

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Keterampilan abad ke-21 merupakan seperangkat kemampuan yang dibutuhkan untuk menjawab tantangan globalisasi dan perkembangan pesat teknologi (Jayadi *et al.*, 2020). Keterampilan tersebut mengharuskan peserta didik tidak hanya menguasai konsep secara teoritis, melainkan juga mampu menerapkannya dalam konteks kehidupan nyata. Perkembangan sains dan teknologi hingga saat ini berakar pada kemampuan mendasar dalam melakukan pengamatan terhadap suatu fenomena, yang selanjutnya berkembang menjadi keterampilan yang lebih kompleks. Menurut (Mahmudah *et al.*, 2019), kemampuan tersebut dikenal dengan istilah keterampilan proses sains, yang mencakup antara lain kemampuan mengklasifikasi, merancang eksperimen, serta menarik kesimpulan. Dengan demikian, keterampilan proses sains tidak hanya menjadi fondasi dalam penguasaan sains, tetapi juga berperan penting dalam membentuk keterampilan berpikir kritis dan inovatif yang dibutuhkan pada era modern (Nugraha *et al.*, 2017).

Keterampilan proses sains (KPS) merupakan indikator penting dalam pembelajaran sains yang efektif, meliputi kemampuan kognitif dan psikomotorik seperti mengamati, mengklasifikasi, mengukur, merancang eksperimen, menganalisis data, dan menyimpulkan (Priyani & Nawawi, 2020). KPS juga mencakup kegiatan menafsirkan informasi, memprediksi, mengajukan pertanyaan, merumuskan hipotesis, memanfaatkan alat dan bahan, menerapkan konsep, serta mengomunikasikan hasil (Desideria *et al.*, 2018). Keterampilan ini mendorong keterlibatan aktif siswa, membentuk kebiasaan berpikir ilmiah, dan memfasilitasi penerapan sains dalam kehidupan sehari-hari (Elvanisi *et al.*, 2018).

Keterampilan proses sains pada dasarnya telah menjadi tujuan penting dalam pembelajaran sains, namun kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa penguasaannya masih rendah. Hasil *Programme for International Student Assessment* (PISA) tahun 2022 mengeluarkan bukti bahwa tingkat literasi sains

siswa Indonesia berada di bawah rata-rata negara OECD, dengan menempati peringkat ke-67 dari 81 negara partisipan (Kemendikbudristek, 2023). Kurangnya pendekatan pembelajaran berbasis praktik dan minimnya integrasi teknologi dalam pembelajaran juga menjadi faktor penyebab rendahnya penguasaan keterampilan proses sains. Saat ini, banyak sekolah yang belum sepenuhnya menerapkan pendekatan kurikulum yang ideal akibat keterbatasan sarana, prasarana, dan kompetensi pendidik (Nurkholidha *et al.*, 2023). Peserta didik menunjukkan kecenderungan pasif dalam proses belajar akibat penggunaan metode pembelajaran yang bersifat monoton dan berorientasi pada guru. Minimnya penerapan konteks lokal serta pemanfaatan teknologi membuat materi ajar kurang memiliki keterkaitan dengan realitas kehidupan sehari-hari. (Umam & Husain, 2024). Hal ini juga berdampak pada penguasaan keterampilan proses sains, seperti mengamati, mengklasifikasi, menyimpulkan, dan menganalisis, yang seharusnya menjadi salah satu tujuan pembelajaran.

Berdasarkan hasil observasi, kondisi pembelajaran biologi di salah satu SMA di Kabupaten Bandung Barat menghadapi beberapa tantangan yang menunjukkan jaraknya dari keadaan ideal. Keterbatasan fasilitas laboratorium menjadi salah satu kendala utama yang menghambat pelaksanaan kegiatan praktikum secara optimal, sehingga keterampilan proses sains belum sepenuhnya terasah (Lampiran F.1). Selain itu, strategi pembelajaran Biologi yang berlangsung umumnya masih berfokus pada penjelasan konsep melalui ceramah dan presentasi. Hal ini menunjukkan bahwa ruang untuk mengembangkan model pembelajaran interaktif yang memberi pengalaman langsung masih terbuka luas. Menurut Yunita & Nurita (2021) keterampilan proses sains dapat dikembangkan melalui pemberian pengalaman belajar langsung yang difasilitasi oleh guru selama kegiatan pembelajaran berlangsung. Akibatnya, saat ini siswa kesulitan menerapkan konsep ilmiah dalam kehidupan sehari-hari, sehingga pembelajaran menjadi kurang aplikatif (Nurmalasari *et al.*, 2024).

