

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan abad ke 21 adalah ruang transformasi intelektual yang menandai adanya pergeseran paradigma dari sistem pendidikan konvensional menuju model pembelajaran yang lebih fleksibel dan berpihak kepada peserta didik yang telah disesuaikan dengan dinamika kebutuhan dimasa depan. Dalam gambaran yang lebih luas, setiap anggota masyarakat atau individu sebagai warga negara harus memiliki kompetensi eksternal *responsive* yang aktual dan dapat diandalkan dalam memanfaatkan masa depan. Dalam hal ini, setiap individu sebagai warga negara harus dikultivasi dengan kompetensi untuk mampu menghadapi tantangan yang ada efektif. Perkembangan global yang begitu pesat pada abad ke-21 ini dalam taraf positif maupun negatif, mengharuskan dunia pendidikan untuk merubah paradigma yang semula hanya berorientasi pada proses peningkatan materi akademik, menjadi upaya kolaboratif untuk memberikan bekal-keterampilan utama abad ke-21, seperti kemampuan berpikir kritis, keterampilan komunikasi, keterampilan kolaborasi dan keterampilan kreativitas sebagai landasan lain untuk membantu individu sehingga memiliki rasa percaya diri dalam menghadapi kompleksitas kehidupan era modern ini (Mansyur et al., 2024). Keterampilan ini dikenal sebagai 4C (*Critical thinking, Communication, Collaboration, Creativity*) yang menjadi inti dalam pembelajaran masa kini.

Pendidikan saat ini juga harus mampu mengintegrasikan aspek teknologi, nilai – nilai karakter dan keterampilan pemecahan masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari (Suweta, 2023). Untuk menjawab tantangan tersebut, pendekatan pembelajaran yang bersifat integratif dan berorientasi pada siswa (*student-centered learning*) menjadi keharusan (Fadhilah, 2022) karena, Keterampilan berpikir kritis dan kreativitas sebagai salah satu keterampilan esensial yang harus dimiliki siswa dan diajarkan oleh pendidik disekolah.

Keterampilan berpikir kritis berperan penting dalam membantu peserta didik untuk menganalisis informasi secara logis, mengevaluasi berbagai sudut pandang,

serta mengambil keputusan secara objektif berdasarkan bukti yang tersedia. Sementara itu, kemampuan kreativitas mendorong peserta didik untuk mengembangkan ide-ide yang orisinal, inovatif, dan bernilai guna, sehingga mampu menghasilkan solusi atau produk yang lebih menarik dan relevan. Kreativitas tidak hanya berkaitan dengan kemampuan menghasilkan sesuatu yang baru, tetapi juga dengan keberanian untuk mencoba, bereksperimen, serta memadukan pengetahuan dari berbagai bidang untuk menemukan pendekatan yang unik terhadap suatu permasalahan. Dalam konteks pembelajaran, kreativitas memungkinkan peserta didik mengekspresikan gagasan secara bebas, menyesuaikan diri dengan tantangan yang berubah, dan mengembangkan potensi diri secara holistik. (Buana, 2025) Oleh karena itu, kreativitas menjadi salah satu aspek penting yang perlu dikembangkan sejajar dengan kemampuan berpikir kritis agar peserta didik tidak hanya mampu memecahkan masalah, tetapi juga mampu menciptakan solusi yang inovatif dan berdaya saing tinggi.

Adapun implementasi pembelajaran di berbagai satuan pendidikan di Indonesia masih menghadapi tantangan yang cukup kompleks (Rozi et al., 2025). Proses pembelajaran pada umumnya masih didominasi oleh pendekatan konvensional yang berpusat pada guru, serta minim memberikan ruang bagi eksplorasi, inovasi, dan partisipasi aktif peserta didik. Kondisi ini menyebabkan potensi kreativitas siswa sering kali tidak tergalai secara optimal, karena mereka belum banyak diberi kesempatan untuk bereksperimen, berkolaborasi, dan menciptakan karya orisinal dalam proses belajar.

