motivator dan fasilitator. Siswa akan menyusun sebuah masalah kemudian siswa yang akan mencari jawabannya sendiri sehingga kreativitas siswa untuk menyelesaikan masalah dapat meningkat dan pembelajaran akan lebih bermakna (Surya, 2018: 45).

STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) merupakan suatu pendekatan dalam pendidikan yang memadukan sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam pembelajaran. STEM sangat tepat diterapkan dalam pendidikan abad 21 (Siswanto, 2018: 134). Pendekatan ini dapat membantu siswa belajar untuk memecahkan masalah, berinovasi, menciptakan, mengolaborasi, sehingga dapat terjun dalam bidang insinyur,

ilmuwan, dan inovator yang diperlukan bagi masa yang akan datang (Yusuf, 2020: 35).

Dalam model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM memiliki lima sintaks atau tahap pembelajaran yaitu 1) *Reflection*, berguna untuk mengenal masalah dan memberikan ide untuk memulai menyelidiki dan mengaitkan tentang apa yang diketahui dan dipelajari. 2) *Research*, berguna untuk menghimpun informasi yang akan menyokong penelitian yang akan dibuat. 3) *Discovery*, berguna untuk menganalisis temuan yang selanjutnya dilakukan perancangan proyek atau produk. 4) *Application*, berguna untuk menguji coba produk atau menemukan solusi dalam memecahkan masalah. 5) *Communication*, berguna untuk menyampaikan produk atau solusi dalam cakupan kelas (Lutfi, 2018: 190).

Sintaks-sintaks PjBL-STEM dapat membantu siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis seperti sintak *reflection*, melibatkan keterampilan berpikir kritis yaitu menggunakan pemikiran sistem (*use systems thinking*) karena pada tahap ini siswa perlu mengaitkan apa yang diketahui dan apa yang perlu dipelajari. Sintak *research*, melibatkan keterampilan berpikir kritis yaitu membuat penilaian dan keputusan (*make judgments and decisions*) karena pada tahap ini siswa memilih bacaan atau metode lain untuk mengumpulkan sumber informasi yang relevan. Kemudian di tahap *discovery*, melibatkan berpikir kritis yaitu alasan efektif (*Reason effectively*) serta membuat penilaian dan keputusan (*Make judgments and decisions*) karena pada tahap ini siswa menyajikan solusi dari permasalahan, berkolaborasi, dan membangun kerjasama antar teman, serta melibatkan tahap (*use systems thinking*) karena pada tahap ini siswa perlu mengaitkan proyek yang sesuai dengan permasalahan yang dihadapi.

Menurut Afifah (2019: 75) model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM dapat membantu siswa memaksimalkan proses pembelajaran yang membantu tercapainya keterampilan berpikir kritis sehingga dapat menunjang profesi di masa depan. Dengan begitu pembelajaran yang dilaksanakan akan lebih bermanfaat karena model pembelajaran *Project*

Based Learning (PjBL) berbasis STEM mengajak siswa untuk melaksanakan pembelajaran yang bermakna dalam memahami suatu konsep dan bereksplorasi melalui proyek yang dibuat, sehingga dalam prosesnya siswa terlibat aktif (Fitriyani, 2020: 22).

Materi yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu materi ekosistem. Materi ekosistem dapat diterapkan menggunakan salah satu model pembelajaran yaitu *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM. Hal ini dikarenakan pada materi ekosistem berisi tentang komponen-komponen ekosistem dan interaksi antar komponen tersebut, oleh karena itu sudah seharusnya materi ini dapat membuat siswa mengerti betapa pentingnya ekosistem dalam kehidupan sehingga ekosistem harus dijaga kelestariannya. Salah satu cara untuk menjaga kelestarian ekosistem yaitu dengan menjaga dan juga meningkatkan kesadaran setiap orang untuk menjaga ekosistem. Hal ini menunjukkan bahwa materi ekosistem dapat dilaksanakan menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM. Model pembelajaran tersebut memiliki kesesuaian dengan materi karena model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM mengutamakan pada proses mendesain untuk mencari solusi dari suatu masalah (Jauhariyyah, 2017: 434). Oleh karena itu dengan menggunakan model *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM diharapkan dapat membantu siswa untuk mengerti bahwa di dalam ekosistem terdapat komponen-komponen penting yang saling berinteraksi juga produk yang dibuat dapat bermanfaat bagi diri siswa dan juga orang lain.