Berbagai model pembelajaran telah diupayakan untuk meningkatkan keterampilan proses sains, salah satunya adalah *Project-Based Learning*

(PjBL). Model PjBL dirancang untuk mengembangkan keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis, berkreasi, berkomunikasi, dan berkolaborasi (Arnyana, 2019). PjBL menempatkan peserta didik sebagai pusat pembelajaran melalui pengerjaan proyek yang kontekstual dan relevan, sehingga mendorong pembelajaran aktif di mana siswa dapat menemukan konsep-konsep fundamental melalui penelusuran informasi dan pemanfaatan teknologi komunikasi yang sesuai dengan tuntutan kehidupan masa depan (Latip *et al.*, 2024). Langkah penerapan PjBL meliputi: merumuskan pertanyaan esensial, menyusun rencana proyek, menentukan jadwal, memantau pelaksanaan, menilai hasil, serta merefleksikan pengalaman belajar (Maghfiroh *et al.*, 2016). Dalam penerapannya, guru berperan sebagai fasilitator, sedangkan siswa secara aktif membangun pemahaman melalui pengalaman langsung, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan efektif (Lubis *et al.*, 2024). Hasil penelitian Siwa *et al.* (2013) dan Maghfiroh *et al.* (2016) menunjukkan bahwa PjBL memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan keterampilan proses sains, khususnya melalui kegiatan proyek yang memungkinkan eksplorasi fakta, konsep, dan teori secara mandiri disertai penguatan keterampilan proses serta sikap ilmiah.

Pendekatan dengan karakteristik utama yaitu menjawab tantangan pembelajaran abad ke-21 adalah pembelajaran berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Pendekatan ini dirancang untuk membekali peserta didik dengan berbagai keterampilan yang diperlukan dalam menghadapi perubahan dunia yang semakin cepat, serta mendorong mereka menjadi pemecah masalah dengan pola pikir terpadu (Noviani *et al.*, 2023). Saat ini pembelajaran *Project-Based Learning* (PjBL) sering dipadukan dengan STEM menjadi PjBL-STEM yang merupakan pengembangan dari model PjBL dengan mengintegrasikan empat aspek utama yaitu *Science, Technology, Engineering*, dan *Mathematics* dalam proses pembelajaran berbasis proyek (Lutfi *et al.*, 2018). Pengintegrasian pembelajaran berbasis STEM telah terbukti mampu meningkatkan keterampilan peserta didik, termasuk pemahaman konsep dan kemampuan berpikir kreatif, sehingga mereka dapat mencapai hasil

belajar yang optimal (Noviani *et al.*, 2023). Pendekatan ini bertujuan untuk membekali peserta didik dengan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan inovasi dalam mengaplikasikan konsep sains dan teknologi dalam kehidupan nyata (Fitriyani *et al.*, 2020).

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan pendidikan yang lebih kontekstual dan berbasis budaya, PjBL-STEM berkembang menjadi PjBL-Etno-STEM, yang mengintegrasikan kearifan lokal ke dalam pembelajaran STEM. Pendekatan ini menghubungkan sains dan teknologi modern dengan praktik budaya, sehingga peserta didik tidak hanya memahami konsep ilmiah tetapi juga menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari (Sumarni & Kadarwati, 2020). Selanjutnya, STEM berkembang menjadi STEAM dengan tambahan unsur seni, lalu menjadi STREAM (*Science, Technology, Religion, Engineering, Arts and Mathematics*) yang mengintegrasikan nilai agama dalam pembelajaran (Agustina *et al.*, 2020). Suryaningsih & Nisa (2021) menegaskan bahwa PjBL berbasis STEAM merupakan inovasi pembelajaran yang mendukung keterampilan proses sains peserta didik. Dengan demikian, perpaduan PjBL-STEM/STEAM/STREAM dengan etnosains menciptakan pembelajaran yang lebih kontekstual, relevan, dan meningkatkan pemahaman konsep serta apresiasi terhadap budaya lokal.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa model PjBL berbasis STEM, STEAM, dan Etno-STEM efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains. Restiana *et al.* (2024) menyatakan bahwa PjBL-STEM mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis, observasi, dan pemecahan masalah dalam pembelajaran IPA. Suryaningsih & Nisa (2021) juga menyatakan bahwa PjBL-STEAM dapat meningkatkan keterampilan proses sains dan kreativitas peserta didik. Selain itu, Nadya *et al.* (2024) membuktikan bahwa PjBL berbasis Etno-STREAM meningkatkan keterampilan komunikasi sains siswa SMK melalui proyek pembuatan manisan lokal khas Cianjur (MaLoCi). Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada aspek kognitif atau komunikasi sains secara umum dan belum mengkaji pengembangan KPS secara spesifik pada topik bioteknologi konvensional. Analisis bibliometrik dengan