Salah satu mata pelajaran yang proses pembelajarannya masih di dominasi oleh pendekatan konvensional adalah Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), khususnya pada materi bioteknologi yang bersifat abstrak dan kompleks. Penyampaian materi bioteknologi kerap kali dilakukan secara teoritis tanpa disertai pendekatan kontekstual yang dapat menjembatani pemahaman siswa terhadap penerapannya dalam kehidupan nyata (Afidah et al., 2023) . Kondisi ini menjadi alasan mendasar pentingnya inovasi dalam desain pembelajaran yang tidak hanya memfasilitasi penguasaan konsep, tetapi juga mendorong pengembangan keterampilan abad ke-21 seperti keterampilan berfikir kritis, kreativitas,

kolaborasi, serta kemampuan berinovasi (Shafira et al., 2025). Melalui keterlibatan aktif dalam proyek nyata, peserta didik diharapkan mampu membangun pengetahuan secara bermakna sekaligus mengembangkan keterampilan yang relevan dengan kebutuhan masa kini dan masa depan (Hamzah et al., 2022). Khususnya dalam mempersiapkan siswa dalam menghadapi tantangan global, seperti keberlanjutan, lingkungan dan perkembangan teknologi (Azrai et al., 2020). Dengan demikian, keterampilan berpikir kritis dan kreativitas tidak hanya menjadi landasan untuk pengembangan kompetensi individu, tetapi juga berperan penting dalam mempersiapkan generasi yang adaptif, inovatif, dan mampu menghadapi dinamika tantangan global yang semakin kompleks.

Meskipun keterampilan berpikir kritis dan kreativitas merupakan kompetensi esensial dalam menghadapi tantangan abad ke-21, adapun indikator-indikator keterampilan tersebut belum sepenuhnya berkembang secara optimal di kalangan peserta didik di Indonesia. Berbagai studi menunjukkan bahwa proses pembelajaran di sekolah masih cenderung berorientasi pada aspek kognitif tingkat rendah, seperti hafalan, serta didominasi oleh pendekatan yang berpusat pada guru (*teacher-centered learning*) (Indayani et al., 2023). Kondisi ini membatasi kesempatan peserta didik untuk terlibat aktif dalam proses keterampilan berpikir kritis seperti menganalisis, mengevaluasi, mencipta, serta menghasilkan solusi atas permasalahan kontekstual yang mereka hadapi. Akibatnya, perkembangan keterampilan berpikir kritis dan kreatif peserta didik menjadi kurang maksimal dan belum sesuai dengan tuntutan kurikulum maupun kebutuhan zaman (Khairiah et al., 2023), sehingga siswa kesulitan dalam menghubungkan teori dengan aplikasi praktis. Kurikulum di satuan pendidikan masih jarang memberikan ruang bagi peserta didik untuk terlibat secara langsung dalam aktivitas pembelajaran yang menekankan keterpaduan antardisiplin ilmu dan penguatan keterampilan abad ke-21. Akibatnya, pembelajaran cenderung bersifat teoritis dan kurang kontekstual, sehingga siswa tidak memperoleh pengalaman belajar yang bermakna dan aplikatif.

Berdasarkan Hasil *Program for International Student Assessment* (PISA) menyatakan bahwa siswa di Indonesia hanya dapat mencapai level 1 dan level 2

dari 6 level soal. Level 1 dan 2 tersebut menunjukkan keterampilan siswa masih rendah. Akan tetapi, hasil studi PISA pada tahun 2022 Indonesia menduduki peringkat 69 dari 81 negara yang mengikuti PISA, peringkat tersebut naik sampai 6 posisi dibandingkan PISA 2018 (Amelia, 2023). Data terbaru menunjukkan bahwa tingkat keterampilan peserta didik Indonesia masih tertinggal cukup jauh dibandingkan dengan negara-negara lain. Kondisi ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain masih dominannya pembelajaran yang bersifat konvensional, keterbatasan akses terhadap teknologi pendidikan, kompetensi guru yang belum sepenuhnya menguasai atau menerapkan desain pembelajaran yang berpihak pada kebutuhan siswa, serta belum optimalnya implementasi pembelajaran berdiferensiasi di sekolah (Afidah *et al.*, 2023). Faktor-faktor tersebut berdampak pada rendahnya keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran aktif yang sejatinya diperlukan untuk mendukung keterampilan berfikir kritis dan kreativitas secara menyeluruh.

