

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pendidikannya di Indonesia, menghadapi berbagai tantangan yang mempengaruhi kualitas pengembangan keterampilan abad ke-21, terutama keterampilan 4C (*Critical Thinking, Creativity, Collaboration and Communication*). Berdasarkan laporan UNESCO (2020), banyak sekolah di Indonesia masih berfokus pada pembelajaran berbasis hafalan yang cenderung menekan kreativitas dan kemampuan siswa dalam berpikir secara kritis. Pengajaran yang lebih menekankan pada penguasaan materi kognitif tanpa memperhatikan kemampuan berpikir yang lebih mendalam membuat siswa sulit untuk berkembang secara optimal dalam menghadapi tantangan global. Bahkan, dalam ujian nasional yang lebih mengutamakan tes kognitif, keterampilan penting seperti berpikir kritis, berkolaborasi, dan berkomunikasi menjadi aspek yang kurang dieksplorasi. Di Bali, fenomena ini juga tidak jauh berbeda, dimana siswa di sejumlah sekolah belum menunjukkan penguasaan keterampilan 4C yang memadai. Hal ini tercermin dari rendahnya kemampuan mereka dalam berpikir kritis dan berkolaborasi dalam berbagai kegiatan belajar (Sinarut et al., 2024).

Masalah keterampilan 4C di Indonesia juga tercermin pada hasil studi yang mengindikasikan bahwa pendekatan pembelajaran yang digunakan di sejumlah sekolah SMP cenderung mengarah pada metode yang pasif. Siswa lebih sering menerima informasi secara langsung dari guru dengan sedikit atau bahkan tidak ada kesempatan untuk berpikir kritis atau berkreasi dalam menghadapi masalah. Model pembelajaran yang digunakan di sebagian besar sekolah Indonesia masih didominasi

oleh ceramah yang mengandalkan hafalan, tanpa keterlibatan siswanya saat pemecahan masalahnya yang kontekstual. Ini siswa tidak terbiasa untuk memperluas kemampuan yang diperlukan dalam dunia pekerjaan dan kehidupan yang semakin dinamis (Huda & Ikhsan, 2024). Beberapa siswa SMP di Bali menunjukkan tingkat partisipasi yang rendah dalam diskusi kelompok dan lebih memilih bekerja secara individu. Hal ini menandakan bahwa kolaborasi dan komunikasi masih menjadi kendala yang signifikan.

Salah satu penyebab dari masalah ini adalah kurangnya bahan ajar yang dapat mendukung perkembangan keterampilan 4C secara efektif. Pendapat (Nggia et al., 2023), mengatakan bahan ajarnya IPA yang digunakan di banyak sekolah SMP di Indonesia masih bersifat tekstual dan kurang berbasis pada pendekatan pembelajaran kontekstual. Bahan ajar yang tidak terintegrasi dengan dunia nyata atau yang tidak menyertakan situasi problematic untuk dipecahkan, cenderung membuat siswa merasa tidak terhubung dengan materi pelajaran. Oleh karena itu, mereka tidak merasa terdorong untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis atau kreatif, serta tidak termotivasi untuk berkolaborasi dengan teman sekelas. Penelitian ini menunjukkan bahwa tanpa adanya bahan ajar yang relevan, siswa sulit diajak untuk terlibat aktif dalam pembelajaran dan mengembangkan keterampilan yang dibutuhkan dalam kehidupan abad ke-21.

Selain itu, pendekatan pembelajaran yang terlalu berfokus pada penguasaan teori tanpa mengaitkan materi dengan praktik sehari-hari, memperburuk kemampuan siswa dalam berkomunikasi dan berkolaborasi. Demi menumbuhkan pemikiran kritis dan kreatif, siswa harus terlibat dalam pembelajaran kontekstual, yang meminta mereka untuk menghubungkan konsep-konsep yang sudah dipelajari dengan situasi aktual dalam kesehariannya. Mengacu pada studi (Ajijah et al., 2022),

Telah terbukti bahwa pembelajaran berbasis masalah lebih efektif dalam membantu siswa menjadi mahir dalam menangani situasi yang menantang. Namun demikian, sulit untuk melaksanakan pembelajaran berbasis masalah dengan cara terbaik tanpa sumber daya instruksional tambahan. Dengan demikian, guna meningkatkannya kemampuan 4C siswa, sumber daya pendidikan yang memfasilitasi penerapan pembelajaran berbasis masalah harus diciptakan.

Pentingnya dalam mengembangkan bahan ajar IPA yang mengacu pada 4C tidak dapat diabaikan. Penyusunan bahan ajar dengan pendekatan PBL yang terintegrasi dengan STEM terbukti telah dapat meningkatkan 4C siswa. Penerapan PBL-STEM dalam proses belajar IPA membantu siswa untuk terlibat dalam pemecahan masalah yang melibatkan berbagai disiplin ilmu dan merangsang mereka untuk berpikir lebih kritis dan kreatif. Penelitian oleh (Ma'wa et al., 2022), mengindikasikan bahwa penerapan PBL-STEM pada pembelajaran dapat mendorong motivasi siswa untuk belajar, karena mereka dapat langsung melihat bagaimana ilmu yang dipelajari diterapkannya pada kesehariannya.

Namun, PBL-STEM juga memotivasi siswa untuk berkolaborasi dalam kelompok yang dapat meningkatkan keterampilan kolaborasi. Dalam setiap kegiatan PBL-STEM, siswa harus bekerja dalam kelompok guna menuntaskan tantangan yang diperintahkan, yang mengharuskan siswa untuk berkomunikasi dan saling bertukar pikiran. Pernyataan ini sejalan dengan pendapat yang diajukan oleh Vygotsky (1978) yang menekankan pentingnya interaksi sosial dalam pengembangan keterampilan kognitif siswa. Siswa belajar dari instruktur dan juga berinteraksi dengan teman sekelasnya melalui kolaborasi PBL-STEM, yang dapat meningkatkan pemahaman mereka terhadap materi (Zebua et al., 2024).

Penerapan PBL-STEM juga membantu siswa dalam mengembangkan keterampilan kreativitas. Dalam PBL-STEM, siswa dihadapkan pada tantangan yang membutuhkan solusi inovatif yang membantu siswa didorong bisa mempunyai pikiran yang out of the box serta menemukan solusinya baru. berbagai cara guna menyelesaikan masalahnya. Seperti yang dikemukakan oleh (Yuniar & Hadi, 2023), pembelajaran berbasis masalah membantu siswa untuk merancang eksperimen, membuat prototipe, dan mencari pemecahan masalah secara kreatif untuk menghadapi tantangan. Selain itu, PBL-STEM memberikan peluang bagi siswa untuk menguji berbagai ide dan teknologi melalui eksperimen, sehingga mengembangkan keterampilan mereka dalam menggunakan alat dan teknik yang relevan dalam sains dan teknologi.

Karakteristik siswa SMP di Bali yang menjadi subjek penelitian ini menunjukkan bahwa mereka masih membutuhkan pembelajaran yang lebih aktif dan berbasis pada pengalaman nyata. Banyak siswa yang kesulitan dalam menghadapi tugas yang memerlukan pemecahan masalah secara kritis dan kreatif. Wawancara dengan guru dan pengamatan langsung membuktikan bahwa sebagian besar siswa masih mengandalkan pada instruksi langsung dari guru, tanpa banyak berinisiatif dalam mencari solusi atau berdiskusi dalam kelompok. Selain itu, para siswa kurang siap untuk berhasil menyampaikan pandangan mereka dalam presentasi kelas dan debat kelompok.

Salah satu penyebabnya adalah kurangnya kesempatan bagi siswa untuk terlibat dalam pembelajaran kontekstual, yang membutuhkan pemikiran kritis, kreatif, dan kooperatif. Pada pembelajaran yang lebih konvensional, siswa cenderung menerima informasi tanpa dihadapkan pada masalah yang memerlukan analisis mendalam atau pemecahan masalah secara kolaboratif. Dengan demikian,

PBL-STEM bisa jadi solusinya yang efektif dalam mengatasinya permasalahan. Menggunakan pendekatan ini, siswa dapat berkontribusi secara aktif dalam setiap tahap pembelajaran, mulai dari identifikasi masalah, pengumpulan data, hingga penyelesaian masalah secara tim.

Penerapan PBL-STEM juga sangat relevan dengan kebutuhan siswa untuk mempersiapkan diri menghadapi tantangan masa depan. Keterampilan 4C yang dikembangkan melalui PBL-STEM tidak hanya berguna untuk pendidikan formal, tetapi juga sangat dibutuhkan dalam dunia profesional dan aktivitas sehari-hari. . Siswa yang terlatih dalam berpikir kritis, kreatif, berkolaborasi, dan berkomunikasi dengan baik akan lebih siap menghadapi tantangan global, seperti perubahan teknologi yang cepat dan tantangan sosial yang kompleks. Penelitian oleh (Elfajry et al., 2024), mengungkapkan bahwa keterampilan 4C ini merupakan kunci utama untuk sukses dalam dunia kerja yang semakin kompetitif.

