BAB II
KAJIAN PUSTAKA

1.1 Penelitian Relevan

Terdapat beberapa penelitian yang mendukung hubungan antara model *Project Based Learning* berbasis STEM terhadap keterampilan proses sains siswa yaitu penelitian yang dilakukan oleh Ernilawati (2020) yang menyatakan bahwa kemampuan keterampilan proses sains siswa SMA melalui model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM termasuk dalam kriteria yang baik dan terdapat pengaruh yang siginfikan terhadap keterampilan proses sains siswa.

Dalam penelitian lain, penelitian yang dilakukan oleh Jamtika (2020) menyatakan bahwa model pembelajaran *Project Based Learning* yang terintegrasi dengan STEM mampu meningkatkan keterampilan proses sains siswa. Peningkatan keterampilan proses sains peserta didik mengalami peningkatan di semua indikator KPS yang diujikan dalam penelitian ini. Respon peserta didik terhadap pembelajaran PjBL terintegrasi STEM menunjukan kecenderungan positif dengan ditunjukan rasa senang dan harapan diterapkan di materi lain. Tanggapan peserta didik terhadap penerapan *Project Based Learning* berbasis STEM secara keseluruhan adalah berada dalam kategori baik.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Maulana (2019) menyatakan pembelajaran yang menggunankan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM diperoleh rata-rata hasil belajar pada ranah kognitif berada dalam kategori baik. Rata-rata hasil belajar pada siswa pada ranah sikap diperoleh sangat

baik. Sedangkan rata-rata hasil belajar pada aspek keterampilan didapatkan kategori sangat baik.

Penelitian-penelitian di atas telah membuktikan bahwa model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM ternyata dapat membantu meningkatkan keterampilan proses sains siswa. Model ini sangat baik diterapkan karena siswa dapat bekerja sama dan saling tolong menolong dalam memecahkan masalah dengan menggunakan pengetahuan awal yang dimilikinya serta berguna untuk menumbuhkan keterampilan proses sains siswa.

1.2 Teori Belajar

Teori belajar merupakan suatu kegiatan seseorang untuk mengubah perilaku mereka. Seluruh kegiatan belajar selalu diikuti oleh perubahan yang meliputi kecakapan, keterampilan dan sikap, pengertian dan harga diri, watak, minat, penyesuaian diri dan lain sebagainya. Perubahan tersebut meliputi perubahan kognitif, perubahan psikomotor, dan perubahan afektif. Prinsip –-prinsip belajar hakikatnya berkaitan dengan potensi yang bersifat manusiawi dan kelakuan. Belajar membutuhkan proses dan tahapan serta kematangan. Teori belajar yang berhubungan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut :

2.2.1. Teori Kognitivisme

Kognitivisme merupakan salah satu teori belajar yang dalam berbagai pembahasan juga sering disebut model kognitif *(cognitive model)*. Menurut teori belajar ini tingkah laku seseorang ditentukan oleh persepsi atau pemahamannya tentang situasi yang berhubungan dengan tujuan-tujuannya (Aunurrahman, 2012). Oleh karena itu belajar menurut teori kognitivisme diartikan sebagai perubahan persepsi dan pemahaman. Teori belajar ini menekankan bahwa bagian-bagian suatu

situasi sering berhubungan dengan konteks seluruh situasi tersebut. Karena teori ini menekankan kebermaknaan keseluruhan sesuatu dari pada bagian-bagian, maka belajar dipandang sebagai proses internal yang mencakup, ingatan, retensi, pengolahan informasi, emosi dan faktor-faktor lain.

Peneliti yang mengembangkan teori kognitif ini adalah Ausubel, Bruner, dan Gagne. Dari ketiga penelitian ini masing-masing memiliki penekanan yang berbeda. Ausubel menekankan pada aspek pengelolaan atau organizer yang memiliki pengaruh utama terhadap belajar. Bruner bekerja pada pengelompokan atau penyediaan bentuk konsep sebagai suatu jawaban atas bagaimana siswa memperoleh informasi dari lingkungan, pada intinya teori ini lebih menekankan pada proses daripada hasil belajar siswa (Thobroni,2015).

Model *Project Based Learning* berbasis STEM mempunyai kesesuaian dengan teori belajar ini, karena siswa diarahkan untuk menyelesaikan permasalahan pada lembar kerja sesuai dengan pengetahuan dan kemampuan sendiri. Setelah itu siswa berdiskusi dengan temannya kemudian siswa dapat menarik kesimpulan sendiri mengenai materi yang diberikan.

1.2.2 Teori Konstruktivisme

Konstruktivisme merupakan landasan berpikir atas pembelajaran kontekstual, yaitu bahwa pengetahuan dibangun oleh manusia sedikit demi sedikit yang hasilnya diperluas melalui konteks yang terbatas. Teori belajar konstruktivis Jean Peaget (1971) dalam Dangnga & Muis (2015) menjelakan bahwa belajar sebagai aktivitas mental. Pengetahuan dibentuk sebagai proses keseimbangan antara pemahaman individual dengan interaksinya terhadap lingkungan dan orang lain. Perseptif belajar teori ini menekankan pada proses memperoleh hasil belajar,

sehingga pembelajran bersifat generative yakni membangun suatu makna dari apa yang dipelajari. Pembelajaran pada teori ini memfokuskan pada kemampuan siswa pada kemampuan siswa mengorganisasikan atau membangun pemahaman merekan melalui asimilasi dan akomodasi.

Project Based Learning berbasis STEM didukung oleh teori belajar konstruktivisik, yang bersandar pada ide bahawa siswa membangun pengetahuannya sendiri di dalam konteks pengalamannya sendiri. *Project Based Learning* berbasis STEM dapat dipandang sebagai salah satu model penciptaan lingkungan belajar yang dapat mendorong siswa mengkonstruksi pengetahuan dan keterampilan secara personal. Ketika *Project Based Learning* berbasis STEM diterapkan dalam pembelajaran kolaboratif kelompok kecil siswa, pembelajaran PjBL berbasis STEM juga mendapat dukungan teoritis yang bersumber dari konstruktivisme sosial Vygotsky yang memberikan landasan pengembangan kognitif melalui peningkatan intensitas interaksi antar personal. Adanya peluang untuk menyampaikan ide, mendengarkan ide orang lain, merefleksikan ide sendiri pada orang lain adalah suatu bentuk pembelajaran individu. Proses interaktif dengan teman sebaya membantu proses konstruksi pengetahuan. Dari preseptif teori model *Project Based Learning* berbasis STEM dapat membantu siswa meningkatkan keterampilan memecahkan masalah secara kolaboratif (Jhons, 2009).