Guru harus mengajarkan materi ekosistem sesuai dengan kurikulum biologi, di dalam kurikulum materi ekosistem memiliki kompetensi dasar berupa keterampilan menganalisis. Keterampilan menganalisis merupakan salah satu keterampilan yang dibutuhkan dalam pembelajaran abad 21 yakni berpikir kritis (Amprasto, 2020: 66). Aspek-aspek dari STEM yang akan dibahas pada materi ini yaitu aspek sains (*science*) meliputi materi yang dibahas pada bab ekosistem, aspek teknologi (*technology*) yaitu digunakannya internet untuk mencari sumber materi, aspek teknik (*engineering*) yaitu

membuat rancangan teknik pembuatan media pembelajaran dari bahan-bahan yang sudah tidak terpakai, aspek matematika (*mathematics*) yaitu menghitung anggaran dalam pembuatan proyek.

Berdasarkan uraian tersebut, maka penulis melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis STEM terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Ekosistem”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana keterlaksanaan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi ekosistem?
2. Bagaimana keterampilan berpikir kritis siswa pada kelas yang menggunakan *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM pada materi ekosistem?
3. Bagaimana keterampilan berpikir kritis siswa pada kelas yang tidak menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM pada materi ekosistem?
4. Bagaimana pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi ekosistem?
5. Bagaimana respon siswa terhadap model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi ekosistem?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu untuk:

1. Mendeskripsikan keterlaksanaan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi ekosistem.

2. Menganalisis keterampilan berpikir kritis siswa pada kelas yang menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM pada materi ekosistem.
3. Menganalisis keterampilan berpikir kritis siswa pada kelas yang tidak menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM pada materi ekosistem.
4. Menganalisis pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi ekosistem.
5. Mengkaji respon siswa terhadap model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi ekosistem.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan meningkatkan pengetahuan tentang proses belajar mengajar biologi dengan menerapkan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM serta dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi peneliti dapat memperluas pengetahuan dan pengalaman dalam dunia pendidikan serta mengetahui pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi ekosistem.
- b. Bagi guru dapat menjadi bahan masukan dalam melaksanakan proses pembelajaran sehingga hasil belajar siswa dapat meningkat.
- c. Bagi siswa dapat mendapatkan pengalaman belajar dan meningkatkan prestasi belajar Biologi.
- d. Bagi sekolah dapat meningkatkan kualitas pembelajaran di sekolah sehingga dapat menciptakan siswa yang unggul.

E. Kerangka Pemikiran

Dalam kurikulum 2013 ada beberapa aspek yang menjadi fokus utama yaitu siswa dituntut untuk aktif mencari, mengolah, membangun, dan mengaplikasikan pengetahuannya. Selain itu, siswa juga dituntut untuk lebih aktif menemukan dan mencari pengetahuannya sendiri. Pembelajaran demikian dapat disebut dengan pembelajaran yang berpusat pada siswa atau disebut juga *student center learning* (Apsari, 2020:55). Menurut Fernandes (2019:71) saat ini kurikulum 2013 menggunakan *framework* pembelajaran abad 21 yaitu kurikulum yang mengutamakan pada keterampilan yang disingkat sebagai 4C yaitu *critical thinking and problem solving skills, communication, creativity and innovation skills, dan collaboration skills*.

Hasil analisis kurikulum biologi 2013, kompetensi dasar yang harus dicapai oleh siswa pada materi ekosistem adalah 3.10 menganalisis komponen-komponen ekosistem dan interaksi antar komponen tersebut dan 4.10 menyajikan karya yang menunjukkan interaksi antar komponen ekosistem (jaring-jaring makanan, siklus biogeokimia). Adapun indikator pencapaian kompetensi yang dikembangkan yaitu mendiferensiasikan komponen penyusun ekosistem, menguraikan komponen penyusun ekosistem, mendeskripsikan bentuk interaksi antar komponen ekosistem (biotik-biotik, abiotik-biotik), menelaah bentuk interaksi antar komponen ekosistem (biotik-biotik, abiotik-biotik), mendiferensiasikan bentuk interaksi antar komponen ekosistem (biotik-biotik, abiotik-biotik), menganalisis hubungan interaksi antar komponen ekosistem, rantai makanan, jaring-jaring makanan, dan aliran energi, menelaah daur biogeokimia, serta menyimpulkan upaya untuk menjaga keseimbangan ekosistem.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menciptakan keterampilan berpikir kritis dengan menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi ekosistem. Hal ini dikarenakan model pembelajaran ini membantu siswa untuk merancang dan menyelesaikan masalahnya sendiri.