VOSviewer menunjukkan keterhubungan erat antara *project based learning* dan keterampilan proses sains, sedangkan kata kunci etnosains dan STREAM masih membentuk klaster terpisah dengan kepadatan penelitian yang rendah. Temuan ini mengindikasikan adanya celah penelitian yang relevan untuk diisi. Celah tersebut semakin menegaskan perlunya mengkaji keterampilan proses sains dalam kerangka capaian pembelajaran Biologi Fase E, yang menekankan integrasi antara penguasaan konsep dan keterampilan ilmiah.

Keterampilan proses sains (KPS) memiliki peran esensial dalam pembelajaran Biologi karena menjadi sarana bagi peserta didik untuk membangun pengetahuan secara ilmiah melalui pengalaman langsung (Purnamasari *et al.*, 2024). Hal ini sejalan dengan capaian pembelajaran (CP) Biologi Fase E pada Kurikulum Merdeka yang menekankan keterpaduan penguasaan konsep dengan keterampilan ilmiah. Pada akhir fase ini, peserta didik diharapkan memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan lokal, nasional, maupun global yang berkaitan dengan keanekaragaman makhluk hidup, peran virus, inovasi teknologi biologi, komponen ekosistem, serta perubahan lingkungan (Kemendikbud, 2022). Untuk mendukung pencapaian tersebut, CP menekankan keterampilan proses yang meliputi kemampuan mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan serta melakukan penyelidikan, menganalisis data, mengevaluasi dan merefleksi, hingga mengomunikasikan hasil dengan memperhatikan kaidah ilmiah (Kemendikbud, 2022). Merujuk pada CP tersebut, salah satu materi yang relevan untuk meningkatkan KPS melalui penerapan model *Project Based Learning* (PjBL) berbasis Etno-STREAM adalah inovasi teknologi biologi, khususnya pada materi bioteknologi konvensional. Materi ini kemudian disesuaikan dengan konteks penelitian, yakni pembuatan *peuyeum* Bandung sebagai representasi pemanfaatan kearifan lokal dalam pembelajaran biologi.

Originalitas penelitian ini terletak pada penerapan model PjBL berbasis Etno-STREAM dalam pembelajaran bioteknologi konvensional, khususnya pada pembuatan *peuyeum* Bandung. Pendekatan ini tidak hanya mengintegrasikan enam aspek lintas disiplin, tetapi juga mengaitkan

pembelajaran sains dengan nilai-nilai budaya lokal yang dekat dengan kehidupan peserta didik. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang lebih menekankan aspek kognitif atau motivasi belajar, penelitian ini secara khusus diarahkan untuk mengembangkan keterampilan proses sains, meliputi kemampuan mengamati, merancang eksperimen, menganalisis data, dan menyimpulkan. Berdasarkan uraian tersebut, judul yang diangkat dalam penelitian ini adalah **Pengaruh Pembelajaran Proyek Berbasis Etno-STREAM (*Science, Technology, Religion, Engineering, Arts And Mathematics*) Terhadap Peningkatan Keterampilan Proses Sains Pada Pembuatan Peuyeum Bandung**. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata terhadap pengembangan pembelajaran sains yang lebih aplikatif, kontekstual, dan bermakna.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka disusunlah rumusan masalah sebagai berikut “Bagaimana pengaruh pembelajaran proyek berbasis Etno-STREAM (*Science, Technology, Religion, Engineering, Art, and Mathematics*) terhadap peningkatan keterampilan proses sains siswa pada pembuatan peuyeum Bandung?” dari rumusan masalah tersebut diuraikan menjadi pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana keterlaksanaan pembelajaran menggunakan model PjBl berbasis Etno-STREAM pada pembuatan peuyeum Bandung?
2. Bagaimana peningkatan keterampilan proses sains (KPS) di kelas yang menggunakan model PjBL berbasis Etno-STREAM pada pembuatan peuyeum Bandung?
3. Bagaimana pengaruh model PjBL berbasis Etno-STREAM terhadap peningkatan keterampilan proses sains?
4. Bagaimana asesmen produk pembuatan peuyeum Bandung di kelas yang diberikan perlakuan model PjBL berbasis Etno-STREAM dan kelas yang tidak diberikan perlakuan model PjBL berbasis Etno-STREAM?
5. Bagaimana refleksi peserta didik terhadap pembelajaran pembuatan peuyeum Bandung setelah penerapan model PjBL berbasis Etno-STREAM?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah dikemukakan, tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pengaruh pembelajaran proyek berbasis Etno-STREAM (*Science, Technology, Religion, Engineering, Art, and Mathematics*) terhadap peningkatan keterampilan proses sains (KPS) pada pembuatan peuyeum Bandung. Adapun faktor pendukungnya diuraikan menjadi pernyataan berikut:

1. Untuk mendeskripsikan keterlaksanaan pembelajaran menggunakan model PjBL berbasis Etno-STREAM pada pembuatan peuyeum Bandung.
2. Untuk menganalisis peningkatan keterampilan proses sains di kelas yang menggunakan model PjBL berbasis Etno-STREAM pada pembuatan peuyeum Bandung.
3. Untuk menganalisis pengaruh model PjBL berbasis Etno-STREAM terhadap peningkatan keterampilan proses sains.
4. Untuk menganalisis asesmen pembelajaran model PjBL berbasis ETNO-STREAM terhadap keterampilan proses sains (KPS) siswa pada pembuatan peuyeum Bandung.
5. Untuk menganalisis refleksi peserta didik pada pembuatan peuyeum Bandung setelah penerapan model PjBL berbasis ETNO-STREAM.

D. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan yang telah dirumuskan diatas, adapun beberapa manfaat penelitian ini sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis
 - a. Dapat menjadi salah satu cara untuk meningkatkan keterampilan proses sains (KPS) dengan melalui pembelajaran menggunakan model *Project Based Learning* berbasis Etno-STREAM (*Science, Technology, Religion, Engineering, Art, and Mathematics*).
 - b. Sebagai media pendekatan pembelajaran yang diharapkan bisa dijadikan sarana untuk belajar dan membantu proses pembelajaran agar peserta didik lebih menguasai konsep materi yang disampaikan guru.
2. Manfaat Praktis

1. Bagi Guru

Pembelajaran biologi memberikan kesempatan bagi guru untuk terlibat dalam pengalaman belajar-mengajar yang dinamis dan diharapkan menjadi opsi menarik dalam penerapan berbagai pendekatan pembelajaran.

2. Bagi Peserta Didik

Pembelajaran biologi mudah dipahami oleh peserta didik karena memiliki relevansi dengan kehidupan sehari-hari serta mampu meningkatkan keterampilan dan hasil belajar mereka.

3. Bagi Peneliti

Memberikan pengalaman yang dapat dijadikan acuan untuk mengembangkan proses belajar-mengajar lebih lanjut, mendukung pengembangan aset pembelajaran yang imajinatif dan kreatif guna meningkatkan serta menumbuhkan esensi pembelajaran IPA.

4. Bagi Sekolah

Menjadi dasar untuk mengintegrasikan pendekatan Etno-STREAM (*Science, Technology, Religious, Engineering, Art, and Mathematics*) dalam pengalaman belajar yang berkembang, sekaligus meningkatkan minat peserta didik terhadap mata pelajaran di sekolah. Pendekatan ini juga menambahkan variasi dalam pembelajaran sains, menjadikannya lebih menarik dan menyenangkan.

E. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir dalam penelitian ini disusun untuk menjelaskan alur logis dari permasalahan yang ditemukan di lapangan, tujuan pembelajaran yang hendak dicapai, strategi pembelajaran yang digunakan, hingga hasil yang diharapkan. Penyusunan kerangka berpikir mengacu pada Capaian Pembelajaran (CP), Tujuan Pembelajaran (TP), dan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) yang berlaku dalam Kurikulum Merdeka, serta dikaitkan dengan penerapan model *Project-Based Learning* (PjBL) berbasis Etno-STREAM pada materi bioteknologi konvensional, yaitu pembuatan peuyeum Bandung.