Selain itu, pembelajaran berbasis masalah yang terintegrasi dengan STEM membantu siswa untuk melihat relevansi materi pelajaran dengan dunia nyata. Siswa tidak cuma mempelajari teori, melainkan juga belajar bagaimana cara mengimplementasikan dalam situasi yang lebih luas. Hal ini mampu memperkuat semangat belajar siswa. untuk belajar, sebab mereka dapat menilai hubungan langsung antara pembelajaran di kelas dengan tantangan yang ada di dunia luar. Dengan demikian, PBL-STEM dapat menjadi alat yang sangat berhasil dalam mempersiapkannya siswa guna menyongsong rintangan masa depan yang kompleks serta dinamis.

Secara keseluruhan, pengembangannya bahan ajar IPA dengan basisnya PBL-STEM sangat penting guna peningkatan keterampilannya 4C murid SMP di Bali dan Indonesia pada umumnya. Pendekatan ini dapat membantu murid bisa

mempunyai pikiran yang kreatif serta kritis, bekerja sama sebagai tim, serta berkomunikasi secara efektif. Melalui penerapan PBL-STEM, siswa dapat mengasah keterampilannya abad ke-21 yang dibutuhkan guna menghadapi tantangan global di masa mendatang. Oleh karena itu, pengembangan bahan pembelajaran yang mengintegrasikan PBL-STEM menjadi langkah yang sangat relevan dan strategis untuk memperbaiki mutu pendidikan di Indonesia.

1.2 Pembatasan Masalah

Adapun batasan penelitian ini adalah:

1.2.1 Subjek penelitian

Studi ini dibatasi pada murid VII di SMP (SLUB) Saraswati 1 Denpasar.

1.2.2 Materi IPA

Pengembangannya bahan ajar hanya difokuskan pada bidang IPA yang relevan dengan pendekatan PBL-STEM yaitu materi Kalor Kelas VII.

1.2.3 Keterampilan 4C

Penelitian ini hanya berfokus pada pengembangan keterampilan 4C.

1.2.4 Lingkup validasi

Validasi bahan ajar hanya dilakukan melalui penilaian ahli yang mencakup validitas materi, media, dan desain.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah penelitian ini adalah

- 1.3.1 Bagaimana keterbacaan bahan ajar IPA berbasis PBL-STEM untuk mengasah keterampilan 4C pada siswa di SMP (SLUB) Saraswati 1 Denpasar?

- 1.3.2 Bagaimana validitas bahan ajar IPA berbasis PBL-STEM untuk mengasah keterampilan 4C menurut para ahli (validitas materi dan validitas media) ?
- 1.3.3 Bagaimana efektivitas bahan ajar IPA berbasis PBL-STEM yang dapat mendukung pengembangan keterampilan 4C siswa?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah :

- 1.4.1 Untuk mengetahui keterbacaan bahan ajar IPA berbasis PBL-STEM untuk mengasah keterampilan 4C pada siswa di SMP (SLUB) Saraswati 1 Denpasar
- 1.4.2 Untuk mengetahui validitas bahan ajar IPA berbasis PBL-STEM untuk mengasah keterampilan 4C menurut para ahli (validitas materi dan validitas media)
- 1.4.3 Untuk mengidentifikasi efektivitas bahan ajar IPA berbasis PBL-STEM yang dapat mendukung pengembangan keterampilan 4C siswa

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat teoritis

1. Penelitian ini memperluas pemahaman tentang teori pendidikan terkait pembelajaran berbasis PBL terintegrasi STEM yang mengasah keterampilan 4C.
2. Menjadi referensi untuk pengembangan model pembelajaran IPA yang lebih efektif di tingkat SMP serta dasar bagi penelitian selanjutnya terkait bahan ajar berbasis PBL-STEM.

1.5.2 Manfaat praktis

1. Bagi guru

Memberikan panduan praktis dalam merancang bahan ajar berbasis PBL-STEM yang mengasah keterampilan 4C.

2. Bagi siswa

Meningkatkan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikasi melalui pembelajaran yang lebih kontekstual dan menarik.

3. Bagi sekolah

Memperbaiki kualitas pembelajaran serta prestasi siswa melalui penggunaan bahan ajar inovatif.

4. Bagi peneliti lain

Bisa jadi bahan acuannya untuk peneliti yang tertarik mengembangkan bahan ajar serupa atau mengeksplorasi pembelajaran 4C.

UNMAS DENPASAR

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Pengembangan Bahan Ajar IPA

Bahan ajar di Sekolah Menengah Pertama (SMP) pada umumnya telah disediakan oleh pihak sekolah dalam bentuk buku teks dan modul pembelajaran yang cocok dengan kurikulum yang berlaku. Meskipun demikian, para pendidik tetap memiliki kesempatan untuk membuat materi pembelajaran yang mencerminkan karakter siswa mereka serta kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Karena anak-anak mulai mengalami pertumbuhan kognitif yang lebih rumit pada rentang usia remaja, maka sangat penting untuk mengembangkan materi pembelajaran dengan cara yang dapat dimengerti oleh para siswa. Menurut KBBI, pengembangan adalah proses penyempurnaan suatu tahap atau prosedur yang sudah ada. Pengembangan adalah proses membentuk potensi menjadi sesuatu yang lebih ideal dan praktis (Kosasih, 2021).

Kumpulan sumber belajarnya dilakukan penyusunan dengan metodis serta berurutan guna membantu murid memahami pengetahuan dan memenuhi tujuan pembelajaran dikenal sebagai bahan ajar. Ketika bahan ajar bersifat metodis dan dapat diterapkan dalam kesehariannya siswa, bahan ajar tersebut dapat membantu mereka belajar (Kosasih, 2021). Sumber daya pengajaran dibuat secara metodis dan sesuai dengan kurikulum untuk memungkinkan siswa belajar sendiri dan memahami informasi secara efektif. Dengan demikian, materi pengajaran harus selaras dengan keterampilan dan tujuan dasar kurikulum (Magdalena et al., 2020).

Pengembangan bahan ajar IPA di tingkat SMP harus memperhatikan prinsip-prinsip dasar yang mendukung proses pembelajaran yang efektif. Prinsipnya yakni:

1. Prinsip relevansi

Hal ini menekankan bahwasannya bahan ajar wajib selaras dengan kebutuhan, minat siswa, dan konteks kehidupan sehari-hari. Sebagai contoh, saat mempelajari materi tentang ekosistem, siswa dapat diajak untuk mengamati lingkungan sekitar, seperti taman sekolah atau kebun di rumah. Dengan pendekatan ini, konsep ekosistem menjadi lebih mudah dipahami dan diterapkan.

2. Prinsip konsistensi

Prinsip konsistensi mengharuskan bahan ajar memiliki struktur yang jelas, dimana setiap konsep harus disampaikan secara berurutan dan saling berkaitan.

3. Prinsip kecukupan

Prinsip kecukupan menuntut agar materi yang disampaikan tidak berlebihan namun cukup untuk mencapai tujuan pembelajaran (Simamora, 2021).

Guru juga perlu memastikan bahwa bahan ajar IPA di SMP mencakup berbagai pendekatan pembelajaran, seperti pembelajaran berbasis proyek atau eksperimen laboratorium. Pendekatan ini dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam memahami konsep-konsep IPA yang lebih abstrak, seperti hukum fisika atau proses kimia, melalui pengamatan langsung (Siswanti et al., 2022). Pernyataan ini konsisten dengan teori konstruktivisme, yang menyoroti bahwa ketika siswa secara aktif berpartisipasi dalam proses mempelajari informasi

baru melalui pengalaman dan aktivitas otentik, pembelajaran terjadi secara efektif.

Pengembangan bahan ajar IPA di SMP memerlukan beberapa langkah penting yang harus diikuti secara sistematis. Langkah-langkah tersebut sebagai berikut:

1. Melakukan kajian terhadap kurikulum serta kompetensi dasar yang hendak dicapai.. Guru harus memahami dengan jelas standar kompetensi yang ditetapkan oleh kurikulum nasional untuk memastikan bahwa bahan ajarnya disusun menyesuaikan pada kurikulum.
2. Merancang struktur bahan ajarnya disusun dengan menyajikan materinya pembelajaran secara logis, dimulai dari konsep paling sederhana hingga konsep yang lebih kompleks. . Misalnya, pada materi tentang atom dan molekul, guru dapat memulai dengan pengenalan tentang partikel dasar sebelum menjelaskan interaksi antarpartikel dalam reaksi kimia.
3. Pilih strategi dan materi pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik siswa SMP. Siswa pada tingkat ini sering kali membutuhkan keragaman dalam kegiatan belajar mereka dan menunjukkan ketertarikan yang tinggi. Menggunakan berbagai media, termasuk eksperimen laboratorium, simulasi komputer, dan film animasi, dapat membantu siswa memahami ide-ide ilmiah yang abstrak secara lebih menyeluruh. Guru juga dapat memanfaatkan teknologi digital, seperti penggunaan aplikasi simulasi sains yang membantu siswa untuk memvisualisasikan konsep-konsep yang sulit dipahami secara teoritis, seperti gerakan planet atau proses fotosintesis.
4. Melaksanakan evaluasinya pada bahan ajar yang telah dikembangkannya. Evaluasi ini bisa diterapkan dengan meminta umpan balik dari siswa dan

guru lain untuk melihat apakah bahan ajar sudah memnuhi kriteria relevansi, konsistensi dan kecukupan. Selain itu, pengajar bisa mengevaluasi keampuhan sumber-sumber instruksional ini dengan memakai hasil belajar siswa sebagai standar. (Nggia et al., 2023).