Sejalan dengan temuan tersebut, hasil studi pendahuluan yang dilakukan di salah satu SMP di wilayah Cianjur Selatan menunjukkan bahwa sebesar 36,31% peserta didik mengalami miskonsepsi pada materi bioteknologi, khususnya dalam topik fermentasi. Selain itu, sebanyak 32,9% peserta didik menganggap bahwa bioteknologi merupakan salah satu materi yang sulit dipahami karena sifatnya yang abstrak dan sulit divisualisasikan. Hal ini diperparah oleh keterbatasan sarana laboratorium serta bahan praktik yang memadai. Beberapa miskonsepsi yang muncul di antaranya adalah anggapan bahwa seluruh mikroorganisme dalam proses fermentasi bersifat merugikan, bahwa bioteknologi hanya berkaitan dengan produk rekayasa genetika modern, serta ketidakmampuan membedakan antara produk bioteknologi dan non-bioteknologi, seperti anggapan bahwa susu merupakan hasil dari proses bioteknologi.

Hasil penilaian terhadap kemampuan kognitif peserta didik menunjukkan bahwa keterampilan dalam menginterpretasikan informasi, menganalisis data, serta menghubungkan konsep bioteknologi dengan fenomena kehidupan sehari-hari masih tergolong rendah. Temuan ini mengindikasikan adanya kesenjangan antara pembelajaran yang diterapkan di kelas dengan tuntutan pemahaman ilmiah

yang komprehensif (Mulyani et al., 2024). Kurikulum yang belum sepenuhnya mendorong proses analisis, kreativitas, serta penerapan praktis dalam mata pelajaran yang kompleks seperti bioteknologi, turut berkontribusi terhadap lemahnya kemampuan berpikir kritis peserta didik (Meha, 2021). Di samping itu, keterbatasan integrasi antara teori dan praktik dalam proses pembelajaran menjadi salah satu penyebab rendahnya penguasaan keterampilan berpikir kritis (Febril *et al.*, 2022). Maka dari itu, perlu di implementasikan pembelajaran yang mendukung *student centered* untuk dapat meningkatkan pemahaman siswa dalam materi yang abstrak seperti bioteknologi fermentasi, supaya proses pembelajaran lebih efektif dan bermakna

Adapun pendekatan pembelajaran yang dapat mengatasi kurangnya keterampilan berpikir kritis dan kreativitas serta menjawab permasalahan pemahaman siswa yaitu pendekatan yang banyak dikembangkan saat ini adalah *Science, Technology, Religion, Engineering, Art, and Mathematics* (STREAM). STREAM ini mengintegrasikan sains, teknologi, religi, teknik, seni, dan matematika (El Bedewy et al., 2024). Pendekatan ini juga memberikan pengalaman belajar yang kontekstual, mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21 (Afifah *et al.*, 2020). Melalui integrasi berbagai disiplin ilmu tersebut, peserta didik diberi ruang untuk mengekspresikan ide-ide orisinal, mengeksplorasi berbagai alternatif solusi, serta menghasilkan produk-produk yang mencerminkan pemahaman konseptual dan daya cipta. Dengan demikian, kreativitas tidak hanya diposisikan sebagai hasil sampingan pembelajaran, tetapi sebagai kompetensi utama yang dibangun melalui proses eksploratif, reflektif, dan aplikatif dalam berbagai konteks permasalahan nyata.

Project Based Learning (PjBL) merupakan salah satu cara untuk mengimplementasikan pendekatan STREAM. Hal ini karena pembelajaran PjBL mendukung integrasi ilmu pengetahuan, teknologi, religi, teknik, seni, dan matematika ke dalam aktivitas model PjBL yang relevan dengan dunia nyata (Sugandi, 2022). Model PjBL memberikan peluang bagi siswa untuk berpartisipasi secara aktif dalam proses belajar, merencanakan proyek, dan melaksanakan proyek secara mandiri atau berkelompok, sehingga mendorong

pengembangan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, dan kolaborasi yang menjadi fokus utama dalam pendekatan STREAM (Mubarok et al., 2020). STREAM tidak hanya mengembangkan integrasi antardisiplin ilmu, tetapi juga membentuk karakter siswa melalui nilai-nilai spiritual (*Religion*) dan ekspresi seni (*Arts*). Pendekatan ini sesuai dengan kebutuhan pembelajaran IPA yang tidak hanya berorientasi pada kognisi, tetapi juga sikap ilmiah dan keterampilan proses sains (Agustina & handayani, 2020) . Salah satu contoh penerapan konsep ini adalah proyek pembuatan kombucha, minuman probiotik berbasis fermentasi teh yang dikembangkan dengan inovasi rasa buah.