Sejalan dengan itu, R. Rusman (2017) juga menyatakan bahwa model PjBL berbasis STEM termasuk model pembelajaran yang berpijak pada teori belajar konstruktivitik. Strategi pembelajaran yang menonjol dalam pembelajaran konstruktivistik juga terdapat dalam model *Project Based Learning* berbasis

STEM, yaitu strategi belajar kolaboratif, mengutamakan aktivitas siswa, pengalaman lapangan, dan pemecahan masalah. Kegiatan nyata yang dilakukan dalam proyek memberikan pengalaman belajar yang dapat membantu refleksi dan mendekatkan hubungan aktivitas dunia nyata dengan pengetahuan konseptual yang melatarinya yang diharapkan bisa berkembang dengan baik dalam lebih dalam lagi.

1.3 Model Pembelajaran

Model pembelajaran adalah suatu perencanaan atau suatu pola yang digunakan sebagai pedoman dalam merencanakan pembelajaran di kelas. Model pembelajaran mengacu pada pendekatan pembelajaran yang digunakan, termasuk didalamnya tujuan-tujuan pengajaran, tahapan-tahapan dalam kegiatan pembelajaran, lingkungan pembelajaran, lingkungan pembelajaran, dan pengelolaan kelas. Sedangkan menurut Joyce dan Weil (1971) dalam Mulyani Sumantri dkk (1999) model pembelajaran adalah kerangka konseptual yang menggambarkan prosedur yang sistematis dalam mengorganisasikan pengalaman belajar untuk mencapai tujuan pembelajaran tertentu, dan memiliki fungsi sebagai pedoman bagi para perancang pembelajaran dan para guru dalam merencanakan dan melaksanakan aktifitas belajar mengajar, berdasarkan dua pendapat diatas, maka kita dapat menyimpulkan bahwa model pembelajaran adalah kerangka konseptual yang melukiskan prosedur sistematik dalam mengorganisasikan pengalaman belajar untuk mencapai tujuan pembelajaran tertentu dan berfungsi sebagai pedoman bagi perancang pembelajaran dan para guru dalam merancang dan melaksanakan proses belajar mengajar.

Menurut pendapat Wardana (2021) Model pembelajaran merupakan suatu rencana mengajar yang memperhatikan pola pembelajaran tertentu, hal ini sesuai

dengan pendapat Briggs yang menjelaskan model adalah “seperangkat prosedur dan berurutan untuk mewujudkan suatu proses” dengan demikian model pembelajaran adalah seperangkat prosedur yang berurutan untuk melaksanakan proses pembelajaran.

1.4 Model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL)

Project Based Learning adalah model pembelajaran yang menggunakan proyek sebagi inti pembelajaran. Model ini sangat penting untuk meningkatkan kualitas aktivitas siswa yang berfokus pada pemecahan masalah yang berhubungan dengan kehidupan siswa (Jannah, Mulyani, & Masykuri, 2018). Sejalan dengan itu R. Rusman (2017) juga mengungkapkan bahwa *Project Based Learning* merupakan model pembelajaran sistematik yang melibatkan siswa dalam kegiatan pembelajaran yang bersifat teoritis dan praktik yang kompleks, melalui pertanyaan autentik, perencanaan produk dan penugasan.

Model *Project Based Learning* menghendaki siswa untuk memecahkan masalah nyata, terlibat secara aktif dalam pembelajaran serta menunjukan secara nyata bahwa siswa telah belajar konsep-konsep dan keterampilan. Proyek memberikan kesempatan kepada siswa untuk menggali materi dengan menggunakan berbagai cara yang bermakna bagi dirinya, dan melakukan eksperimen secara kolaboratif (Addin, Redjeki, & Ariani, 2014). Metode *Project Based Learning* ini mencakup kegiatan menyelesaikan masalah, pengambilan keputusan, keterampilan melakukan investigasi dan keterampilan membuat karya. Siswa harus fokus pada penyelesaian masalah atau pertanyaan yang memandu mereka untuk memahami konsep dan prinsip yang terkait dengan proyek (Sani, 2019).

Pembelajaran berbasis proyek memiliki potensi yang amat besar untuk membuat pengalaman belajar yang lebih menarik dan memberikan makna untuk siswa serta dapat meningkatkan kinerja ilmiah siswa dalam pembelajaran, sedangkan guru hanya berperan sebagai fasilitator dan mediator, dalam pembelajaran *Project Based Learning* tugas guru adalah memberikan pertanyaan esensial, yaitu pertanyaan yang dapat memberikan penugasan peserta didik dalam melakukan sesuatu. Mahasneh dan Alwan (2018) berpendapat bahwa pembelajaran berbasis proyek menghasilkan kolaborasi antara peserta didik dan pengakuan bahwa sebagai anggota tim, masing-masing memiliki tanggung jawab terhadap anggota lain dengan demikian dapat diungkapkan ciri-ciri model *Project Based Learning* adalah :

1. Dalam pelaksanaannya diawali dengan melakukan pencernaan, dimana yang dilakukan pada tahap ini adalah membuat keputusan dan membuat kerangka kerja.
2. Melakukan perencanaan, dimana yang dilakukan siswa pada tahap ini adalah merancang proses untuk mencapai hasil yang dapat dipertanggung jawabkan.
3. Melakukan pelaksanaan penyelidikan, dimana yang dilakukan siswa adalah melakukan penyelidikan sesuai dengan proses yang telah dirancang untuk mendapatkan dan mengelola informasi yang dikumpulkan.
4. Melakukan pelaporan dimana yang dilakukan mahasiswa adalah melaporkan hasil akhir berupa produk yang telah dievaluasi kualitasnya.