Salah satu aspek penting dalam pengembangan bahan ajar IPA di SMP adalah penggunaan media pembelajarannya. Hal ini mempunyai peranan krusial dalam memfasilitasi pemahaman siswa terhadap konsep-konsep sains yang sering kali bersifat abstrak. Menurut , media pembelajaran dapat berupa gambar, grafik, video, model 3D, atau simulasi komputer. Media tersebut membantu siswa dalam memvisualisasikan konsep ilmiah, sehingga memudahkan mereka dalam memahami materi yang disampaikan (Andrianto, 2024).

Akan ada beberapa keuntungan bagi pengajar dan siswa dari pembuatan sumber belajar ilmiah yang sesuai. Murid akan mempunyai motivasi dalam belajar, mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam, dan lebih mudah menerapkan ide-ide ilmiah dalam situasi dunia nyata jika bahan ajar disesuaikan dengan perkembangan kognitif mereka. Bahan ajarnya baik juga melatihnya murid dalam belajar mandiri, mengingat materi yang disusun sudah dirancang sedemikian rupa agar dapat dipahami tanpa banyak bimbingan dari guru.

Bagi guru, pengembangan bahan ajar memberikan fleksibilitas dalam menyajikan materi sesuai dengan kebutuhan kelas yang diampu, serta membantu mereka dalam meraih tujuannya belajar mengajar sudah ditentukan pada kurikulum. Melalui bahan ajar yang menarik dan interaktif, guru bisa membangun suasana pembelajarannya yang menyenangkan serta memotivasi murid (Widiastuti, 2020).

2.1.2 Bahan Ajar IPA berbasis PBL-STEM

Pencapaian pembelajaran sains yang sukses di sekolah menengah pertama sangat dibantu oleh sumber belajar sains. Menggabungkan pendekatan STEM dengan PBL ialah metodologi yang bisa dipakai saat membuat materi pembelajarannya. Metodologi ini mendorong pemikiran kritis, kreativitas, dan keterampilan pemecahan masalah pada siswa sambil menyoroti hubungan antara sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam kesehariannya.

Menurut (A. B. & Indrajit, 2023), PBL berfokus pada isu-isu dunia nyata yang harus diselidiki oleh para siswa, diperdebatkan dalam kelompok, serta menerapkannya pelajaran. Kemampuan berpikir tingkat tinggi seperti komunikasi, kerja sama tim, dan pemecahan masalah, yang semuanya penting dalam kesehariannya, dapat dikembangkan dengan menggunakan PBL Konteksnya IPA, PBL memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengaitkan teori dengan praktik dalam situasi nyata.

Selain itu, metode STEM mengintegrasikannya empat bidang utama yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika untuk mengatasi masalah-masalah yang semakin rumit dan praktis. Tujuan dari integrasi ini adalah untuk memberi pemahamannya menyeluruh pada murid terkait bagaimana ide-ide ilmiah bisa dipakai dalam bidang teknik, matematika, dan teknologi dalam kesehariannya. Pengembangan bahan ajarnya IPA memakai PBL dengan pendekatan STEM harus memperhatikan beberapa prinsip berikut:

1. Relevansi masalah dengan keseharian

Permasalahan pembelajaran harus relevan dengan kehidupan siswa dan memiliki pengaruh yang signifikan. Hasilnya, pembelajaran akan menjadi lebih bermakna dan siswa akan lebih tertarik pada materi pelajaran. Misalnya, pada topik energi terbarukan, siswa bisa diajak untuk menyelidiki

cara-cara memanfaatkan energi matahari atau angin di lingkungan sekitar mereka.

2. Pendekatan interdisipliner

STEM menggabungkan berbagai disiplin ilmu. Oleh karena itu, bahan ajar IPA berbasis PBL harus dirancang dengan cara yang mengintegrasikan konsep-konsep dari sains, teknologi, rekayasa, dan matematika. Misalnya, saat mempelajari topik ekosistem, siswa tidak hanya mempelajari sains hubungan antarorganisme, tetapi juga teknologi yang digunakan untuk melestarikan ekosistem dan peran teknik dalam pembuatan alat untuk memantau kualitas lingkungan.

3. Berfokus pada pemecahan masalah

Dalam pendekatan PBL-STEM, bahan ajar harus berfokus pada pemecahan masalah nyata yang mendorong siswa untuk menggali informasi, menganalisis data, dan bekerja dalam kelompok. Siswa diberi masalah yang membutuhkan mereka untuk merancang solusi yang sesuai dengan pemahaman ilmiah dan teknologi.

4. Kolaborasi dan kerja tim

PBL menekankan kerja sama tim dalam mencari solusi masalah yang diberikan. Oleh karena itu, bahan ajar harus menciptakan kesempatan bagi siswa untuk bekerja secara kolaboratif, saling berbagi pengetahuan dan keterampilan, serta belajar dari satu sama lain. PBL melibatkan siswa yang bekerja dalam kelompok untuk menyelesaikan tantangan yang diberikan (Habibaturrohman et al., 2022a). Untuk merancang bahan ajar IPA berbasis STEM di SMP, berikut ialah tahapannya harus dilaksanakan pengajar atau pengembang bahan ajar:

1. Identifikasi masalah yang relevan

Masalah yang dijadikan sebagai titik awal pembelajaran harus relevan dengan kehidupan siswa dan mengintegrasikan antara sains, teknologi, rekayasa, dan matematika. Misalnya, masalah tentang pengelolaan sampah di lingkungan sekolah dapat menggabungkan konsep-konsep biologi, teknologi daur ulang, teknik pembuatan mesin pengelola sampah, dan matematika untuk perhitungan biaya dan potensi penghematan energi.

2. Desain proyek atau tugas PBL

Setelah masalah diidentifikasi, langkah berikutnya adalah merancang proyek atau tugas yang mengharuskan siswa untuk menyelesaikan masalah tersebut. Desain ini mencakup tahap-tahap pembelajaran yang jelas, seperti tahap eksplorasi, pengumpulan data, analisis masalah, dan pengujian solusi. Proyek ini harus menantang siswa untuk memanfaatkan pengetahuan dan keterampilan dari berbagai disiplin ilmu.

3. Pengintegrasian konsep STEM

Dalam merancang bahan ajar, perlu mengintegrasikan konsep-konsep dari STEM. Misalnya, dalam topik sistem pernapasan manusia, siswa dapat mempelajari tentang proses biologis pernapasan, menggunakan teknologi untuk mengukur volume udara yang dihirup, merancang alat bantu pernapasan menggunakan prinsip teknik, dan menghitung volume udara menggunakan rumus matematika.

4. Penggunaan sumber belajar yang beragam

Bahan ajar berbasis PBL-STEM perlu melibatkan berbagai jenis sumber belajar, seperti buku teks, artikel ilmiah, video, eksperimen laboratorium, dan aplikasi digital. Sumber belajar ini memberikan variasi yang memadai

untuk mendalami konsep-konsep IPA dan mendukung penyelesaian masalah yang diberikan.

5. Evaluasi dan refleksi

Penilaian dalam pembelajaran berbasis PBL-STEM tidak hanya mengevaluasi produk akhir, tetapi juga langkah-langkah yang diambil siswa untuk berkolaborasi, menganalisis secara kritis, dan memecahkan masalah.

Untuk membantu siswa merefleksikan pembelajaran mereka sendiri, pengajar harus memberikan kritik yang membangun. (Ali & Tirmayasari, 2023).

Adapun manfaat pengembangannya bahan ajar dengan PBL-STEM yaitu:

1. Meningkatkan keterampilannya pemecahan masalah

Murid dilatih untuk mengenali masalah, mengumpulkan informasi, menganalisis data, dan merancang solusi, yang merupakan keterampilan krusial dalam kehidupan sehari-hari.

2. Meningkatkan keterampilan kolaborasi

Siswa mendapatkan keterampilan kerja tim, berbagi ide, dan kemampuan memecahkan masalah.

3. Mengembangkan keterampilan kritis dan kreatif

Melalui PBL-STEM, murid diajak bisa mempunyai pikirannya kritis saat menyelesaikannya permasalahan dan kreatif dalam mencari solusi yang praktis serta inovatif.

4. Menerapkan pengetahuan dalam keseharian

Bahan ajarnya berbasis PBL-STEM membantu murid memahami bagaimana ilmu pengetahuan diterapkan dalam situasi nyata (A. A. Putri et al., 2021).