Budaya minum teh telah menjadi bagian dari kehidupan sehari-hari masyarakat Indonesia, adapun di balik manfaatnya, konsumsi teh dalam jumlah besar dapat memiliki dampak tertentu bagi tubuh, seperti keterampilannya mengikat kalsium dan memengaruhi penyerapan mineral penting. Hal ini menjadi perhatian khusus bagi siswa yang berada dalam masa pertumbuhan (Choesrani, 2020). Untuk mengatasi hal tersebut, inovasi seperti kombucha memberikan alternatif yang lebih sehat dan fungsional (Dan, 2023). Kombucha adalah minuman probiotik hasil fermentasi teh dengan bantuan kultur simbiosis bakteri dan ragi. (Nisak, 2024). Proses fermentasi ini tidak hanya meningkatkan kandungan probiotik yang baik untuk kesehatan pencernaan, tetapi juga mengurangi efek negatif teh terhadap kalsium dalam tubuh

Implementasi PjBL Terintegrasi STREAM dalam proyek pembuatan kombucha tidak hanya berfokus pada manfaat kesehatan, tetapi juga memberikan peluang bagi siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dalam menyelesaikan masalah nyata serta mengembangkan kreativitas. Melalui pendekatan ini, siswa diajak untuk menganalisis isu lingkungan, mencari solusi berkelanjutan, serta memahami pentingnya memanfaatkan limbah secara efektif (Mutiarani et al., 2024) Selain itu, desain pembelajaran ini juga meningkatkan keterampilan siswa dalam mendesain proyek berbasis teknologi, sains, dan keberlanjutan, sekaligus memotivasi mereka untuk menguasai keterampilan berpikir kritis yang relevan dengan kebutuhan abad ke-21 (Studi et al., 2023). Pendekatan ini juga mendukung pencapaian Profil Pelajar Pancasila yang diusung

dalam Kurikulum Merdeka (Adhiya et al., 2019). Dengan demikian, intervensi inovatif ini tidak hanya menjawab tantangan pembelajaran di kelas, tetapi juga menjadi langkah strategis dalam menyiapkan generasi masa depan yang adaptif, berdaya saing, dan berkarakter kuat, menumbuhkan rasa tanggung jawab terhadap keberlanjutan lingkungan, sosial, dan ekonomi.

PjBL terintegrasi STREAM juga selaras dengan visi besar Indonesia Emas 2045, yang mempersiapkan generasi muda dengan keterampilan berpikir kritis, inovasi, dan keterampilan adaptasi di era digital. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi efektivitas model PjBL terintegrasi STREAM pada materi bioteknologi, khususnya dalam proyek pembuatan teh kombucha rasa buah, sebagai upaya meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreativitas siswa. Dengan menempatkan fermentasi kombucha sebagai tema sentral, penelitian ini ingin menunjukkan bagaimana integrasi bioteknologi, nilai keberlanjutan, dan pendekatan STREAM dapat menciptakan pembelajaran yang tidak hanya berbasis pengetahuan, tetapi juga relevan dengan tantangan global dan kebutuhan masyarakat modern. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan pembelajaran berbasis keberlanjutan yang lebih inovatif dan efektif.

Berdasarkan latar belakang tersebut pentingnya penerapan model PjBL terintegrasi STREAM dalam meningkatkan berfikir kritis dan kreativitas siswa khususnya pada pembuatan teh kombucha, Peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul **“Pembelajaran Berbasis Proyek Terintegrasi STREAM Pada Pembuatan Teh Kombucha Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Menngembangkan Kreativitas Siswa”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan diatas, maka dapat dirumuskan rumusan masalah, antara lain:

- 1) Bagaimana keterlaksanaan pembelajaran PjBL terintegrasi STREAM pada pembuatan teh kombucha di tingkat sekolah menengah?
- 2) Apakah terdapat perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis

antara siswa kelas kontrol dan kelas eksperimen dalam proyek pembuatan teh kombucha ?