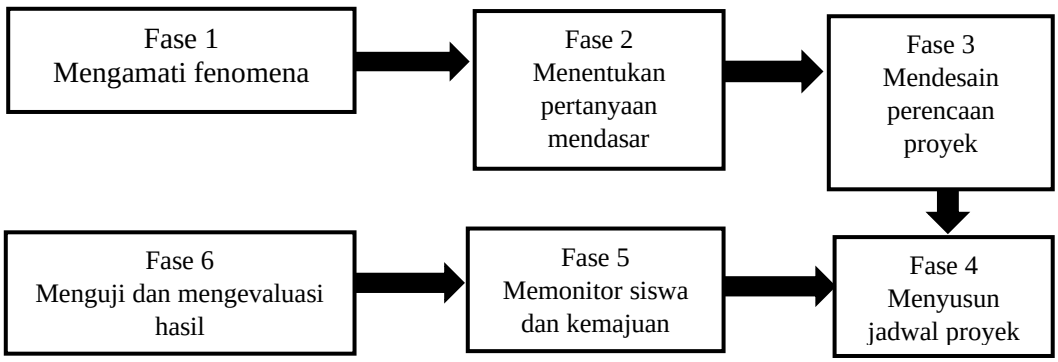
2.4.1. Karakteristik Model *Project Based Learning*

Menurut R. Rusman (2017) beberapa karakteristik model *Project Based Learning* diantaranya sebagai berikut :

1. Siswa membuat keputusan sendiri tentang sebuah kerangka kerja
2. Adanya permasalahan atau tantangan yang diajukan kepada siswa
3. Siswa mendesain proses untuk menentukan solusi atas permasalahan atau tantangan yang diajukan
4. Siswa secara kolaboratif bertanggung jawab untuk mengakses dan mengolah informasi untuk memecahkan permasalahan
5. Proses evaluasi dijalankan kontinu
6. Siswa secara berkala melakukan refleksi atau aktivitas yang sudah dijalankan
7. Produk akhir aktivitas belajar akan dievaluasi secara kuantitatif
8. Situasi pembelajaran sangat toleran terhadap kesalahan dan perubahan

2.4.2 Langkah – Langkah Model *Project Based Learning*

Sujana (2020) secara umum Langkah-langkah pembelajaran dengan model *Project Based Learning* dapat dijelaskan sebagai berikut :



Gambar 2.1 Sintaks Model Pjbl STEM

Berdasarkan gambar tersebut, dapat dijelaskan bahwa tahapan model *Project Based Learning* sebagai berikut :

1. Mengamati fenomena, tahapan ini siswa mengamati sumber masalah yang terjadi di lingkungan sekitar atau melalui media pembelajaran dan menanggapi berbagai pertanyaan yang diajukan.

2. Menentukan pertanyaan mendasar, pada tahap ini siswa mengidentifikasi masalah dan membuat rumusan masalah dalam bentuk pertanyaan.
3. Mendesain perencanaan proyek, pada tahap ini secara kolaboratif siswa Menyusun langkah- langkah tepat untuk sebuah proyek yang akan mereka laksanakan.
4. Menyusun jadwal proyek, pada tahap ini siswa menyusun jadwal pelaksanaan proyek.mulai dari jadwal kegiatan proyek, jadwal kunjungan bila perlu dan jadwal lainnya.
5. Memonitor siswa dan kemajuan proyek, pada tahap ini siswa membuat proyek sebagaimana rencana yang telah dilakukan sebelumnya. Sedangkan tugas guru hanya memonitoring kemajuan pengerjaan siswa dalam membuat proyek.
6. Menguji dan mengevaluasi hasil, pada tahap ini siswa mengumpulkan data-data hasil proyek, kemudian dibuat catatan secara singkat ataupun berupa laporan kegiatan sederhana kemudian dipresentasikan Bersama kelompok atau individu. Selain itu, guru dan siswa berkolaborasi untuk mengevaluasi seluruh kegiatan proyek yang telah dilaksanakan.

2.4.3 Kelebihan dan kelemahan Model *Project Based Learning* (PjBL)

Kelebihan maupun kekurangan dimiliki setiap model pembelajaran, berikut merupakn kelebihan dan kekurangan yang dimiliki oleh model *Project Based Learning* :

1. Kelebihan

Kelebihan yang dimiliki oleh PjBl dengan pendapat Yalcin *et al* (2009 dalam Navianto et al., (2018) yaitu :

1) Menciptakan suasana belajar bervariasi
2) Menghindarkan dari atmosfer kebosanan yang biasa
3) Membuat lingkungan belajar lebih menarik, menyenangkan, menggairahkan dan membanggakan bagi peserta didik

2. Kelemahan

Kelemahan yang dimiliki oleh *Project Based Learning* Sciani e*t al*., (2018) menyatakan :

1) Kondisi kelas sedikit sulit dikondisikan dan menjadi tidak kondusif saat pelaksanaan proyek karena adanya kebebasan pada peserta didik sehingga memberikan peluang untuk rebut dan diperlukan kecakapan guru dalam penguasaan dan pengelolaan kelas yang baik.
2) Peserta didik yang memiliki kelemahan dalam percobaan dan pengumpulan informasi akan mengalami kesulitan.
3) Adanya kemungkinan peserta didik yang kurang aktif dalam kerja kelompok

1.5 *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM)

STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang menghubungkan empat bidang yaitu sains, teknologi, teknik dan matematika menjadi satu kesatuan yang holistic (Bybee, 2013; Roberts, 2012). STEM difokuskan pada peningkatan sains dan matematika sebagai displin ilmu yang terisolasi melalui pengintegritasian dengan dua disiplin lainnya yaitu teknologi dan teknik (Kelley & Knowles, 2016). Tujuan STEM dalam dunia Pendidikan yaitu agar siswa memiliki kreativitas dari membaca, menulis, mengamati, serta mampu mengembangkan kompetensi yang telah dimilikinya untuk diterapkan dalam menghadapi permasalahan di kehidupan sehari-hari yang terkait bidang ilmu STEM.

Menurut Bybee (2013) Pendidikan STEM bertujuan mengembangkan siswa melek STEM yang mempunyai :

1. Pengetahuan, sikap dan keterampilan untuk mengidentifikasi pertanyaan dan masalah dalam situasi kehidupannya menjelaskan fenomena alam, mendesain serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti mengenai isu-isu terkait STEM.
2. Memahami karakteristik fitur-fitur disiplin-disiplin STEM sebagai bentuk-bentuk pengetahuan, penyelidikan, serta desain yang digagas manusia.
3. Kesadaran bagaimana disiplin-disiplin STEM membentuk lingkungan material, intelektual dan kurtural.
4. Kemauan terlibat dalam kajian isu-isu terkait STEM (misalnya efisiensi, energi, kualitas lingkungan, keterbatasan sumber daya alam) sebagai warga Negara yang Konstruktif, peduli, serta reflektif dengan menggunakan gagasan sains teknologi teknik dan matematika.