2.1.3 Problem Based Learning (PBL)

Murid belajar dengan menangani masalah dunia nyata atau kontekstual yang relevan dengan kehidupan sehari-hari di bawah gaya belajar yang berfokus pada siswa yang dikenal sebagai pembelajaran berbasis masalah (PBL). Menurut (Nurhamidah, 2022), PBL adalah metode pengajaran yang secara aktif melibatkan siswa dalam menyelesaikan masalah yang menantang sambil menumbuhkan pemikiran kritis, kreatif, dan otonom. Selain menyampaikan materi, PBL bertujuan guna membantu murid meningkatkan keterampilannya dalam memecahkan permasalahan, kerja sama tim, serta aplikasi di kehidupan.

Melalui PBL, siswa diberi peran sebagai pemecah masalah, sedangkan guru bertindak sebagai fasilitator yang membimbing proses pembelajaran. Modelnya ini ada penekanan pada pembelajarannya aktif, kolaboratif, serta berpusat pada penyelidikan mandiri serta pengembangan kemampuan siswa dalam mengelola informasi.

Pembelajaran berbasis masalah (PBL) memiliki lima langkah utama atau sintaks yang membantu memandu siswa dalam pembelajaran, yaitu:

1. Orientasi Siswa pada Masalah

Pengajar memberikan masalah yang relevan dan sulit kepada siswa pada saat ini. Agar siswa dapat secara aktif memecahkan masalah, masalah tersebut harus dihubungkan dengan skenario dunia nyata. Menarik perhatian siswa, menginspirasi mereka, dan mendemonstrasikan hubungan masalah dengan proses pembelajaran adalah tujuan dari fase ini.

2. Mengorganisasi Siswa untuk Belajar

Setelah masalah diperkenalkan, murid diorganisasi dalam kelompoknya belajar atau individu untuk mulai mengidentifikasi informasi yang mereka butuhkan. Siswa diberi kesempatan untuk merencanakan bagaimana mereka akan mendalami masalah tersebut, misalnya dengan menentukan topik penelitian, eksperimen yang perlu dilakukan, atau langkah-langkah penyelidikan lainnya. Guru akan membimbing siswa dalam merancang strategi untuk mempelajari masalah tersebut.

3. Membimbing Penyelidikan Individual maupun Kelompok

Pengajar sekarang membantu murid-murid melakukan penelitian atau penyelidikan terhadap topik yang dipilih. Siswa melakukan eksperimen, pengumpulan data, atau pencarian informasi yang relevan. Guru memberikan bimbingan agar siswa bisa membuat peningkatan keterampilannya serta mempunyai kritis serta analitis selama penyelidikan. Murid juga dapat bekerja dalam kelompok untuk berdiskusi dan saling berbagi informasi yang ditemukan.

4. Mengembangkan dan Menyajikan Hasil

Setelah mengumpulkan dan menganalisis data, siswa diminta untuk mengembangkan solusi atau kesimpulan dari masalah yang telah mereka selesaikan. Mereka kemudian menyusun laporan, presentasi, atau karya lainnya untuk memaparkan hasil penyelidikan mereka. Tahap ini mengajarkan siswa cara menyusun ide secara sistematis dan menyampaikan hasil secara jelas dan efektif kepada audiens.

5. Menganalisa serta Mengevaluasinya Proses Pemecahan Masalah

Pada tahap akhir, pengajar dan murid melaksanakan refleksinya pada proses yang telah dilewati. Murid diminta untuk mengevaluasi langkah-langkah yang mereka lakukan dalam memecahkan masalah, apakah pendekatan yang mereka pilih efektif, dan apa yang dapat ditingkatkan. Pengajar memberikan kritik yang bermanfaat kepada murid sehingga mereka dapat melihat kelebihan dan kekurangan metode. Evaluasi ini juga mencakup analisis terhadap solusi yang ditemukan, serta bagaimana solusi tersebut dapat diterapkan dalam konteks kehidupan nyata.

Sintaks PBL membantu murid meningkatkan kemampuan berpikir kritis serta pemecahan masalahnya. Selain mempelajari konten akademis, siswa memperoleh keterampilan sosial, komunikasi, dan pemecahannya permasalahan yang dapat mereka terapkan dalam kesehariannya. PBL membuat pendidikan menjadi lebih dinamis, relevan, dan berpijak pada realitas.

PBL memiliki berbagai kelebihan yang menjadikannya pendekatan pembelajaran yang efektif dalam mengembangkan keterampilan abad ke-21. Beberapa manfaat utamanya antara lain:

1. Memecahkan masalah dapat membantu siswa mencapai potensi penuh mereka, merasa puas ketika mereka mempelajari sesuatu yang baru, dan terinspirasi untuk belajar lebih banyak.
2. Memecahkan masalah dapat membantu siswa menjadi pemikir yang lebih kreatif dan kritis, serta lebih termotivasi untuk terus belajar dan menyesuaikan diri dengan informasi baru.
3. Ketika murid bisa memanfaatkan apa yang telah mereka pelajari untuk mengatasi permasalahan dalam situasi dunia nyata, maka pembelajaran akan jadi lebih bermakna.

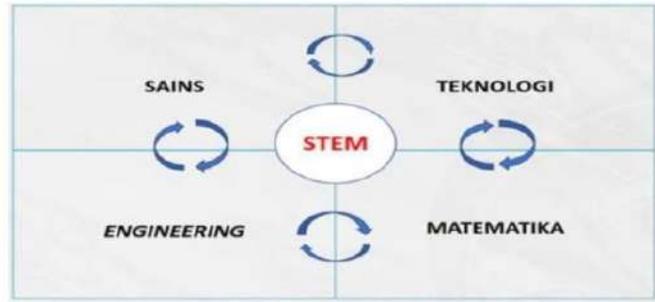
4. Memecahkan masalah dapat menginspirasi orang untuk belajar sepanjang hidup mereka, menjadikan pendidikan sebagai proses yang berkelanjutan.
5. Pemecahan masalah membantu peserta didik menyadari bahwa pembelajaran lebih bergantung pada motivasi diri mereka sendiri daripada sekadar kehadiran pendidik.

Namun, meskipun memiliki banyak kelebihan, PBL mempunyai kekurangannya yakni:

1. Jika peserta didik tidak memiliki keinginan untuk belajar atau merasa kesulitan dengan masalah yang diberikan, mereka mungkin akan enggan untuk mencoba atau terlibat dalam proses pembelajaran.
2. PBL membutuhkan persiapan yang matang, karena jika pendidik tidak merancang strategi pembelajaran dengan cermat, tujuan pembelajaran mungkin tidak tercapai dengan optimal.
3. Pemahaman peserta didik tentang masalah yang ada di masyarakat atau dunia nyata sering kali kurang mendalam, yang dapat menjadi kendala dalam kelancaran proses pembelajaran berbasis masalah (La, 2021).

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

STEM ialah strategi pendidikan yang menyatukannya empat mata pelajaran: matematika, sains, teknologi, dan teknik. Penggabungan keempat elemen ini menghasilkan pembelajaran yang lebih lengkap dan komprehensif dengan menghadirkan tantangan dunia nyata dan pembelajaran berbasis masalah yang selaras.



Gambar 2. 1 Integrasi Pembelajaran STEM

STEM dirancangnya guna pengembangan beragam keterampilannya abad 21, yaitu 4C. Tujuan utama pendidikan STEM adalah agar siswa dapat berkembang, dalam istilah lain berteknologi tinggi dengan menguasai STEM. Pembelajaran berbasis STEM dirasa dapat untuk menghasilkan peserta didik yang memiliki kecakapan hidup yang dibutuhkan di era industry 4.0.



Gambar 2. 2 :Model yang Mendukung Pembelajaran STEM dan Industri 4.0

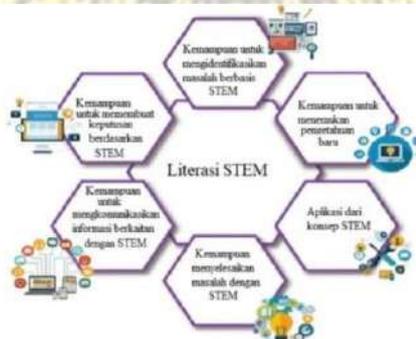
Pembelajarannya STEM memiliki karakteristik yakni:

1. Menggabungkan studi matematika, sains, teknologi, dan teknik ke dalam satu kurikulum.
2. Permasalahan yang dikaji sesuai dengan kehidupan nyata (bersifat kontekstual).

3. Pembelajaran dirancang untuk mempersiapkan generasi dengan keterampilan abad 21 sesuai dengan kebutuhan revolusi industry 4.0.
4. Bertujuan melatih soft skill dan hard skill dalam penerapan pembelajaran.

Penerapan STEM dalam pembelajaran melatih siswa dalam menerapkan pengetahuannya, siswa dapat merancang solusi sebagai bagian dari aktivitas pemecahan masalah yang relevan dengan kehidupan nyata, sambil memanfaatkan teknologi untuk mendukung proses tersebut.