- 3) Bagaimana kreativitas siswa pada pembelajaran bioteknologi dalam pembuatan teh kombucha setelah penerapan PjBL-STREAM?
- 4) Bagaimana refleksi siswa terhadap pembelajaran STREAM dalam pembuatan teh kombucha ?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah, penelitian ini bertujuan untuk:

- 1) Mendeksripsikan keterlaksanaan pembelajaran PjBL terintegrasi STREAM dalam pembuatan teh kombucha di tingkat sekolah menengah.
- 2) Menganalisis peningkatan keterampilan berpikir kritis antara siswa kelas kontrol dan kelas eksperimen dalam pembuatan teh kombucha di tingkat sekolah menengah.
- 3) Menganalisis tingkat kreativitas siswa setelah penerapan pembelajaran PjBL-STREAM dalam pembuatan teh kombucha di tingkat sekolah menengah.
- 4) Menganalisis refleksi siswa terhadap pembelajaran STREAM dalam pembuatan teh kombucha pada materi bioteknologi di tingkat sekolah menengah.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat praktis

a) Bagi guru

- 1) Menyediakan panduan praktis untuk desain pembelajaran STREAM dalam materi bioteknologi.
- 2) Meningkatkan kompetensi guru dalam merancang dan melaksanakan proses pembelajaran yang mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreativitas siswa.

b) Bagi Siswa:

- 1) Meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa melalui pengalaman belajar yang lebih bermakna dan kontekstual.
 - 2) Mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam tentang konsep bioteknologi dan aplikasinya dalam kehidupan nyata.
- c) Bagi Sekolah:
- 1) Memberikan masukan untuk pengembangan kurikulum dan program pembelajaran yang lebih inovatif dan relevan dengan kebutuhan abad ke-21.
 - 2) Meningkatkan kualitas pembelajaran sains di sekolah, khususnya dalam bidang bioteknologi.
- d) Bagi Peneliti
- 1) Menambah wawasan dan pengalaman dalam mengembangkan dan mengimplementasikan desain pembelajaran STREAM
 - 2) Memberikan kontribusi ilmiah terhadap literatur pendidikan, khususnya dalam pendekatan pembelajaran PjBL yang terintegrasi dengan pembangunan berkelanjutan.
 - 3) Membantu peneliti memahami lebih dalam efektivitas pembelajaran inovatif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreativitas siswa.
 - 4) Menjadi referensi bagi penelitian lanjutan dalam bidang pendidikan berbasis STREAM.

2. Manfaat teoritis

Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan kajian teori dalam bidang pendidikan, khususnya yang berkaitan dengan Model PjBL yang terintegrasi dengan pendekatan STREAM. Secara teoritis, penelitian ini diharapkan dapat:

- a) Memperluas khazanah keilmuan mengenai integrasi pendekatan STREAM dalam pembelajaran sains, khususnya pada topik bioteknologi.
- b) Memberikan landasan teoritis bagi implementasi pembelajaran yang berorientasi pada pengembangan keterampilan abad ke-21, terutama

keterampilan berpikir kritis dan kreativitas.

- c) Menjadi referensi ilmiah dalam mengembangkan desain pembelajaran inovatif yang kontekstual dan relevan dengan prinsip pembelajaran berkelanjutan.
- d) Memperkuat literatur pendidikan yang mendukung keterpaduan antara sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika dengan konteks dunia nyata melalui kegiatan eksperimen berbasis proyek.