Tabel 2.1 Literasi STEM (Fathoni, 2020)

Bidang	**Literasi**
Science	Kemampuan menggunakan pengetahuan ilmiah dan proses untuk memahami dunia alam serta kemampuan untuk berpartisipasi dalam mengambil keputusan untuk mempengaruhinya
Technology	Pengetahuan bagaimana menggunakan teknologi baru, memahami bagaimana teknologi baru dikembangkan, dan memiliki kemampuan untuk menganalisis bagaimana teknologi baru mempengaruhi individu dan masyarakat
Engineering	Penerapan ilmu dan teknnologi melelaui prose desain menggunakan tema pembelajaran berbasis proyek dengan cara mengintegrasikan dari beberapa mata pelajaran berbeda (interdisipliner)
Mathematic	Kemampuan menganalisis,lasandan mengkomunikasikan ide secara efektif dan dari cara bersikap, merumuskan, memecahkan dan menafsirkan solusi untuk masalah matematika dalam penerapannya

1.6 Model *Project Based Learning* berbasis STEM

Pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM merupakan pembelajaran berbasis proyek dengan mengintegrasikan bidang-bidang STEM. Sains memerlukan matematika sebagai alat dan mengolah data, sedangkan teknologi dan teknik merupakan aplikasi dari sains (Stohlmann, Moore, & Roehrig, 2012). Pembelajaran dengan model *Project Based Learning* berbasis STEM mengajak siswa untuk melakukan pembelajaran yang bermakna dalam memahami sebuah konsep dan bereksplorasi melalui sebuah kegiatan proyek, sehingga siswa terlibat aktif dalam prosesnya (Capraro, & Morgan, 2013; Lee, 2014) jadi model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM merupakan model pembelajaran yang menuntut siswa untuk terlibat aktif dalam suatu pembelajaran yang menghasilkan suatu proyek yang membuat siswa bisa mengembangkan ide nya untuk menghasilkan suatu produk.

Pembelajaran dengan menggunakan model *Project Based Learning* berbasis STEM menjadi alternatif upaya yang dilakukan guru untuk menyiapkan siswa agar mampu menyelesaikan masalah yang ditemukan dalam dunia nyata. Pembelajaran ini akan membiasakan siswa berpikir logis dan dapat menggunakan teknologi dalam memecahkan masalah yang ditemukan. Kegiatan dalam pembuatan proyek yang menghasilkan produk menuntut keaktifan siswa dalam belajar menggunakan kompetensinya dibidang STEM (Lydiati, 2019). Mengintegrasikan proyek kedalam STEM atau “belajar dengan melakukan” didasarkan pada teori konstruktivistik yang ditunjukan untuk meningkatkan prestasi siswa dalam tugas-tugas kognitif tingkat tinggi seperti proses ilmiah dalam pemecahan masalah. *Project Based*

Learning berbasis STEM membutuhkan kolaborasi, komunikasi, kemampuan pemecahan masalah dan mengharuskan siswa belajar mandiri (Laboy-Rush, 2011).

2.6.1 Langkah-langkah model *Project Based Learning* Berbasis STEM

Proses pembelajaran menggunakan model *Project Based Learning* berbasis STEM yang terdiri dari lima tahap (Sintak) yang telah dikembangkan oleh Diana Laboy Rush, seorang konsultan Pendidikan STEM di Amerika Serikat. Setiap tahap bertujuan untuk mencapai suatu proses yang spesifik. Tahapan dalam pembelajaran menggunakan model *Project Based Learning* berbasis STEM yang efektif (Labory-Rush, 2011) adalah *reflection, research, discovery, application,* dan *communication.*

Tahap 1 *Reflection*

Tujuan dari tahap pertama untuk membawa siswa ke dalam konteks masalah dan memberikan inspirasi kepada siswa untuk segera mulai menyelidiki/ investigasi. Fase ini juga dimaksudkan untuk menghubungkan apa yang diketahui oleh siswa dengan apa yang perlu dipelajari.

Tahap 2 *Research*

Tahap kedua adalah bentuk penelitian siswa. Guru memberikan pembelajaran sains, memilih bacaan atau metode lain untuk mengumpulkan sumber informasi yang relevan. Proses belajar lebih banyak terjadi selama tahap ini, dimana siswa melakukan penelitian terkait dengan proyek yang akan dikerjakan.

Tahap 3 *Discovery*

Tahap penemuan umumnya melibatkan proses yang menjembatani *research* dan informasi yang diketahui dalam penyusunan proyek siswa dibagi

dalam kelompok kecil untuk menyajikan solusi yang mungkin untuk masalah kolaborasi dan membangun kerjasama antar teman kelompok.

Tahap 4 *Application*

Pada tahap aplikasi siswa belajar menghubungkan antar bidang dalam STEM yang bertujuan untuk menguji produk atau solusi dalam memecahkan masalah. Dalam beberapa kasus, siswa menguji produk yang dibuat dari ketentuan yang telah ditetapkan, hasil yang diperoleh digunakan untuk memperbaiki langkah sebelumnya.

Tahap 5 *Communication*

Tahap terakhir yaitu mengkomunikasikan produk atau solusi antar siswa melalui presentasi. Presentasi merupakan Langkah penting dalam proses pembelajaran untuk mengembangkan keterampilan komunikasi dan kolaborasi.

2.6.2 Keunggulan model *Project Based Learning* Berbasis STEM

Terdapat beberapa keunggulan dari penerapan model *Project Based Learning* berbasis STEM diantaranya sebagai berikut :

1. Siswa mampu memecahkan masalah menjadi lebih baik, inovatif, mandiri, berpikiran logis, dan literasi teknologi (Stohlmann,et al., 2012).
2. Mengharuskan siswa untuk berpikir kritis,kreatif,analisis dan meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Capraro et al., 2013).
3. Memberikan pengalaman siswa menyelesaikan masalah nyata dengan kegiatan praktikum, sehingga dapat meningkatkan efektifitas , pembelajaran bermakna dan menunjang karir dimasa depan (Tseng, Chang, Lou & Chen 2013).

1.7 Keterampilan Proses Sains

2.7.1 Pengertian Keterampilan Proses Sains

Keterampilan merupakan kemampuan menggunakan pikiran, nalar, dan perbuatan secara efisien dan efektif untuk mencapai suatu hasil tertentu, termasuk kreativitas. Proses didefinisikan sebagai perangkat keterampilan kompleks yang digunakan ilmuwan dalam melakukan penelitian ilmiah. Proses merupakan konsep besar yang dapat diuraikan menjadi komponen-komponen yang harus dikuasai seseorang bila akan melakukan penelitian (Ertikanto, 2016).