Pendekatan STEM mencul sebagai tanggapan terhadap kebutuhan untuk membantu kesuksesan pembelajaran di abad 21. Pendekatan STEM bertujuan untuk mendorong siswa agar aktif dalam mencari informasi, mengembangkan kemampuan berpikir logis, dan membentuk pola pikir kritis. Tujuan utama pendidikan STEM adalah agar siswa dapat menerapkan pengetahuan dan praktik dari disiplin Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika untuk menghadapi situasi dalam kehidupan nyata.



Gambar 2. 3 : Literasi STEM

Pembelajaran STEM di tingkatan pendidikannya dasar serta menengah tujuannya guna pengembangan keterampilan murid melalui literasi STEM, di mana siswa diharapkan untuk:

1. Memiliki kemampuan, watak, dan informasinya dibutuhkan guna mengidentifikasi masalah dan pertanyaan yang muncul dalam kehidupan sehari-hari. Untuk memecahkan masalah yang berhubungan dengan STEM, siswa harus mampu memahami kejadian alam, menciptakan solusi, dan menarik kesimpulan dari bukti.
2. Memperoleh pemahaman tentang fitur unik dari setiap bidang STEM sebagai produk pemikiran manusia dalam hal pengetahuan, penelitian, dan desain, serta kontribusi yang diberikan setiap bidang untuk kemajuan sains dan teknologi.
3. Memahami bagaimana bidang STEM berdampak pada lingkungan fisik, intelektual, dan budaya serta bagaimana bidang tersebut berkontribusi pada kehidupan sehari-hari dan kemajuan masyarakat.
4. Memotivasi diri Anda untuk mempelajari topik-topik yang berhubungan dengan STEM sebagai warga negara yang bijaksana dan positif yang menggunakan pengetahuan sains, teknologi, teknik, dan matematika untuk berpikir kritis dan membantu memecahkan masalah lingkungan dan sosial.(Irwandi et al., 2022).

STEM sangat cocok diintegrasikan ke dalam pembelajaran IPA, karena IPA mengajarkan tentang fenomena alam dan lingkungan yang erat kaitannya dengan STEM . Berikut adalah beberapa cara integrasi STEM dalam pembelajaran IPA:

1. Pendekatan proyek berbasis masalah

Dalam pembelajaran IPA, siswa dapat diberikan masalah yang berhubungan dengan lingkungan, energi, atau kesehatan. Misalnya, siswa diminta untuk merancang sistem filtrasi air sederhana (*Engineering*) dengan menggunakan

prinsip fisika dan kimia (*Science*) dan mengukur efektivitasnya menggunakan data matematika (*Mathematics*). Penggunaan alat digital atau sensor otomatis (*Technology*) juga dapat diperkenalkan dalam proses ini.

2. Eksperimen dan simulasi digital

Teknologi dapat digunakan untuk simulasi ilmiah, dimana siswa dapat mempelajari fenomena alam seperti siklus air, rotasi planet, atau eksperimen kimia dalam lingkungan virtual. Hal ini meningkatkan pemahaman siswa tentang sains melalui alat teknologi.

3. Pengembangan prototipe dan inovasi

Dalam integrasi STEM, siswa tidak hanya belajar teori, tetapi juga diminta untuk merancang dan membuat prototipe atau inovasi sederhana yang bisa menyelesaikan masalah sehari-hari. Misalnya, siswa dapat diminta untuk merancang rumah ramah lingkungan (*green building*) yang memanfaatkan energi terbarukan. Dalam proses ini, siswa menerapkan prinsip IPA, menggunakan perangkat teknologi, menerapkan matematika untuk perhitungan, dan mengikuti pendekatan teknik untuk desain.

4. Kolaborasi antar disiplin ilmu

Guru IPA dapat merancang pembelajaran yang memadukan konsep-konsep sains dengan disiplin ilmu lainnya. Misalnya, dalam mempelajari energi listrik, siswa belajar tentang fisika listrik (*Science*), melakukan perhitungan energi yang digunakan oleh alat-alat listrik (*Mathematics*), mendesain perangkat yang lebih efisien (*Engineering*), dan menggunakan alat teknologi digital untuk memonitor konsumsi energi (*Technology*) (Rahmayanti et al., 2024).

Implementasi STEM dalam pembelajaran IPA bisa dilaksanakan dengan tahapannya:

1. Identifikasi masalah atau tantangan

Pembelajaran dimulai dengan menghadirkan masalah nyata yang harus diselesaikan siswa. misalnya, bagaimana membuat sistem pertanian yang hemat energi dan ramah lingkungan?

2. Eksplorasi konsep ilmiah

Siswa belajar dan mengeksplorasi konsep ilmiah yang relevan dengan masalah yang diajukan. Siswa melakukan pengamatan, penelitian, atau eksperimen terkait fenomena alam.

3. Perancangan solusi dan prototipe

Setelah memahami konsep ilmiah, siswa bekerja dalam tim untuk merancang solusi atau prototipe yang dapat memecahkan masalah tersebut. Di sini, teknik rekayasa dan matematika digunakan untuk membuat perhitungan atau desain yang tepat.

4. Penggunaan teknologi

Siswa menggunakan teknologi untuk mendukung perancangan, baik melalui perangkat lunak simulasi, sensor, atau perangkat digital lainnya.

5. Presentasi dan refleksi

Siswa menyajikan hasil rancangannya dan melaksanakan refleksinya pada proses pembelajarannya. Pengajar dan murid lainnya memberikan umpan balik untuk memperbaiki dan mengevaluasi solusi yang dihasilkan (M. O. S. Putri & Putra, 2024).

Terdapat banyak manfaatnya, implementasi STEM dalam pembelajarannya IPA terdapat rintangan, antara lain:

1. Keterbatasan sumber daya

Menggunakan pendekatan STEM membutuhkan peralatan teknologi, laboratorium, dan perangkat digital yang memadai. Sekolah dengan fasilitas terbatas mungkin kesulitan untuk menyediakan sumber daya yang diperlukan.

2. Kesiapan guru

Guru perlu memiliki pemahaman yang mendalam tentang cara mengintegrasikan STEM secara efektif dalam pembelajaran. Hal ini memerlukan pelatihan khusus bagi guru agar mereka mampu menerapkan STEM di kelas.

3. Waktu yang lama

Pendekatan STEM membutuhkan waktu yang lebih panjang karena melibatkan penyelidikan, perancangan, dan penyajian solusi. Hal ini bisa menjadi tantangan dalam keterbatasan waktu pembelajaran di sekolah (Jeanny et al., 2022).

2.1.5 Keterampilan 4C (*Critical Thinking, Creativity, Collaboration and Communication*)

Konsep pembelajaran abad 21 menggunakan pendekatan 4C, yaitu berfokus pada empat keterampilan kunci yang dikenal sebagai 4C: Pendekatan ini menekankan pentingnya mengembangkan keterampilan-keterampilan ini dalam kurikulum pendidikan untuk menghadapi tuntutan zaman yang semakin beragam dan global. Pendekatan pembelajaran abad 21 dengan konsep 4C menekankan empat keterampilan utama yang esensial untuk mempersiapkan siswa menghadapi tantangan zaman yang semakin kompleks dan global. Berikut penjelasan singkat tentang masing-masing keterampilan dalam 4C tersebut:

1. *Communication* (komunikasi), adalah komunikasi dalam konteks pembelajaran abad 21 tidak hanya mencakup kemampuan guna menyampaikannya ide-ide secara jelas serta efektif dengan lisan dan tertulis, tetapi juga kemampuan untuk mendengarkan dan merespon dengan baik. Siswa diajarkan untuk dapat berkomunikasi dengan berbagai audiens dan menggunakan berbagai platform komunikasi, termasuk media digital.
2. *Collaboration* (kolaborasi), ialah kemampuan untuk berkolaborasi dalam meraih tujuannya bersama. Mencakup kemampuan guna membangun hubungan kerja yang baik, menghargai kontribusi dari berbagai anggota tim dan bekerja efektif dalam kelompok yang beragam. Siswa belajar untuk bekerja dalam tim secara produktif, berbagi tanggung jawab dan menghargai perbedaan pendapat.
3. *Critical thinking* (berpikir kritis) Ini adalah kapasitas untuk melakukan analisis informasi yang mendalam, mengevaluasi argumen tanpa memihak, dan mendasarkan penilaian pada penalaran dan fakta yang kuat. Di sini, siswa belajar untuk mengajukan pertanyaan yang menyelidik dan mengidentifikasi prasangka selain dilatih untuk menerima fakta begitu saja.
4. *Creativity* (kreativitas) ialah menghasilkan ide-ide segar, menghasilkan solusi orisinal, dan mempertimbangkan masalah dari berbagai sudut pandang. Ini mencakup berpikir di luar kebiasaan, eksperimen dengan pendekatan baru, dan memanfaatkan imajinasi untuk menciptakan sesuatu yang baru dan berharga. Siswa didorong untuk mengembangkan kreativitas mereka dalam menyelesaikan masalah, merancang proyek-proyek yang unik, dan mengekspresikan ide-ide dengan cara yang inovatif

(Abdurrahman et al., 2023). Berikut penjelasannya terkait kekurangan serta kelebihan dari setiap keterampilan tersebut:

1. Kelebihan *Critical thinking*

a) Meningkatkan kemampuan analisis

Berpikir kritis membantu siswa untuk menganalisis informasi secara menyeluruh sebelum membuat keputusan. Hal ini mencakup kemampuan untuk menilai argumen, mengenali asumsi yang mendasari, serta menemukan solusi yang tepat dan efektif.

b) Memperkuat pemecahan masalah

Dengan berpikir kritis, siswa dapat lebih efektif dalam menemukan solusi terhadap masalah yang kompleks. Mereka terbiasa mengeksplorasi berbagai kemungkinan, mempertimbangkan bukti, dan memilih solusi yang paling tepat.

c) Mengembangkan keputusan berdasarkan fakta

Berpikir kritis mengajarkan siswa untuk menggunakan bukti dan data yang kuat dalam membuat keputusan yang membantu menghindari pengambilan keputusan yang bias dan tergesa-gesa.