E. Kerangka Pemikiran

Pada Kurikulum Merdeka jenjang SMP, khususnya pada Fase D, peserta didik mampu memahami prinsip fermentasi dalam pembuatan teh kombucha, mengenali peran mikroorganisme dalam fermentasi, serta menganalisis manfaat dan dampaknya bagi kesehatan dan lingkungan. Peserta didik juga mampu menerapkan konsep bioteknologi konvensional dalam kehidupan sehari-hari dengan membuat produk fermentasi berbasis teh kombucha serta menyajikan laporan dan strategi pengembangannya secara kreatif dan inovatif. Dalam konteks ini, peserta didik juga diarahkan untuk menerapkan konsep bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya melalui proyek pembuatan teh kombucha sebagai produk fermentasi yang tidak hanya sehat tetapi juga memiliki nilai ekonomi dan keberlanjutan lingkungan.

Permasalahan awal yang menjadi perhatian adalah keterampilan berpikir kritis siswa yang masih tergolong rendah. Untuk itu, pendekatan pembelajaran yang dipilih adalah model PjBL terintegrasi STREAM (*Science, Technology, Religion, Engineering, Arts, Mathematic*). Pembelajaran difokuskan pada kegiatan eksperimen pembuatan teh kombucha berbasis buah lokal sebagai konteks utama dalam mengintegrasikan konten sains dan nilai keberlanjutan. Dalam proses pembelajarannya, peserta didik tidak hanya belajar mengenai fermentasi secara teori, tetapi juga mengeksplorasi secara langsung melalui kegiatan praktikum, sehingga mereka dapat membangun pemahaman yang lebih konkret dan bermakna.

Konten atau proses ilmiah dalam pembelajaran ini mencakup berbagai aspek yang harus dikuasai siswa. Pertama, siswa perlu mengidentifikasi jenis bahan

baku teh dan komposisi buah lokal yang digunakan dalam pembuatan kombucha. Kedua, siswa mempelajari teknik pembuatan kombucha berbasis fermentasi. Ketiga, mereka mengkaji faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan fermentasi seperti suhu, waktu, dan konsentrasi gula. Keempat, siswa mampu mengenali ciri-ciri keberhasilan produk, seperti warna, rasa, aroma, keberadaan jamur terbentuknya lapisan SCOBY (*symbiotic culture of bacteria and yeast*) di permukaan cairan fermentasi.

Proyek pembuatan kombucha dilakukan dalam dua pendekatan pembelajaran. Pendekatan pertama menggunakan model PjBL terintegrasi STREAM yang mengacu pada kerangka pembelajaran menurut (Laboy-Rush (2010), yang terdiri atas lima tahap: *reflection* (refleksi awal terhadap isu atau permasalahan), *research* (melakukan penelitian atau pencarian informasi), *discovery* (penemuan melalui eksperimen), *application* (penerapan pengetahuan yang diperoleh), dan *communication* (komunikasi hasil proyek). Pendekatan kedua mengikuti model PjBL menurut Tahapan dalam PjBL telah dirancang oleh (Thomas et al., 2000) yang terdiri atas enam tahapan, yaitu menentukan pertanyaan mendasar, mendesain perencanaan proyek, menyusun jadwal, melakukan monitoring dan evaluasi, menguji hasil proyek, serta mengevaluasi pengalaman belajar yang telah dilalui oleh peserta didik.

Untuk mendukung pelaksanaan pembelajaran tersebut, dikembangkan modul ajar dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang disusun berbasis STREAM. Dalam LKPD ini, unsur S (*Science*) dikaitkan dengan pembelajaran fermentasi dan mikrobiologi (bakteri), T (*Technology*) terkait penggunaan aplikasi pembuat kemasan, E- LKPD serta alat bahan yang dibutuhkan pada pembuatan teh kombucha R (*Religion*) difokuskan profil pelajar pancasila yang pertama, E (*Engineering*) mencakup keterampilan merancang dan mempraktikkan pembuatan kombucha, A (*Arts*) diintegrasikan dalam kegiatan mendesain kemasan, membuat poster, serta menulis laporan, sedangkan M (*Mathematics*) melibatkan perhitungan proporsi bahan.