Menurut Semiawan (1989) menyatakan bahwa alasan yang melandasi perlunya diterapkan pendekatan keterampilan proses sains dalam kegiatan belajar mengajar sehari-hari, yaitu sebagai berikut :

1. Perkembangan ilmu pengetahuan berlangsung semakin cepat sehingga tak mungkin lagi para guru mengajarkan semua fakta dan konsep kepada peseta didik;
2. Peserta didik mudah memahami konsep-konsep yang rumit dan abstrak jika disertai dengan contoh-contoh konkrit, contoh-contoh yang wajar sesuai dengan situasi dan kondisi yang dihadapi dengan mempraktekkan sendiri upaya penemuan konsep melalui perlakuan terhadap kenyataan fisik;
3. Menggiring peserta didik untuk bertanya, mengamati,, mengadakan eksperimen serta menemukan fakta dan konsep sendiri;
4. Membina peserta didik berpikir dan bertindak kreatif;
5. Dalam proses belajar mengajar, pengembangan konsep tidak dilepaskan dari pengembangan sikap dan nilai dalam peserta didik;

2.7.2 Komponen Keterampilan Proses Sains

Menurut semiawan (1989), keterampilan proses sains dikelompokan menjadi beberapa komponen yaitu sebagai berikut :

1. Mengamati

Mengamati adalah salah satu keterampilan ilmiah yang mendasar. Dengan mengamati kita memilah-milah mana yang penting dan mana yang kurang penting. Kita menggunakan semua indera untuk melihat, mendengar, merasa, mengecap dan mencium. Dalam pengamatan tercakup berbagai kegiatan seperti menghitung, mengukur, klarifikasi, maupun mencari hubungan antar ruang dan waktu.

2. Merumuskan hipotesis

Kemampuan membuat hipotesis adalah salah satu keterampilan yang sangat mendasar dalam kerja ilmiah. Hipotesis adalah salah satu perkiraan yang beralasan untuk menerangkan suatu kejadian atau pengamatan tertentu. Dalam kerja ilmiah, seorang ilmuwan biasanya membuat hipotesis yang kemudian diuji melalui eksperimen.

3. Perencanaan penelitian/eksperimen

Dalam melakukan eksperimen atau penelitian sederhana, guru perlu melatih peserta didik dalam merencanakan penelitian karena tanpa rencana bisa terjadi pemborosan waktu, tenaga dan hasilnya mungkin tidak sesuai dengan yang diharapkan. Dalam merencanakan, anak-anak perlu menentukan alat dan bahan yang digunakan, objek yang diteliti, faktor atau variabel yang perlu diperhatikan, kriteria keberhasilan, cara langkah kerja serta bagaimana mencatat mengolah data untuk menarik kesimpulan.

4. Pengendalian variabel

Variabel adalah factor yang berpengaruh. Pengendalian variabel adalah suatu aktivitas dimana guru menggunakan kesempatan untuk melatih anak mengontrol dan melakukan variabel.

5. Interprestasi data

Data yang dikumpulkan melalui observasi, penghitungan, pengukuran, eksperimen atau penelitian sederhana dapat disajikan dalam tabel, grafik maupun diagram. Data yang disajikan tersebut dapat diintepretasikan atau ditafsirkan.

6. Kesimpulan sementara/ inferensi

Data yang dikumpulkan melalaui eksperimen terlebih dahulu dibuat kesimpulan sementara berdasarkan informasi yang dimiliki. Kesimpulan tersebut bukan merupakan kesimpulan akhir hanya kesimpulan sementara yang dapat diterima sampai pada saat itu.

7. Peramalan

Para ilmuwan sering membuat ramalan atau prediksi berdasarkan hasil observasi pengukuran atau penelitian yang memperlihatkan kecenderungan gejala tertentu. Para guru dapat melatih peserta didik dalam membuat peramalan kejadian-kejadian yang akan dating berdasarkan pengetahuan, pengalaman atau data yang dikumpulkan.

8. Penerapan

Peran guru dapat melatih peserta didik untuk menerapkan konsep yang telah dikuasai untuk memecahkan masalah tertentu atau menjelaskan suatu peristiwa baru dengan menggunakan konsep yang dimiliki.

9. Komunikasi

Keterampilan ini meliputi keterampilan grafik, table, atau diagram dari hasil percobaan. Menggambarkan data empiris dengan grafik, table, atau diagram juga termasuk berkomunikasi adalah keterampilan menyampaikan gagasan atau hasil penemuannya kepada orang lain.

Beragam keterampilan yang dikembangkan dalam pendekatan sains dijelaskan dalam tabel 2.2

Tabel 2.2 Aspek-aspek keterampilan proses sains menurut Dahar

No	Keterampilan proses sains	Sub keterampilan proses sains
1	Mengamati	a. Mengamati dengan indera b. Mengumpulkan fakta-fakta yang relevan c. Mencari kesamaan dan perbedaan
2	Menafsirkan pengamatan	a. Mencatat setiap pengamatan b. Menghubungkan setiap hasil pengamatan c.Menentukan suatu pola dalam satu seri pengamatan d. Menarik kesimpulan
3	Meramalkan	a.Berdasarkan hasil pengamatan dapat mengemukakan apa yang mungkin terjadi
4	Menggunakan alat dan bahan	a. Terampil menggunakan alat dan bahan b. Mengetahui konsep dan menggunakan alat dan bahan
5	Menerapkan konsep	a.Menerapkan konsep dalam situasi baru b.Menggunakan konsep pada pengalaman baru untuk menjalankan apa yang sedang terjadi c. Menyusun hipotesis
6	Merencanakan penelitian	a.Menentukan alat, bahan dan sumber yang digunakan dalam penelitian b. Menentukan variabel-variabel c. Menentukan variabel yang dibuat tetap dan mana yang harus berubah d. Menentukan cara dan langkah kerja
7	Berkomunikasi	a.Menyusun dan menyampaikan laporan secara sistematis dan jelas b. Menjelaskan hasil percobaan atau pengamatan c. Mendiskusikan hasil percobaan d. Menggambarkan data dengan tabel grafik
8	Mengajukan Pertanyaan	a. Bertanya apa, bagaimana, dan mengapa b. Bertanya untuk meminta penjelasan c. Mengajukan pertanyaan yang melatarbelakangi hipotesis

2.7.3 Kelebihan dan kekurangan Keterampilan Proses Sains

Adapun kelebihan dan kekurangan keterampilan proses sains menurut Samawaton dalam (Triwahyono,2015) yaitu sebagai berikut :

1. Kelebihannya antara lain :

a. Peserta didik terlibat langsung dengan objek nyata sehingga dapat mempermudah pemahaman peserta didik terhadap mata pelajaran.
b. Peserta didik menemukan sendiri konsep-konsep yang dipelajari.
c. Melatih peserta didik untuk berpikir lebih aktif dalam pembelajaran.
d. Mendorong peserta didik untuk menemukan konsep-konsep baru.
e. Memberi kesempatan kepada peserta didik untuk belajar menggunakan metode ilmiah.