Capaian Pembelajaran (CP) Biologi pada Fase E pada elemen pemahaman biologi menuntut peserta didik untuk, “memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, inovasi teknologi biologi, komponen ekosistem dan interaksi antar komponen serta perubahan lingkungan” (Kemendikbud, 2022). Sedangkan pada elemen keterampilan proses sains peserta didik dituntut untuk memiliki kemampuan mengamati, mempertanyakan, memprediksi, merencanakan serta melaksanakan penelitian, memproses dan menganalisis data, mengevaluasi, merefleksi, serta mengomunikasikan hasil penelitian melalui proyek sederhana yang relevan dengan kehidupan sehari-hari (Kemendikbud, 2022). Dari CP tersebut diturunkan menjadi Tujuan Pembelajaran (TP) yang secara spesifik menekankan keterampilan proses sains yang berbunyi, “Melalui pembelajaran proyek berbasis Etno-STREAM, peserta didik mampu mengamati alat, bahan, dan proses pembuatan *peuyeum* Bandung; mengidentifikasi serta mengontrol variabel; merumuskan hipotesis; merancang dan melaksanakan eksperimen; menyimpulkan hasil; serta mengomunikasikan data dengan cermat”.

Tujuan Pembelajaran (TP) selanjutnya dijabarkan ke dalam Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) yang berfungsi sebagai proses pembelajaran terstruktur dengan menggunakan model *Project-Based Learning* (PjBL) berbasis Etno-STREAM. Melalui ATP, peserta didik diarahkan untuk mengembangkan keterampilan proses sains (KPS) secara bertahap dan kontekstual. Hal ini ditunjukkan dengan kemampuan peserta didik dalam mengamati bahan, alat, dan proses fermentasi *peuyeum* Bandung dengan mencatat perubahan fisik yang terjadi; mengidentifikasi serta mengontrol variabel bebas, terikat, dan kontrol dalam eksperimen; merumuskan hipotesis mengenai faktor yang memengaruhi hasil fermentasi secara logis; merancang sekaligus melaksanakan eksperimen fermentasi singkong menjadi *peuyeum* sesuai prosedur ilmiah serta mendokumentasikan langkah-langkahnya; menyimpulkan hasil percobaan dengan membandingkan data terhadap hipotesis awal; hingga

mengomunikasikan hasil penelitian dalam bentuk laporan tertulis maupun presentasi secara sistematis. Dengan penerapan PjBL berbasis Etno-STREAM dalam ATP, pembelajaran tidak hanya menekankan pemahaman konsep biologi, tetapi juga mendorong peserta didik untuk menginternalisasi keterampilan ilmiah yang relevan dengan pemecahan masalah nyata.

Kelas eksperimen menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis Etno-STREAM, yang merupakan pengembangan dari PjBL-STEM. Sintaks pembelajaran ini meliputi tahap *reflection, research, discovery, application, dan communication* (Afriana *et al.*, 2016; Laboy-Rush, 2010). Melalui penerapan PjBL Etno-STREAM, peserta didik tidak hanya diarahkan untuk mengidentifikasi masalah dan menciptakan produk sebagai solusi, tetapi juga mengintegrasikan unsur kearifan lokal (*ethno-science*), teknologi, agama, rekayasa (*engineering*), seni, dan matematika. Dengan demikian, proses pembelajaran lebih kontekstual, bermakna, serta mendukung pengembangan keterampilan proses sains (KPS) melalui pengalaman langsung dalam membuat dan menyajikan produk peuyeum Bandung.

Pendekatan Etno-STREAM (*Science, Technology, Religion, Engineering, Art, and Mathematics*) dalam penelitian ini merupakan gabungan STREAM (*Science, Technology, Religion, Engineering, Art, and Mathematics*) dengan elemen kearifan lokal. Pendekatan STREAM (*Science, Technology, Religion, Engineering, Art, and Mathematics*) menggunakan langkah-langkah yang mengacu pada pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*), namun menambahkan unsur seni dalam produk serta aspek agama pada materi Bioteknologi. Langkah-langkah pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) terdiri dari Pikir (P), Desain (D), Buat (B), dan Uji (U), yang didasarkan pada desain engineering yang selaras dengan metode ilmiah (Suwarma, 2016). Langkah-langkah ini akan dikolaborasikan dengan sintak PjBL-STEM untuk kelas eksperimen. Pada tahap pikir, peserta didik mengidentifikasi masalah yang ada di lingkungan sekitar dan mencari solusi melalui diskusi. Tahap kedua, desain, melibatkan peserta didik dalam merancang solusi berupa produk untuk mengatasi

permasalahan yang telah diidentifikasi. Selanjutnya, pada tahap buat, peserta didik merealisasikan solusi tersebut dengan membuat produk sesuai rancangan. Tahap terakhir, uji, digunakan untuk menguji produk yang telah dibuat. Jika produk tidak berhasil atau terdapat kekurangan, peserta didik diberikan kesempatan untuk memperbaiki dan menyempurnakan hasilnya (Agustina *et al.*, 2020; Suwarma, 2016).