Langkah-langkah pembelajaran STREAM juga mengikuti tahapan P-D-B-U (Pikir-Desain-Buat-Uji). ada tahap “Pikir”, siswa diajak untuk mengidentifikasi

masalah nyata yang berkaitan dengan potensi lokal, kesehatan remaja, keberlanjutan lingkungan, serta nilai-nilai spiritual yang relevan. Dari sinilah muncul tantangan pembelajaran: bagaimana menciptakan minuman teh fermentasi yang sehat, enak, ramah lingkungan, halal, dan bernilai ekonomi dengan memanfaatkan potensi teh lokal dan buah-buahan kaya vitamin C. Tahap “Pikir” ini menjadi fondasi bagi siswa untuk berpikir kritis, menumbuhkan kesadaran ekologis dan spiritual, serta menyiapkan diri untuk merancang inovasi produk kombucha sebagai solusi konkret dalam pembelajaran PjB terintegrasi STREAM yang kontekstual. Selanjutnya, pada tahap “Desain”, siswa merancang proses pembuatan kombucha mulai dari pemilihan bahan, formulasi proporsi teh dan gula, penentuan jenis buah yang digunakan, serta metode sterilisasi dan fermentasi. Kemudian pada tahap “Buat”, siswa secara langsung melaksanakan kegiatan praktikum pembuatan kombucha berdasarkan desain yang telah dibuat, termasuk dokumentasi dan pencatatan data harian selama proses fermentasi berlangsung. Terakhir, pada tahap “Uji”, siswa melakukan pengamatan dan evaluasi terhadap hasil fermentasi, menilai keberhasilan produk berdasarkan indikator seperti kejernihan, aroma, terbentuknya lapisan SCOBY, rasa sedikit bersoda, dan warna yang sesuai. Mereka juga membandingkan hasil dengan kriteria yang ditentukan serta mengkomunikasikan hasil temuan dan refleksi mereka dalam bentuk laporan tertulis, poster, maupun presentasi.

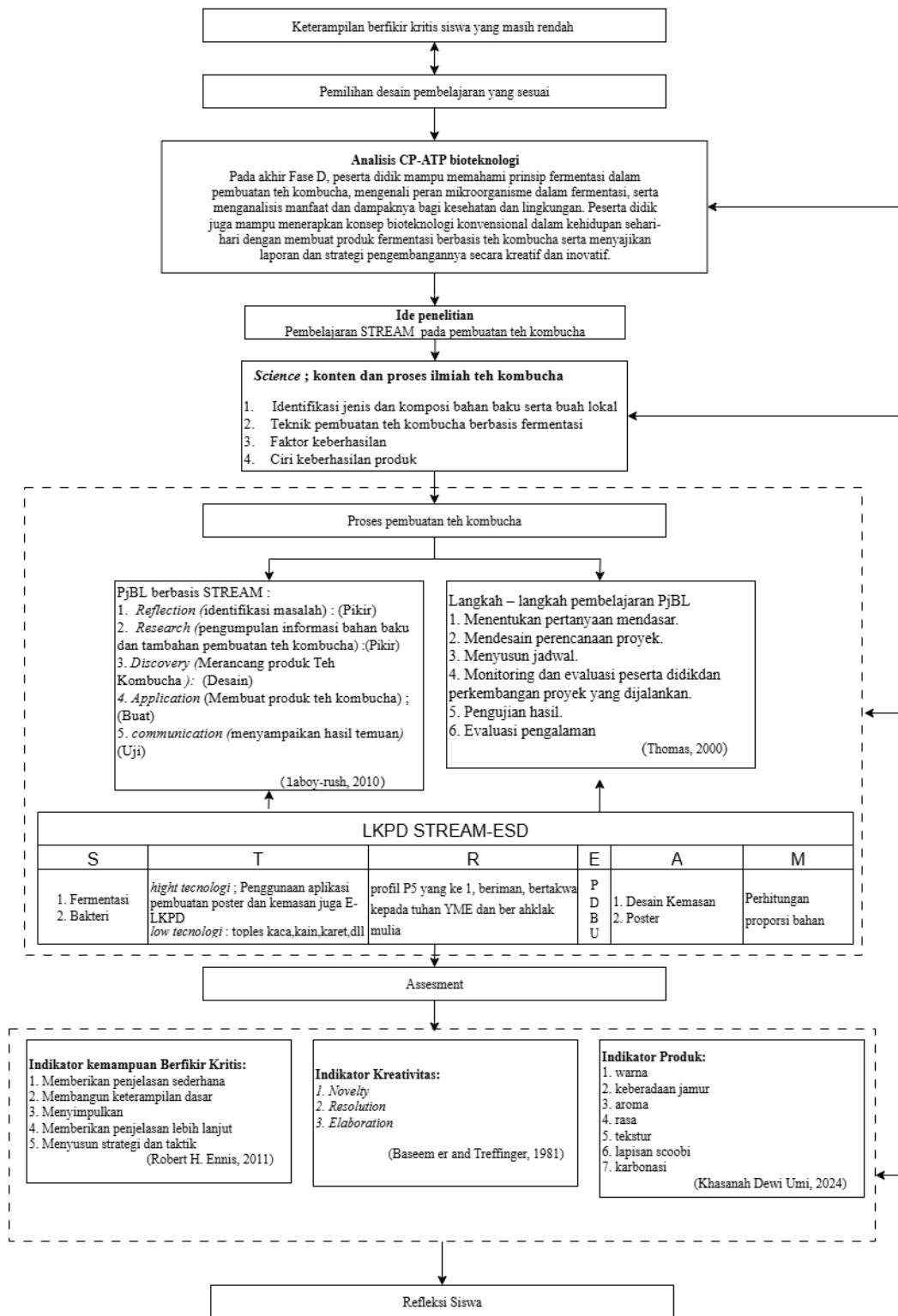
Penilaian dalam pembelajaran ini meliputi tiga aspek utama, yaitu keterampilan berpikir kritis, kreativitas, dan kualitas produk. Indikator berpikir kritis mengacu pada teori (Ennis, 2011) yang meliputi keterampilan memberikan penjelasan sederhana, membangun keterampilan dasar, menyimpulkan, memberikan penjelasan lebih lanjut, serta menyusun strategi dan taktik. Kreativitas siswa diukur berdasarkan tiga aspek menurut (Bessemmer, S. P., & Treffinger, 1981), yaitu *novelty* (kebaruan ide), *resolution* (keterampilan menyelesaikan masalah), dan *elaboration* (keterampilan mengembangkan detail gagasan secara lengkap). Sementara itu, indikator keberhasilan produk kombucha yang dibuat siswa meliputi tujuh aspek mengadaptasi dari penelitian yang dilakukan (Kimia et al., 2024) : warna, keberadaan jamur, aroma, rasa , tekstur