2. Kekurangannya antara lain :

a. Memerlukan banyak waktu sehingga sulit untuk dapat menyelesaikan bahan pengajaran dalam kurikulum.
b. Memerlukan fasilitas yang cukup baik dan lengkap sehingga tidak semua sekolah dapat menyediakannya.
c. Merumuskan masalah, Menyusun hipotesis, merancang suatu percobaan untuk memperoleh data yang relevan adalah pekerjaan yang sulit, tidak setiap peserta didik mampu melakukannya.

1.8 Sistem Koloid

Koloid merupakan dua zat yang terdiri dari fase terdispersi dan medium pendispersi. Fase terdispersi merupakan zat yang didispersikan, sedangkan medium pendispersi merupakan medium yang digunakan untuk mendispersikan. Partikel koloid mempunyai ukuran yang lebih besar dari pada partikel larutan dan lebih kecil

dari partikel suspensi. Adapun perbedaan antara larutan, koloid, dan suspensi dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 2.3 Perbedaan Larutan, Koloid dan Suspensi

No	Larutan	Koloid	Suspensi
1	Ukuran partikel kurang dari 10^{7}cm	Ukuran partikel antara 10^{-7}cm - 10^{-5}cm	Ukuran partikel lebih besar dari 10^{-5}cm
2	Homogen	Antara homogen dan heterogen	Heterogen
3	Satu fasa	Dua fasa	Dua fasa
4	Jernih	Keruh	Keruh
5	Tidak memisah jika didiamkan	Tidak memisah jika didiamkan	Memisah jika didiamkan
6	Tidak dapat disaring dengan saringan biasa	Tidak dapat disaring dengan saringan biasa	Dapat disaring dengan saringan biasa
7	Tidak dapat disaring dengan membran perkramen	Dapat disaring dengan membrane perkamen	Dapat disaring dengan membrane perkamen
8	Berbentuk ion, molekul kecil	Molekul besar, partikel	Partikel besar

Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering menemukan zat yang tergolong larutan, koloid, dan suspensi.

Contoh larutan : Larutan gula, larutan garam dapur, larutan cuka

Contoh Koloid : susu, santan, busa sabun, margarin, lateks, dan asap

Contoh suspense : air sungai yang keruh dan air kapur

2.8.1 Jenis Koloid

Sistem koloid ada 3 jenis yaitu sebagai berikut :

a. Koloid makromolekul, berbentuk koloid karena ukuran molekulnya, misalnya protein, alumunium, dan lateks
b. Koloid asosiasi, berbentuk koloid karena ukuran molekul ini pada daerah koloid, misalnya molekul-molekul sabun berasosiasi membentuk koloid.

c. Koloid dispersi, merupakan sistem dispersi antara disperse kasar dan dispersi halus.

Tabel 2.4 Jenis-jenis Dispersi Koloid

No	Fasa Terdipersi	Medium Pendispersi	Fasa Koloid	Nama Koloid	Contoh
1	Gas	Cair	Cair	Busa/buih	Busa sabun
2	Gas	Padat	Padat	Busa padat	Karet busa
3	Cair	Gas	Gas	Aerosol cair	Embun
4	Cair	Cair	Cair	Emulsi	Susu
5	Cair	Padat	Padat	Emulsi padat	Mentega
6	Padat	Gas	Gas	Aerosol padat	Asap
7	Padat	Cair	Cair	Sol	Cat
8	Padat	Padat	Padat	Sol padat	Paduan logam

1. Busa : sistem koloid yang fasa terdispersinya berupa gas dan medium pendispersinya berupa zat cair. Bila medium pendispersinya berupa zat padat disebut busa padat
2. Aerosol: Sistem Koloid yang medium pendispersinya berwujud gas, sedangkan fasa terdispersinya berupa zat cair yang disebut aerosol cair atau zat padat yang disebut aerosol padat
3. Emulsi: sistem koloid yang fasa terdispersi berupa zat cair dan medium pendispersinya berupa zat cair. Bila medium pendispersinya berupa zat padat, disebut emulsi padat.
4. Sol: sistem koloid yang fasa terdispersinya berupa zat padat dan medium pendispersinya berupa zat cair, bila medium pendispersinya berupa zat padat, disebut sol padat.
5. Gel: sistem koloid yang fasa terdispersinya zat cair dan medium pendispersinya zat padat.

2.8.2 Sifat-sifat Koloid

Koloid mempunyai sifat-sifat yang khas. Sifat-sifat tersebut sangat berguna dan sering kita temukan dalam kehidupan sehari-hari. Sifat tersebut antara lain Efek Tyndall dan gerak brown, sifat-sifat koloid hanya berlaku sistem koloid sol.

1. Efek Tyndall

Suatu sifat khas yang membedakan sistem koloid dengan larutan adalah dengan eksperimen tyndall. Sifat khas koloid yang dapat menghamburkan berkas cahaya, dikenal dengan efek tyndal. Selain pada koloid jenis sol, efek tyndal juga dapat dilihat pada koloid jenis Aerosol.

Dalam kejadian sehari-hari, efek tyndal dapat kita lihat dalam peristiwa berikut :

a. Cahaya matahari jelas sekali berkasnya disela-sela pohon yang sekitarnya berkabut. Juga berkas cahaya matahari tampak jelas disela-sela dinding dapur yang banyak asapnya.
b. Berkas cahaya proyektor tampak jelas digedung bioskop yang banyak asap rokoknya.
c. Sorot cahaya mobil berkasnya tampak jelas pada daerah berkabut.

2. Gerak Brown

Partikel koloid dapat bergerak lurus tetapi arahnya tidak menentu (gerak zig-zag). Penemu Gerakan partikel koloid seperti itu adalah Robert brown dan gerak zig-zag partikel koloid disebut gerak brown, gerak brown adalah gerak zig-zag dari partikel koloid yang hanya dapat diamati dengan mikroskop ultra. Gerak brown ini disebabkan adanya tumbukan dari partikel medium pendispersi pada partikel koloid terdispersi. Bila partikel dari sistem koloid dilihat dengan mikroskop, akan tampak senantiasa partikel-partikel koloid bergerak lurus, tetapi arahnya tidak menentu.