Menurut Triastusi (2019:36) model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) merupakan model yang direkomendasikan dalam menerapkan kurikulum 2013, sementara STEM merupakan suatu strategi pembelajaran yang memfokuskan pada proses mendesain, enjinerig atau merekayasa. Melalui pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM siswa akan menerapkan konten sains, teknologi, teknik, matematika, untuk menyelesaikan masalah. Siswa akan membentuk pengetahuan baru disertai dengan mengembangkan keterampilan dan sikap positif (Rahmania, 2021:1162).

Model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) mengarah pada teori belajar konstruktivisme, artinya pembelajaran yang menekankan siswa untuk membentuk pengetahuannya sendiri melalui eksplorasi aktif dari masalah dan tantangan di dunia nyata (Annisa, 2018:43). Dengan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) memberi kesempatan kepada siswa untuk menyampaikan pendapat atau ide, mendengarkan pendapat orang lain, dan mempertimbangkan idenya kepada orang lain (Kurniawan, 2018:83). Menurut Erlinawati (2019:1) dalam menerapkan suatu model pembelajaran diperlukan juga pengaplikasian suatu pendekatan yang cocok untuk digabungkan dengan model pembelajaran yang digunakan. Pendekatan yang digunakan juga harus sesuai dengan perkembangan zaman. STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) adalah salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk membangun keterampilan abad 21.

Model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM adalah model pembelajaran berbasis proyek yang mengintegrasikan disiplin ilmu sains, teknologi, teknik dan matematika (STEM). Model pembelajaran ini merupakan model pembelajaran yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan pendidikan dan mempersiapkan siswa dalam menghadapi kemajuan teknologi (Hanafi ,2019:51). Adapun sintaks model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM terdiri dari *reflection* (refleksi), *research* (penelitian), *discovery* (menemukan), *application* (penerapan), *communication* (mengkomunikasikan) (Laboy-Rush, 2010:5).