2. Kekurangan *Critical thinking*

a) Memerlukan waktu yang lebih lama

Proses berpikir kritis memerlukan waktu lebih lama untuk memproses informasi dan mempertimbangkan berbagai sudut pandang yang tidak sesuai dengan jadwal pembelajaran yang ketat.

b) Keterbatasan dalam penerapan di konteks sederhana

Siswa yang terbiasa dengan berpikir kritis akan kesulitan ketika dihadapkan respons cepat atau tidak kompleks, karena mereka cenderung memikirkan terlalu banyak aspek.

1. Kelebihan Creativity

a) Mendorong inovasi

Kreativitas mendorong siswa untuk mempunyai pikiran *out of the box* serta menghasilkannya solusi yang unik serta inovatif terhadap berbagai masalah. Kemampuan ini sangat penting dalam mendukung kemajuan teknologi dan perkembangan industri.

b) Meningkatkan motivasi belajar

Dengan diberikan ruang berkreasi, murid akan mempunyai motivasi dan bersemangat saat belajar. Murid bisa mengekspresikan idenya serta merasa dihargai atas kontribusi kreatif yang mereka buat.

c) Menghasilkan solusi yang lebih fleksibel

Kreativitas membantu siswa untuk menghadapi tantangan dengan cara yang lebih fleksibel dan adaptif yang membantu siswa dalam berbagai situasi yang memerlukan penyelesaian.

2. Kekurangan Creativity

a) Sulit diukur

Kreativitas merupakan keterampilan yang bersifat subjektif, sehingga sulit diukur secara objektif dalam konteks pembelajaran tradisional.

b) Tidak semua siswa mudah mengembangkan kreativitas

Tidak semua siswa memiliki tingkat kreativitas yang sama. Ada yang merasa kurang percaya diri atau ragu dalam mengekspresikan ide-ide kreatif mereka yang bisa membatasi potensi mereka.

1. Kelebihan *Collaboration*

a) Meningkatkan kemampuan kerja tim

Kolaborasi melatih siswa untuk bekerja secara tim, bertukar gagasan, dan menghargai sudut pandang orang lain. Keterampilan ini membekali mereka untuk menghadapi tantangan dunia kerja yang mengutamakan kemampuan kerja sama.

b) Meningkatkan hasil pembelajaran

Dengan kolaborasi, siswa bisa saling belajar, berbagi pengetahuan, serta membantu dalam memahami materi yang lebih sulit. Hal ini dapat mempercepat proses belajar dan memperkaya pemahaman mereka.

c) Memperkuat keterampilan social

Melalui kolaborasi, siswa belajar bagaimana berinteraksi dengan orang lain, menghormati perbedaan pendapat, dan menyelesaikan konflik secara konstruktif.

2. Kekurangan *Collaboration*

a) Ketidakseimbangan peran

Dalam beberapa kasus, kolaborasi dapat mengarah pada ketidakseimbangan kontribusi, dimana beberapa siswa mungkin berkontribusi lebih banyak daripada yang lain, sehingga terjadi ketidakadilan dalam pembagian tugas.

b) Sulit mengelola kerja tim

Kolaborasi yang efektif memerlukan keterampilan manajemen tim yang mungkin belum dimiliki oleh semua siswa. ketidaksepakatan dalam tim atau kurangnya koordinasi dapat menghambat pencapaian tujuan bersama.

1. Kelebihan *Communication*

a) Meningkatkan kemampuan penyampaian ide

Murid yang memiliki kemampuan komunikasi yang kuat mampu mengekspresikan konsep dan informasi tertulis ataupun lisan secara efektif serta jelas.

b) Memperkuat kemampuan persuasi

Melalui keterampilan komunikasi, siswa dapat belajar bagaimana memengaruhi orang lain dengan argumen yang logis dan meyakinkan. Ini sangat penting dalam debat atau diskusi kelompok.

c) Mendukung hubungan solusi yang baik

Murid yang berkomunikasi dengan baik akan membangun hubungan yang positif dengan instruktur, teman sekelas, dan orang-orang di sekitarnya. Keterampilan ini penting untuk membangun lingkungan belajar yang suportif.

2. Kekurangan *Communication*

a) Tidak semua siswa percaya diri berkomunikasi

Beberapa siswa merasa canggung atau tidak percaya diri saat berbicaranya depan umum atau menyampaikan pendapat yang dapat menghambat partisipasi mereka dalam diskusi kelas.

b) Kesalahpahaman

Jika keterampilan komunikasi tidak dikelola dengan baik, ada potensi terjadi kesalahpahaman antara siswa. Hal ini bisa menyebabkan frustrasi dan gangguan dalam kerja sama atau diskusi.

Dalam pendidikan abad 21, keterampilan 4C menjadi krusial guna mempersiapkannya murid saat menghadapi rintangan masa mendatang. Salah

satu pendekatan yang efektif untuk mengembangkan keterampilan ini adalah melalui pembelajaran STEM yang berfokus pada pemecahan masalah nyata. PBL merupakan metode yang ideal untuk mengintegrasikan 4C dalam pembelajaran berbasis STEM, dimana siswa diajak untuk berpikir kritis dan kreatif, berkolaborasi, serta mengkomunikasikan hasil pemikiran mereka.

Strategi mengintegrasikan 4C melalui pendekatan STEM dengan model PBL yaitu murid diajak guna pemecahan masalahnya relevan pada kehidupan nyata yang menuntut mereka berpikir kritis dan mengembangkan solusi inovatif. Guru dapat memfasilitasi kolaborasi antar siswa dalam kelompok kecil, dimana setiap anggota berkontribusi dengan keahliannya masing-masing dalam STEM. Proses penyelidikan masalah secara mandiri ini akan mendorong kreativitas siswa. Murid diharuskan untuk mengkomunikasikan hasil proyek setelah mengembangkan solusi, yang membantu mereka mengasah keterampilan komunikasi mereka dalam mengekspresikan konsep dan solusi dengan sukses.

Sebagai contoh, siswa diberikan tugas untuk merancang sistem penyiraman tanaman otomatis yang hemat air. Mereka harus berpikir kritis mengenai solusi terbaik (berpikir kritis), mengembangkan desain inovatif (kreativitas), bekerja dalam kelompok (kolaborasi), dan mempresentasikan hasil rancangan mereka di depan kelas (komunikasi). Proses ini tidak hanya mengajarkan ilmu STEM, tetapi juga mengasah keterampilan 4C dalam konteks pemecahan masalah nyata.

2.2 Kajian Penelitian Relevan

Pada studi ini, peneliti mengulas beragam studi terdahulu relevan dengan topik yang diteliti. Penelitian-penelitian tersebut dijabarkan sebagai berikut:

Penelitian Ningtyas (2022) Penelitian ini berjudul “Kajian Teori: Pengembangan Bahan Ajar Model *Problem Based Learning* Bernuansa STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis.” Temuan ini memperlihatkan bahwa pembuatan materi pembelajaran berbasis PBL berbasis STEM membantu siswa menjadi lebih mahir dalam berpikir kritis. Proses pembuatan materi pembelajaran untuk model PBL dengan karakteristik STEM untuk mendorong pengembangan kemampuan berpikir kritis dapat menjadi dasar untuk penelitian mendalam di masa depan, khususnya yang berkaitan dengan studi ini.

Studi Monica, Ricky, dan Estuhono (2021) .Penelitian ini berjudul “Pengembangan Modul IPA Berbasis Model *Research Based Learning* pada Keterampilan 4C Siswa Sekolah Dasar.” Berdasarkan evaluasi dari tiga orang ahli, temuan memperlihatkan modul yang dihasilkan mempunyai tingkat validasi yang tinggi. Modul ini mendapatkan skor validasi rata-rata 85% dengan kategori valid, dengan skor validasinya isi 86%, bahasa 79%, serta konstruk 89%. Instruktur kelas memberikan nilai sempurna untuk modul ini dalam kategori sangat praktis. Selain itu, siswa memberikan nilai 74% di area efektif dalam hal keefektifan. Modul pembelajaran berbasis riset ini dianggap sebagai alat pembelajaran alternatif yang bisa membantu murid mendapatkannya keterampilan 4C mereka (Monica et al., 2021).