3. Adsorpsi

Partikel koloid dapat mengadsopsikan ion muatan listrik. Adsopsi merupakan proses penyerapan dipermukaan. Partikel koloid dari $Fe(OH)_3$ bermuatan positif dalam air karena mengadsorpsi ion positif, sedangkan partikel koloid As_2S_3 dalam air bermuatan negatif karena mengadsopsi ion negatif. Proses penyerapan dipermukaan partikel koloid ini sangat penting karena berdasarkan sifat tersebut banyak manfaat yang dapat dilakukan dalam kehidupan sehari-hari.

4. Elektroforesis

Elektroforesis adalah peristiwa pemisahan partikel koloid yang bermuatan dengan menggunakan arus listrik. Oleh karena partikel sol bermuatan listrik, maka partikel ini akan bergerak dalam medan listrik. Pergerakan ini disebut elektroforesis. Jika sistem koloid bermuatan negatif, maka partikel itu akan menuju elektroda positif.

5. Koagulasi

Koagulasi adalah penggumpalan partikel koloid yang terjadi karena kerusakan stabilitas sistem koloid atau karena penggabungan partikel koloid yang berbeda muatan.

Koagulasi dapat terjadi melalui 3 cara :

a. Mekanik, misalnya pengadukan, pemanasan, pendinginan
b. Penambahan elektrolit
c. Pencampuran koloid
d. Elektrolisis

Beberapa proses koagulasi dalam kehidupan sehari-hari sebagai berikut : perebusan telur, pembuatan tahu, pembuatan lateks (pada pembuatan lateks, getah

karet digumpalkan dengan penambahan asam formiat atau asam asetat), penjernihan air, pembentukan delta dimuara sungai (delta terbentuk karena pencampuran air sungai yang mengandung koloid tanah liat dengan elektrolit yang terdapat air laut, sehingga terkoagulasi dan membentuk delta),pengolahan asap atau debu (asap atau debu dari proses industri dapat diendapkan dengan menggunakan alat Cottrel.

2.8.3 Koloid dalam kehidupan sehari-hari

1. Mesin ginjal buatan

Ginjal manusia memurnikan darah secara dialis melalui membrane alam. Sampah racun seperti urea dan asam urat lewat melalui membrane tersebut, sedangkan partikel proyein darh (hemoglobin) yang berupa koloid tetap dalam ginjal. Kegagalan ginjal dapat menyebabkan kematian karena akumalisi racun dalam darah. Saat ini, kegagalan ginjal dapat diatasi dengan menggunakan mesin ginjal buatan.

Dalam mesin ini, darah yang tidak murni dilewatkan melalui suatu tabung selofan yang disusun secara seri yang dikelilingi oleh air. Bahan-bahan beracun seperti urea dan asam urat berdifusi melalui dinding tabung menuju ke air yang bersih dan darah yang telah murni dikembalikan ke pasien.

2. Penjernihan air

Air yang kotor yang mengandung partikel-partikel koloid (misalnya air sungai) dan untuk menjernihkannya dapat dilakukan dengan penambahan partikel sol pembawa muatan negatife, misalnya tawas alum, $KAl(SO_4)_2$ (kalium aluminium sulfat). Pada saat tawas ditambahkan kedalam terbentuklah endapan gelatin alumunium hidrosksida hidrat (flos) yang bermuatan positif.

$Al^{3+}\ 3H_2O \longrightarrow Al(OH)_3 + 3H^+$

$Al(OH)_3 + 4H_2O + 3H^+ \longrightarrow Al(OH)_3(H_2O)^{8+}$

Muatan positif folks menarik partikel sol yang bermuatan negatif membentuk salah satu koagulan yang mengendap. Sebagian tawas yang tidak larut dalam air mengendap sebagai $Al(OH)_3$ yang dapat mengurung koloid dan membawanya mengendap. Keuntungan lain terjadinya flokulasi, antara lain zat warna, sedikit fosfat, dan ion-ion logam ikut terendapkan Bersama floks-floks $Al(OH)_3$

2. Penggumpalan darah

Darah mengandung sejumlah koloid protein yang bermuatan negatif. Jika terjadi luka, maka luka tersebut dapat diobati dengan pensil stiptik atau tawas yang mengandung ion-ion Al^{3+} dan Fe^{3+} ion-ion tersebut membantu partikel koloid diprotein bersifat netral, sehingga proses pengggumpalan darah dapat lebih mudah dilakukan (Suharsini, 2007).

1.9 Kerangka Berpikir

Dalam proses pembelajaran, peserta didik dan guru sudah menerapkan kurikulum 2013. Kurikulum 2013 merupakan kurikulum yang menuntut peserta didik untuk berperan aktif dalam proses pembelajaran. Peran guru dalam kurikulum 2013 bukan hanya sekedar mengajarkan pengetahuan saja, tetapi juga mampu membimbing dan memberikan pengarahan sehingga peserta didik mampu berperan aktif dalam kegiatan pembelajaran yang menumbuhkan proses sains.

Pembelajaran kimia pada hakikatnya tidak hanya memahami konsep yang dimiliki peserta didik melainkan keterkaitannya dalam memecahkan suatu permasalahan dalam kehidupan sehari-hari dan dapat menghubungkan satu konsep dengan konsep yang lainnya. Salah satu materi kimia yang dipelajari disekolah

adalah koloid. Pada materi koloid, siswa mengalami sedikit kesulitan yang disebabkan materinya yang abstrak dan kebanyakan tentang tulisan, hafalan, dan harus menemukan konsep pemahamannya sendiri. Maka permasalahan ini dapat diatasi dengan menggunakan model pembelajaran yang cocok dengan minat belajar siswa agar siswa tertarik dalam memahami materi walaupun dengan persepsi materi sistem koloid adalah salah satu materi yang sulit.

Sehubungan dengan hal tersebut maka keterampilan mendasar yang dimiliki oleh siswa harus lebih dikembangkan atau ditingkatkan, keterampilan mendasar pada siswa yaitu keterampilan proses sains siswa. Keterampilan proses sains siswa di SMA masih pasif, baik dari segi kognitif, psikomotor, maupun afektif. Maka dari itu pendekatan strategi dengan menggunakan keterampilan proses sains selaras dengan meningkatkan aspek kognitif, psikomotor, dan afektif siswa, yang didukung dengan adanya contoh yang konkrit dalam proses penyelesaian suatu percobaan kimia.