Pada kelas eksperimen pendekatan ETNO-STREAM (*Science, Technology, Religious, Engineering, Art, and Mathematics*) pada pembuatan produk yaitu, Etno dalam pengetahuan asli masyarakat yang dikaitkan dengan teori sains dalam pembuatan peuyeum Bandung, *Science* (S) dalam pengolahan peuyeum Bandung dan proses ilmiah, *Technology* (T) melalui penggunaan *Low-tech*; pisau, talenan dan koran dan penggunaan *High-tech*; HP, laptop dan internet, *Religion* (R) sebagai aspek spiritual dalam Kurikulum Merdeka dimensi beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan berakhlak mulia, *Engineering* (E) dalam merancang dan menguji produk yaitu P, B, D dan U, *Arts* (A) melalui desain penyajian atau pengolahan peuyeum Bandung yang menarik, serta *Mathematics* (M) dalam menghitung komposisi bahan dan alat yang digunakan. Pada akhir penelitian, dianalisis pula refleksi pembelajaran peserta didik setelah menjalani rangkaian tahapan penelitian pada kelas eksperimen dengan menggunakan refleksi model 4F, yaitu *fact, feeling, finding* dan *future* (Anam *et al.*, 2023).

Produk yang dihasilkan berupa peuyeum Bandung, yang relevan dengan masalah lokal peserta didik dan mendukung potensi makanan khas di daerah Padalarang, Bandung Barat. Indikator produk peuyeum Bandung yang akan dicapai pada penelitian ini berdasarkan hasil wawancara pengrajin peuyeum dan analisis jurnal yaitu (1) tekstur yang lembut dan empuk tidak berair ataupun terlalu kering, (2) rasa manis yang khas, (3) memiliki aroma khas fermentasi, (4) warna putih kekuningan yang bebas dari tanda kontaminasi (Rakhmani *et al.*, 2023).

Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek yang mengintegrasikan budaya lokal dan pendekatan

STEM/STEAM/STREAM berkontribusi nyata terhadap keterampilan proses sains (KPS). Nadya *et al.* (2024) menemukan bahwa penerapan PjBL berbasis Etno-STEAM melalui produk MaLoCi mampu meningkatkan kemampuan komunikasi ilmiah siswa, yang merupakan bagian dari indikator mengomunikasikan hasil dalam KPS. Sumarni dan Kadarwati (2020) serta Rinto *et al.* (2022) melaporkan bahwa pembelajaran Etno-STEM meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif melalui kegiatan eksperimen yang berbasis budaya lokal, yang secara langsung melatih keterampilan mengamati, mengontrol variabel, dan menyimpulkan hasil. Marlina *et al.* (2024) serta Priyani dan Nawawi (2020) menekankan pentingnya penggunaan teknologi sederhana dan kearifan lokal dalam pembelajaran kontekstual yang mendorong siswa untuk berpikir ilmiah dan sistematis.

Rakhmani *et al.* (2023) mengidentifikasi bahwa proses pembuatan peuyeum Bandung memuat konsep sains yang relevan untuk memperkuat keterampilan berpikir kritis dan eksperimental, seperti pengamatan terhadap proses fermentasi dan pengendalian variabel yang memengaruhi hasilnya. Sejalan dengan itu, Suryaningsih dan Nisa (2021), Firdaus *et al.* (2023), Hiğde dan Aktamış (2022), serta Noviani *et al.* (2023) menunjukkan bahwa pendekatan STEM/STEAM secara konsisten meningkatkan keterampilan proses sains, meliputi kemampuan mengamati, merumuskan hipotesis, melakukan eksperimen, dan mengomunikasikan hasil penelitian. Temuan-temuan tersebut menegaskan bahwa integrasi budaya lokal dengan pendekatan multidisiplin dalam *Project Based Learning* berbasis Etno-STREAM tidak hanya memperkaya konteks pembelajaran, tetapi juga memperkuat kemampuan ilmiah siswa melalui aktivitas eksploratif dan aplikatif. Dengan demikian, model pembelajaran ini berpotensi besar dalam meningkatkan keterampilan proses sains secara menyeluruh, karena melibatkan siswa dalam pengalaman belajar yang nyata, kolaboratif, dan bermakna.