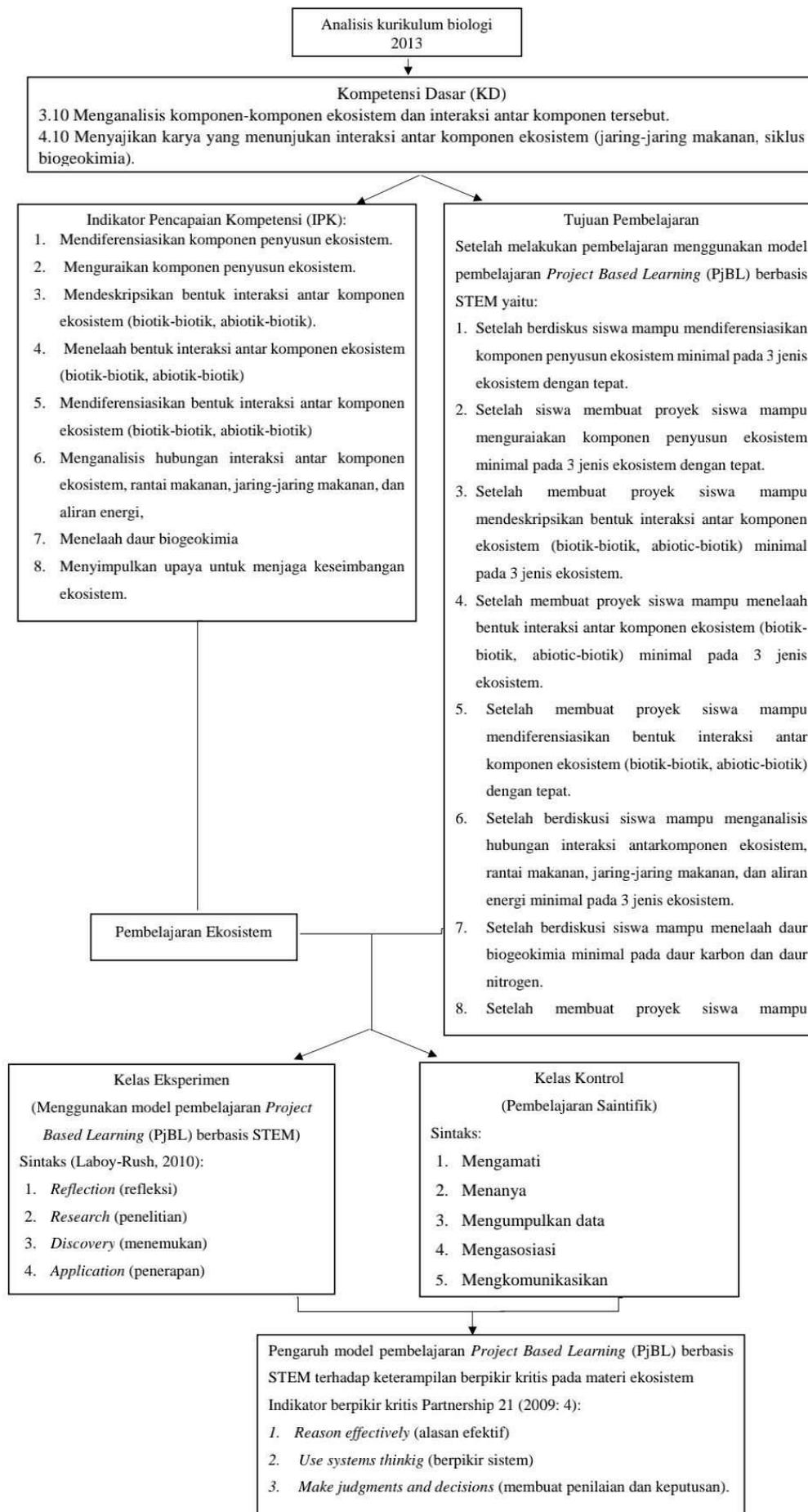
Pembelajaran saintifik disebut juga sebagai pendekatan ilmiah. Pendekatan saintifik merupakan suatu pendekatan yang mengadopsi langkah saintis dalam membangun pengetahuan siswa melalui metode-metode ilmiah. Adapun sintaks pendekatan saintifik yaitu mengamati, menanya, mengumpulkan data, mengasosiasi dan mengkomunikasikan (Hakim, 2019:7).

Berpikir kritis merupakan keterampilan berpikir tingkat tinggi yang dapat meningkatkan kemampuan analitis kritis siswa, sehingga siswa cakap berpikir logis, memecahkan masalah dengan baik, dan dapat mengambil keputusan secara logis tentang tindakan yang harus dilakukan dan diyakini (Susilawati, 2020: 11). Terdapat beberapa indikator keterampilan berpikir kritis seperti yang dikemukakan oleh Partnership 21 (2009: 4) yaitu: *reason effectively* (alasan efektif), *use systems thinking* (berpikir sistem), *make judgments and decisions* (membuat penilaian dan keputusan).

Salah satu faktor yang dapat mendukung keberhasilan belajar adalah keterampilan berpikir kritis. Berpikir kritis dapat dikembangkan melalui proses pembelajaran pemecahan masalah (Wayudi, 2020:69). Dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis diperlukan suatu proses latihan berpikir atau kegiatan yang menunjangnya seperti sering melakukan latihan untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis.

Saat ini keterampilan berpikir kritis siswa sangat penting untuk dikembangkan karena keterampilan berpikir kritis menjadi tujuan pendidikan. Berpikir kritis pada siswa bertujuan agar siswa dapat belajar mengatasi masalah-masalah secara sistematis dan kreatif (Cahyani, 2021: 921). Keterampilan berpikir kritis dipandang sebagai dasar keterampilan lainnya seperti keterampilan komunikasi, berkolaborasi, kesadaran global (*global awareness*), keterampilan teknologi, keahlian dalam karir, kemampuan belajar dan berinovasi (Susilowati, 2018: 50).