Keterampilan proses sains siswa yang dimaksudkan yaitu meliputi mengamati, menafsirkan, meramalkan, menggunakan alat dan bahan, menerapkan konsep, merencanakan perocobaan, berkomunikasi, dan mengajukan pertanyaan. Indicator keterampilan proses sains siswa selaras dengan sintaks-sintaks yang terdapat didalam model *Project Based Learning berbasis STEM* yang dapat mengembangkan kemapuan siswa dalam melakukan percobaan sehingga siswa dapat memahami konsep-konsep materi kimia dengan adanya percobaan.

Project Based Learning berbasis STEM ialah model pembelajaran yang mengintegrasikan isi dan keterampilan sains, teknologi, teknik, dan matematikan dalam sebuah kegiatan proyek atau percobaan. Dalam pembelajaran siswa diajak

untuk melakukan pembelajaran yang bermakna dan memahami sebuah konsep. Siswa diajak bereksplorasi melalui kegaiatan proyek, sehingga siswa terlibat aktif dalam prosesnya. Siswa nantinya akan diajak membuat sebuah proyek penjernihan air sederhana siswa dituntut untuk mencari sendiri langkah kerja dan alat penjernihan air nya sendiri bersama kelompoknya sesuai dengan sintaks *Project Based Learning* berbasis STEM karena nantinya siswa mencari tau langkah kerja diinternet ini sesuai dengan sintkas STEM yaitu teknologi, kemudian siswa menghitung perbandingan alat atau bahan yang digunakan dalam proyek ini sesuai dengan sintaks STEM yaitu matematika, kemudian siswa akan bekerja sama untuk menyusun atau merangkai alat penjernihan airnya sendiri hal ini sesuai dengan sintaks STEM yaitu teknik.

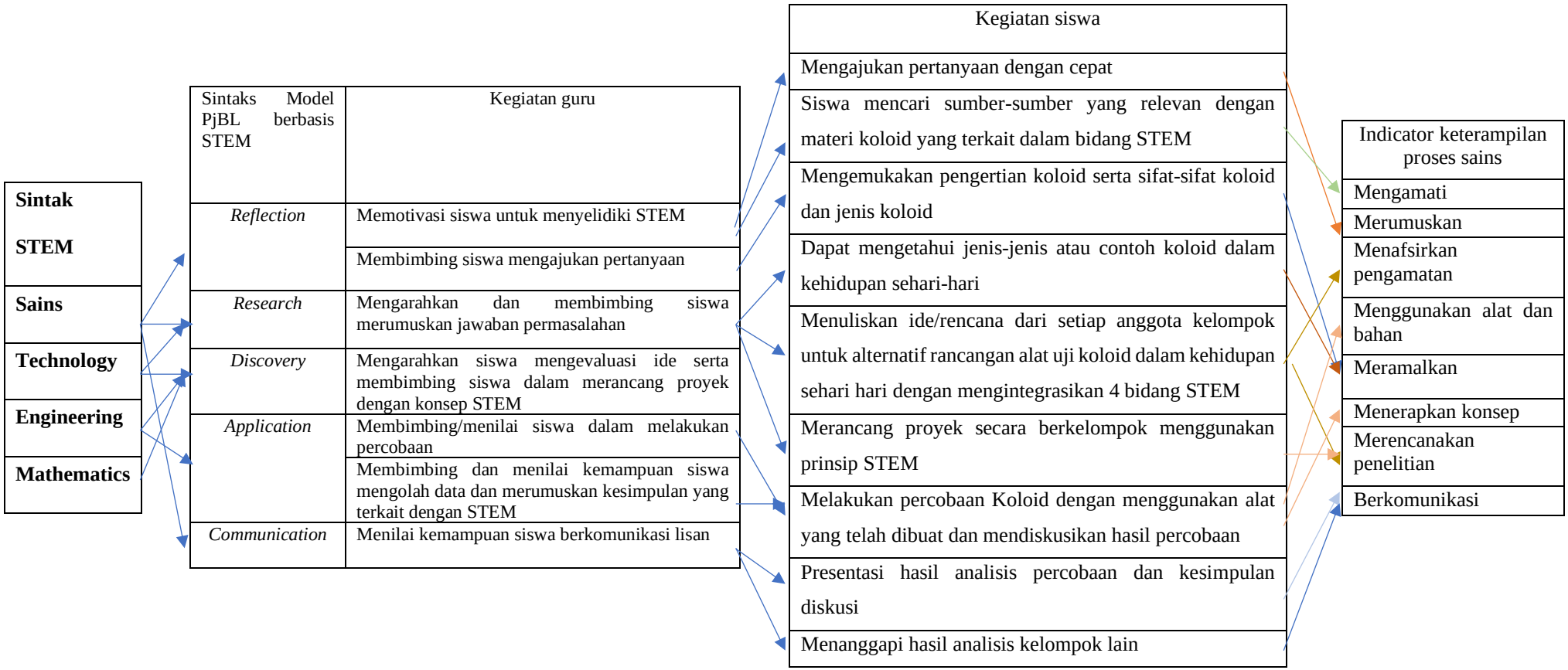
Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Jamtika (2020) yang menyatakan bahwa model pembelajaran *Project Based Learning* yang terintegrasi dengan STEM mampu meningkatkan keterampilan proses sains siswa. Peningkatan keterampilan proses sains peserta didik mengalami peningkatan di semua indikator KPS yang diujikan dalam penelitian ini. Respon peserta didik terhadap pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM menunjukan kecenderungan positif dengan ditunjukan rasa senang dan harapan diterapkan di materi lain. Tanggapan peserta didik terhadap penerapan *Project Based Learning* berbasis STEM secara keseluruhan adalah berada dalam kategori baik.

Pernyataan ini sesuai juga dengan pendapat Yunita, dkk (2018), yang menyatakan bahwa model *Project Based Learning berbasis STEM* memiliki dampak yang baik pada keterampilan proses sains peserta didik karena model pembelajaran ini memiliki tahap-tahap yang menuntut siswa untuk menggunakan

keterampilan-keterampilan proses sains yang dimiliki secara maksimal. Oleh karena itu *Project Based Learning* berbasis STEM dapat menjadi solusi untuk menumbuhkan keterampilan proses sains siswa pada materi Sistem Koloid.

1.10 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini digunakan sebagai suatu jawaban yang bersifat sementara terhadap permasalahan penelitian sampai terbukti melalui data yang terkumpul. Berdasarkan permasalahan yang diuraikan diatas maka, Hipotesis dalam penelitian ini adalah terdapat pengaruh penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM terhadap Keterampilan proses sains siswa pada materi sistem koloid



Gambar 2.2 Kerangka Berpikir