Keterampilan proses sains pula dapat dicapai dengan model *Project Based Learning* (PjBL) konvensional tanpa pendekatan Etno-STREAM. Hal ini karena PjBL pada dasarnya tetap menempatkan peserta didik sebagai pusat

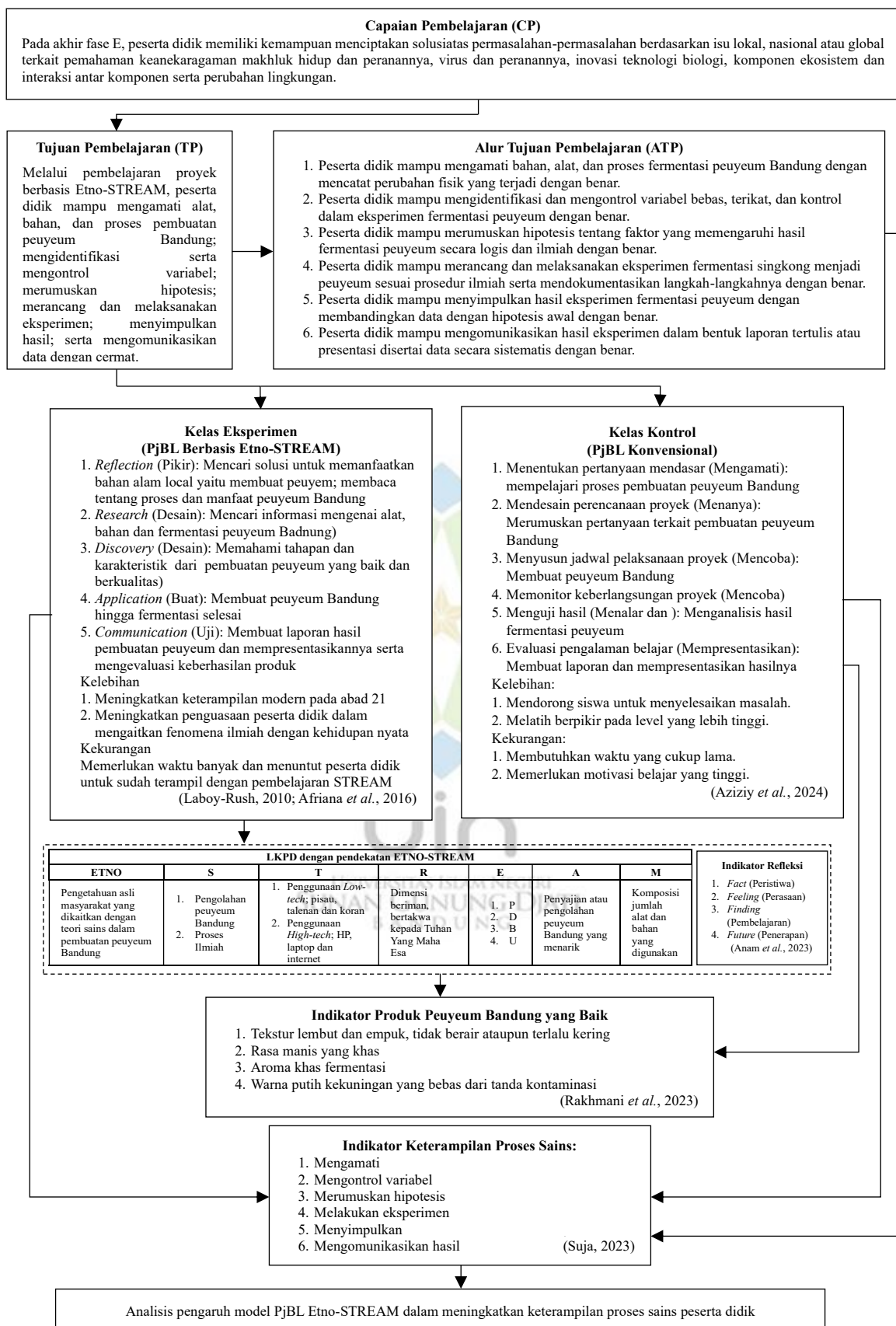
pembelajaran dan melibatkan kegiatan eksploratif melalui perencanaan, pelaksanaan, serta evaluasi proyek yang menuntut keterampilan ilmiah (Lubis *et al.*, 2024). Sesuai dengan penelitian Aziziy *et al.* (2024), penerapan PjBL konvensional berbasis pendekatan saintifik mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan eksperimental siswa, meskipun belum menonjolkan aspek kontekstual budaya lokal maupun integrasi lintas disiplin.