Berdasarkan uraian di atas kerangka berpikir dalam penelitian ini dapat digambarkan pada Gambar 1.1 sebagai berikut:



Gambar 1. 1 Kerangka Pemikiran

F. Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah:

Pembelajaran dengan *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM berpengaruh signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi ekosistem.

G. Hasil Penelitian yang Relevan

1. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fitriyani (2020) pada materi bioteknologi menunjukkan nilai Zhitung = 2,89 \geq Ztabel = 2,33, sehingga hipotesis diterima, dalam artian bahwa penerapan PjBL-STEM memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi bioteknologi. Hal ini dibuktikan siswa mampu mengungkapkan pendapat, menilai dan mengkritisi pilihannya sendiri.
2. Hasil penelitian yang dilakukan Afifah (2019) pada mata pelajaran biologi menunjukkan bahwa model *project based learning* (PjBL) berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematic*) dapat meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kritis siswa, hal ini terlihat dari hasil uji hipotesis yang menunjukkan Zhitung \geq Ztabel. Proses pembelajaran yang dilakukan membuat siswa memahami konsep, berkomunikasi, mengklarifikasi ide, gagasan dari suatu gambaran atau peristiwa yang terjadi.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Mamahit (2020) didapatkan hasil bahwa terjadi peningkatan keterampilan berpikir kreatif pada materi bakteri, jamur, serta keanekaragaman dengan berbantu model PjBL-STEM. Pengaruh model PjBL-STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa dapat terlihat mampu menyelesaikan masalah, berargumen berdasarkan fakta, serta memiliki kesanggupan mental untuk menyelesaikan masalah.
4. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Lestari (2018) pada mata pelajaran IPA sekolah dasar yang menunjukkan bahwa peningkatan keterampilan proses sains pada model pembelajaran PjBL berbasis STEM lebih tinggi dibandingkan dengan penerapan model PjBL saja. Nilai rata-rata

keterampilan proses sains siswa di EC1 (kelas eksperimen 1 dengan model pembelajaran PjBL-STEM) sebesar 72,52 sedangkan EC2 (kelas eksperimen 2 dengan model PjBL) sebesar 70,37. Melalui model ini siswa lebih aktif dan responsif dalam menghadapi masalah yang ada di lingkungan sekolah.

5. Penelitian yang dilakukan oleh Octaviyani (2020) pada mata pelajaran matematika yang hasilnya menunjukkan nilai $\text{Sig} < \alpha$ maka H_0 ditolak, artinya kemampuan berpikir kreatif siswa sesudah menggunakan model PjBL berpendekatan STEM berada pada taraf signifikansi 95% sehingga model pembelajaran lebih baik dibandingkan dengan sebelum pembelajaran. Nilai rata-rata N-gain juga menunjukkan kategori tinggi dengan nilai 0,76. Kemampuan berpikir kreatif siswa dapat dilihat dari tahap *discovery* yaitu siswa mampu merancang untuk mendesain dan *research* membantu siswa memunculkan berbagai solusi.
6. Tipani (2019) melakukan penelitian pada materi daur ulang limbah yang hasilnya dibuktikan dengan uji hipotesis bahwa $Z_{hitung} > Z_{tabel}$, artinya model PjBL-STEM dapat meningkatkan penguasaan konsep dan kemampuan berpikir analitis siswa. Siswa mampu mengungkapkan suatu materi yang disajikan ke dalam bentuk yang lebih dipahami, mampu memberikan interpretasi dan mampu mengaplikasikannya.
7. Penelitian yang dilakukan oleh Afriana (2016) pada materi pencemaran udara menunjukkan hasil bahwa terjadi peningkatan literasi sains pada kelas laki-laki dan juga kelas perempuan yang berada pada kategori sedang. Siswa yang memiliki literasi sains yang baik pada materi ini akan lebih sadar terhadap pentingnya menjaga kelestarian lingkungan hidup sebagai langkah preventif dalam menghadapi isu-isu lingkungan yang terjadi.