dan lapisan SCOPY, karbonai Seluruh rangkaian pembelajaran ini ditutup dengan refleksi siswa yang bertujuan untuk mengevaluasi pengalaman belajar mereka, memahami kekuatan dan kelemahan proyek yang telah dilakukan, serta merencanakan pengembangan produk di masa mendatang. Melalui pendekatan pembelajaran PjBL berbasis STREAM pada proyek pembuatan teh kombucha, diharapkan peserta didik tidak hanya memperoleh pemahaman ilmiah yang mendalam, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, serta sikap peduli terhadap lingkungan dan nilai-nilai keislaman. Pembelajaran ini menjadi contoh nyata bagaimana integrasi sains dan nilai spiritual dapat diwujudkan dalam proyek yang aplikatif dan kontekstual, berikut untuk mengetahui alur kerangkanya dapat dilihat dalam Gambar 1.1

F. Hipotesis

Berdasarkan kerangka berpikir yang sudah dipaparkan di atas, maka perumusan hipotesis penelitiannya, yaitu: pembelajaran berbasis proyek terintegrasi STREAM pada pembuatan teh kombucha untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan mengembangkan kreativitas siswa. Adapun hipotesis statistiknya, dapat dilihat berikut ini:

- H0 : $\mu_1 = \mu_2 \rightarrow$ (Tidak terdapat perbedaan peningkatan keterampilan berfikir kritis dan pengembangan kreativitas siswa setelah diterapkan model pembelajaran PjBL terintegrasi STREAM dalam pembuatan teh kombucha).
- H1 : $\mu_1 \neq \mu_2 \rightarrow$ (Terdapat perbedaan peningkatan keterampilan berfikir kritis dan pengembangan kreativitas siswa setelah diterapkan model pembelajaran PjBL terintegrasi STREAM dalam pembuatan teh kombucha).



Gambar. 1.1 Kerangka berfikir