Penelitian yang dilakukan oleh Hanik (2023) berjudul “Penerapan Model *Problem Based Learning* Menggunakan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Kelas IV Mata Pelajaran IPA MI An-Nur Daren.” Menurut studi tersebut, pengembangan rencana pembelajaran, sumber daya instruksional, model pembelajaran, pendekatan STEM, dan tujuan pembelajaran merupakan langkah pertama dalam mempraktikkan konsep ini. Tiga tindakan utama

terdiri dari tahap implementasi: pendahuluan, kegiatan inti, serta penutup. Sementara aktivitas inti terdiri dari fase-fase seperti Mengamati, Ide Baru, Inovasi, Kreativitas, dan Masyarakat, pendahuluan mencakup persiapan pembelajaran. Mengembangkan kesimpulan dari pembelajaran menjadi penutup. Efektivitas pendekatan ini dievaluasi dengan menggunakan metrik yang mencakup pemikiran kritis, penyampaian pendapat, analisis masalah, pemecahan masalah, dan kemampuan menarik kesimpulan tentang pemanfaatan makhluk hidup dan materi siklus hidup hewan. Profesionalisme di antara para guru, iklim sekolah yang positif, serta aksesibilitas infrastruktur dan fasilitas merupakan variabel pendukung dalam studi ini. Akan tetapi, terdapat hambatan, seperti waktu yang terbatas dan kurangnya sumber daya serta instrumen untuk pembelajaran (Latifah & Hanik, 2023).

Penelitian yang dilakukan oleh Herman, Hanum, Prastiwi, dan Wahyuni (2023) berjudul “Integrasi *Problem Based Learning* dengan STEM dalam Pembelajaran IPA Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa.” menunjukkan bagaimana keterampilannya saat berpikir kritis murid bisa ditingkatkannya ketika pendidikan STEM digabungkan dengan Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL). Siswa mendapat manfaat dari hubungan ini, terutama saat belajar sains, karena hal ini membantu mereka memahami masalah dan menghasilkan jawaban (Herman et al., 2023).

Penelitian oleh Parno, Putri & Affriyenny (2022) mengenai “Pengembangan Bahan Ajar IPA Berbasis PBL Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis pada Materi Gerak Lurus.” Temuan studi ini meliputi Temuan validasinya ahli media dan ahli materi memperlihatkan bahan ajarnya yang dibuat mempunyai persentase kelayakan rata-ratanya 90% dan 96%. Berdasarkan hasil uji keterbacaan oleh guru, materi pembelajaran memiliki persentase rata-rata

100%, dan skor keterbacaan 15 siswa juga memiliki persentase rata-rata 100%. Sebagai hasilnya, dapat dikatakan bahwa sumber daya pengajaran ilmiah berbasis PBL-STEM menawarkan semua persyaratan yang diperlukan guna membantu guna pengembangan keterampilan berpikir kritisnya. (Parno et al., 2022).

Penelitian oleh Sapitri, Ardana & Gumanthama (2022) mengenai “Pengembangan LKPD Berbasis Pemecahan Masalah dengan Pendekatan 4C untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa.” Berdasarkan temuan LKPD yang valid dan dapat diterapkan dibuat dengan menggunakan paradigma ADDIE untuk pembuatan LKPD basisnya memecahkan permasalahan ada lima tahapannya. Dengan kategori sangat valid diperoleh hasil validitas sebesar 0,9. Kelompok sangat layak meliputi hasil uji kelayakan sebesar 61,77%. Oleh karena itu, pengembangannya LKPD basis *problem solving* layak dan dapat dipakai pada aktivitas pembelajarannya (Sapitri & Gumanthama, 2022).

Penelitian yang dilakukan oleh Stefany, Annur & Putri (2024) mengenai “Pengembangan LKPD dengan Pendekatan STEM pada Materi Suhu dan Perubahannya untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik”. LKPD metode STEM mendapat validasi dari tiga validator, yaitu dua orang dosen pendidikan IPA FKIP ULM dan satu orang guru mata pelajaran IPA, dengan skor rata-ratanya 3,95 dan kategorinya sangat valid. Angket respon murid dengan kategorinya sangat praktis memberikan nilainya kepraktisan 75,32%. Secara efektif, uji N-gain menghasilkan rata-rata 0,75 untuk temuan pretest dan posttest. LKPD yang dikembangkan berdasarkan pendekatan STEM menunjukkan bahwa LKPD ini praktis untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran. (Stefany et al., 2024).

Studi Sholikhah & Arif (2024) mengenai “Pengembangan Modul Berbasis STEM 3D untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa.” Temuan

penelitian ini meliputi: skor N-Gain rata-rata 0,56 dan uji t 2-tailed $0,000 < 0,05$ menunjukkan bahwa modul basis STEM 3D dapat meningkatkannya keterampilan berpikir kritis, tanggapan murid terhadap kuesioner menunjukkan bahwa mereka menanggapi modul tersebut dengan baik, dan nilai validitasnya akhir dari tiga ahli nilainya masing-masing yakni 3,22, 3,44, dan 3,33. Penelitian ini menyimpulkan bahwa modul berbasis STEM 3D layak, sah, dan berguna dalam peningkatan keterampilan berpikir kritis (Sholikhah & Arif, 2024).

Penelitian oleh Sukmawati & Ghofur (2023) mengenai “Pengembangan E-LKPD Berbasis *Problem Based Learning* Terintegrasi Keterampilan 4C untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Mata Pelajaran Ekonomi.” Temuan studi memperlihatkan bahwa LKPD bisa meningkatkannya keterampilan berpikir kritisnya murid dengan memakai karakteristik belajar mengajar berdasarkan keterampilannya 4C, dengan nilai n-gain yang cukup tinggi yaitu 0,48. Reaksi yang baik dari peserta didik terhadap penggunaan E-LKPD mendukung hasil ini. Oleh karena itu, pengembangan LKPD berhasil meningkatkannya keterampilan berpikir kritisnya murid (Sukmawati & Ghofur, 2023).

Penelitian oleh Nisya, Derlina & Bunawan (2024) mengenai “Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM untuk Meningkatkan Keterampilan 4C Siswa.” Temuan studi ini menunjukkan bahwa bahan ajar fisika basis STEM bisa dikatakan mudah ditinjaunya dari respons murid serta penilaiannya ahli pada bahan ajar fisika basis STEM, sangat efektif ditinjaunya dari hasil belajar serta penilaian guru terhadap bahan ajar fisika basis STEM, serta sangat layak ditinjau dari ahli materi dan desain. Bahan ajar fisika basis STEM bisa meningkatkannya beberapa kemampuan 4C murid, sesuai dengan hasilnya

belajar murid yang dievaluasi menggunakan analisa N-gain. Dengan demikian, bahan ajarnya fisika basis STEM telah memenuhi syarat dapat diterapkan, efisien, bermanfaat, dan mampu meningkatkan beberapa kemampuan 4C murid kelas IX MIA MAS Ponpes Darul Qur'an sebagai alat bantu pembelajaran pada materi suhu dan kalor (Nisya et al., 2024).

Penelitian oleh Adhiati, Triwoelandari & Nawawi (2023) mengenai “Pengembangan LKS Pembelajaran IPA Berbasis STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Berkolaborasi Siswa Kelas 5 Sekolah Dasar.” Studi ini menemukan bahwa kemampuan kolaborasi siswa meningkat setelah menggunakan lembar kerja pembelajaran ilmiah berbasis STEM, dengan selisih 8,50 antara nilainya pretest dan posttest pada uji kelompok besar. Temuan posttest kelas eksperimen serta kontrol berbeda 7,816 poin, yang menunjukkan kemampuannya kerja sama siswa kelas eksperimen meningkat (Adhiati et al., 2023).

Penelitian oleh Ningsih & Suciptaningsih (2024) mengenai “Pengembangan E-Modul IPAS Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar.” Studi ini menemukan bahwasannya E-Modul IPAS basis STEM dapat diterima, valid, dan bermanfaat untuk meningkatkannya pemikiran kritis siswa selama pembelajaran IPAS di SD/MI (Ningsih & Suciptaningsih, 2024).

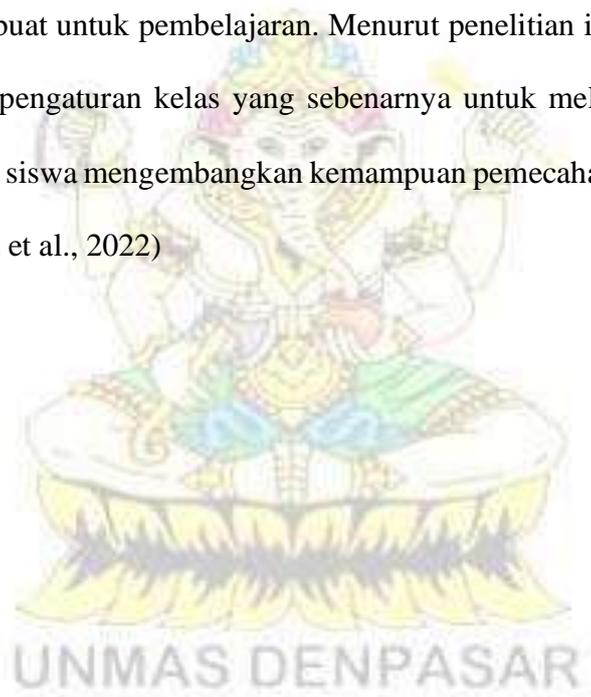
Penelitian oleh Kurniati & Suyanta (2022) mengenai “Pendekatan STEM dalam Pengembangan Perangkat Pembelajaran IPA SMP untuk Meningkatkan *Critical thinking Skill* dan *Science Process Skill*.” Berdasarkan temuan studi, para profesor sains dan dosen yang berpengetahuan luas telah memvalidasi pembuatan perangkat pembelajaran sains dengan metode STEM. Rata-ratanya skor validasi RPP ada pada kategorinya sangat baik yakni 97%. Pada kategori baik, LKS yang

dibuat juga mendapatkan skor validasinya 3,36. Keterampilan berpikir kritis serta proses sains murid dievaluasi dengan memakai sumber observasi, dan hasilnya ada pada kategorinya sangat baik dengan skornya 95,5% serta 88,9%. Berdasarkan temuan dari penelitian ini, sumber belajar sains berbasis STEM dapat digunakan dalam pembelajaran sains (Kurniati & Suyanta, 2022).

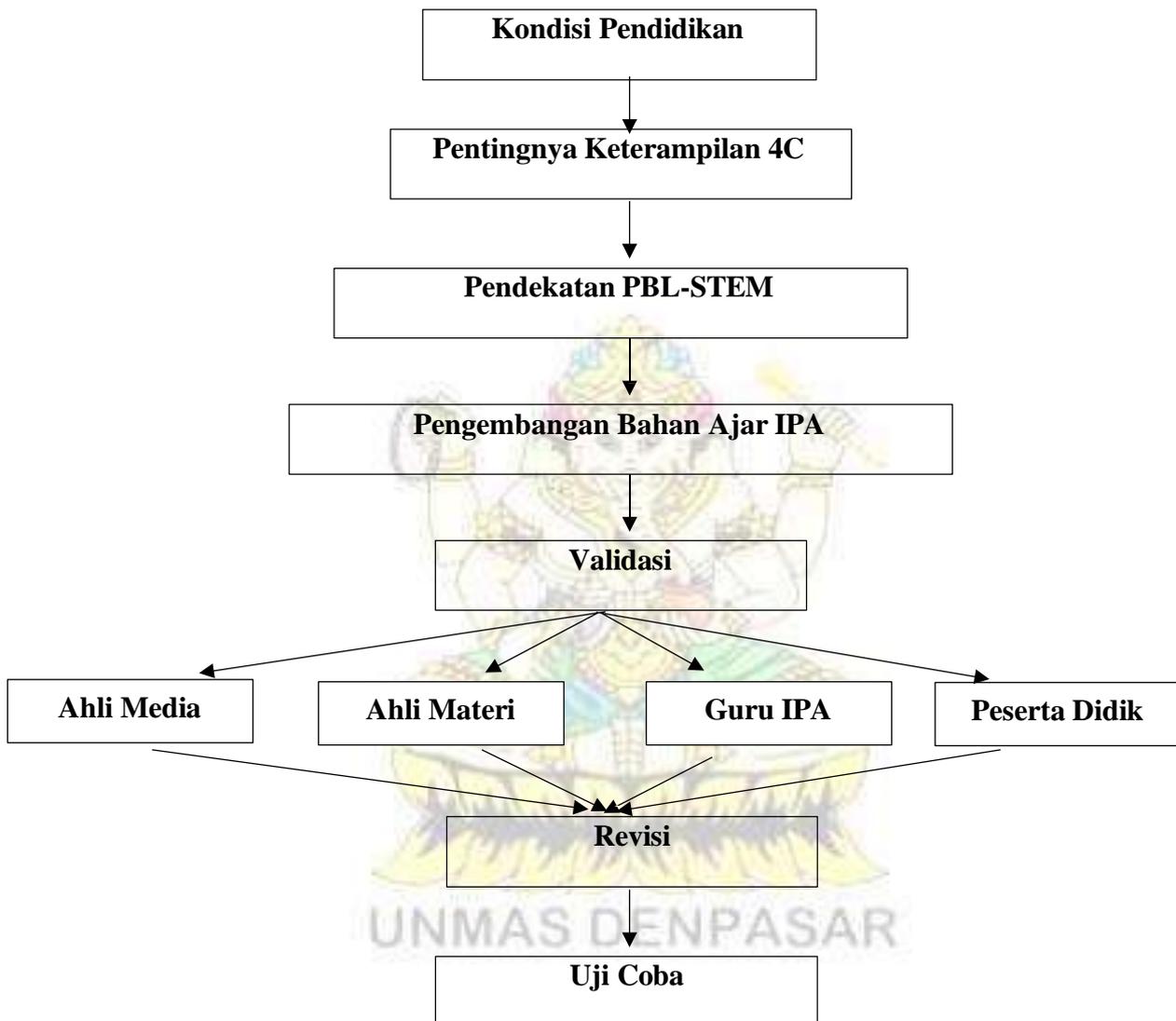
Penelitian oleh Cahyono, Ibrahim & Suprpto (2023) mengenai, “Pengembangan Perangkat Pembelajaran IPA Berbasis *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM) dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan *Problem Solving* pada Siswa Sekolah Dasar.” Temuan studi ini menunjukkan bahwa sumber belajar berbasis STEM untuk siswa kelas empat SD sangat layak, sah, bermanfaat, dan efisien dalam meningkatkan kapasitas mereka untuk berpikir kritis dan memecahkan masalah. Dengan nilai $V = 0,83-1$, temuan validasi produk mendukung hal ini dan menunjukkan bahwa perangkat tersebut sangat valid untuk digunakan. Guru dan siswa yang mencapai kategori sangat baik (masing-masing 91 dan 86 persen) menunjukkan kegunaan alat ini melalui penggunaannya di kelas. Dari perspektif efektivitas, perangkat ini bisa meningkatkannya keterampilan berpikir kritis serta memecahkannya permasalahan, seperti yang ditunjukkan oleh temuan posttest lebih tinggi dari temuan pretest dan peningkatannya ketuntasan klasikal hasil belajarnya dari 25% jadi 82%. Ini memperlihatkan bahwa hasil belajar siswa dipengaruhi secara signifikan oleh penggunaan pembelajaran berbasis STEM (Cahyono et al., 2023).

Penelitian oleh Habibaturrohmah, Parno & Fitriyah (2022) mengenai, “Pengembangan Buku Ajar IPA Berbasis PBL-STEM dengan Asesmen Formatif untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Kelas VII SMP pada Tema Pencemaran Lingkungan.” Temuan studi ini menunjukkan bahwa buku teks

berbasis PBL yang menyertakan STEM dan evaluasi formatif konten pencemaran lingkungan sangat praktis dalam peningkatan keterampilan memecahkannya permasalahan murid. Rencana pelaksanaan pembelajaran yang dibuat dianggap memiliki kelayakan 100% berdasarkan validasi produk, sementara buku teks memiliki kelayakan 96% dan hasil tes membaca 26 siswa menunjukkan nilai keterbacaan 97%. Hal ini menunjukkan betapa bermanfaat dan praktisnya RPP dan buku teks yang dibuat untuk pembelajaran. Menurut penelitian ini, buku teks harus digunakan dalam pengaturan kelas yang sebenarnya untuk melihat seberapa baik mereka membantu siswa mengembangkan kemampuan pemecahan masalah mereka. (Habibaturrohmah et al., 2022)



2.3 Kerangka Berpikir Penelitian



Gambar 2. 4 : Kerangka Berpikir Penelitian

Bagan tersebut menjelaskan tahapan pengembangannya bahan ajar IPA dengan basis PBL terproksi dengan STEM untuk mengasah keterampilannya 4C. Tahapan pertama menggambarkan kondisi pendidikan di Indonesia dan Bali yang menunjukkan perlunya peningkatan keterampilan 4C pada siswa. selanjutnya, ditegaskan pentingnya keterampilan 4C sebagai modal penting bagi siswa menghadapi tantang abad ke-21. Pendekatan PBL-STEM dipilih karena mampu

memberikan pengalaman belajar yang kontekstual yang mendorong pengembangan 4C. Setelah itu, bahan ajar dirancang khusus untuk mendukung pendekatan ini. Lalu divalidasinya oleh ahli materi serta media guna memastikan kualitasnya.

2.4 Hipotesis

H0 : Efektivitas bahan ajar IPA berbasis PBL-STEM yang dikembangkan dapat mendukung pengembangan keterampilan 4C siswa.

H1 : Efektivitas bahan ajar IPA berbasis PBL-STEM yang dikembangkan tidak mendukung pengembangan keterampilan 4C siswa.