Model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan saintifik yang bersifat konvensional digunakan pada kelas kontrol. Model ini terdiri atas beberapa tahapan, yaitu menentukan pertanyaan mendasar, mendesain perencanaan proyek, menyusun jadwal pelaksanaan proyek, memonitor keberlangsungan proyek, menguji hasil, dan mengevaluasi pengalaman belajar (Aziziy *et al.*, 2024). Dalam penerapannya, siswa diajak mengamati dan mempelajari proses pembuatan peuyeum Bandung, kemudian bersama guru merancang perencanaan proyek dengan merumuskan pertanyaan dan langkah kerja yang relevan. Selanjutnya, siswa menyusun jadwal kegiatan mulai dari persiapan bahan hingga proses fermentasi, yang kemudian dimonitor oleh guru agar berjalan sesuai rencana. Setelah proses pembuatan selesai, siswa menguji hasil peuyeum berdasarkan rasa, tekstur, dan aroma, lalu melakukan evaluasi dengan menyusun laporan serta mempresentasikan hasil proyek di depan kelas. Model PjBL konvensional ini memberikan pengalaman belajar berbasis proyek yang dapat melatih kemampuan berpikir tingkat tinggi dan keterampilan pemecahan masalah, meskipun pelaksanaannya memerlukan waktu yang panjang serta motivasi belajar yang tinggi dari peserta didik (Aziziy *et al.*, 2024).

Keterampilan proses sains (KPS) difokuskan pada enam indikator menurut Suja (2023), yaitu mengamati, mengontrol variabel, merumuskan hipotesis, melakukan eksperimen, menyimpulkan, dan mengomunikasikan hasil. Indikator mengamati mengarahkan peserta didik untuk melatih ketelitian dan kepekaan dalam mengidentifikasi fenomena bioteknologi konvensional, khususnya pada proses pembuatan peuyeum Bandung. Indikator mengontrol variabel membantu siswa memahami pentingnya konsistensi dalam

eksperimen, misalnya mengatur lama fermentasi, jenis bahan baku, atau takaran ragi. Pada indikator merumuskan hipotesis, siswa dilatih menyusun dugaan ilmiah berdasarkan pengamatan awal, seperti memperkirakan perbedaan hasil peuyeum berdasarkan variasi perlakuan. Selanjutnya, indikator melakukan eksperimen mendorong siswa untuk mempraktikkan langkah kerja ilmiah secara sistematis. Indikator menyimpulkan menuntut siswa menarik generalisasi berdasarkan data yang diperoleh, sementara mengomunikasikan hasil mengasah keterampilan mereka dalam mempresentasikan temuan baik secara lisan maupun tertulis.

Berdasarkan kajian teori dan hasil penelitian sebelumnya, pembelajaran berbasis proyek yang diintegrasikan dengan pendekatan Etno-STREAM (*Science, Technology, Religion, Engineering, Arts, and Mathematics*) diyakini mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual dan bermakna. Melalui penggabungan unsur sains dengan nilai-nilai kearifan lokal pada kegiatan pembuatan peuyeum Bandung, peserta didik tidak hanya belajar memahami konsep bioteknologi konvensional, tetapi juga dilatih untuk mengamati, mengontrol variabel, merumuskan hipotesis, melakukan eksperimen, menyimpulkan, dan mengomunikasikan hasil secara ilmiah. Pendekatan lintas disiplin ini diharapkan dapat mengoptimalkan keterlibatan siswa secara aktif dalam proses belajar, sehingga keterampilan proses sains mereka meningkat lebih signifikan dibandingkan dengan peserta didik yang mengikuti pembelajaran proyek tanpa pendekatan Etno-STREAM. Oleh karena itu, keterkaitan antara penerapan pembelajaran proyek berbasis Etno-STREAM dan peningkatan keterampilan proses sains menjadi dasar bagi perumusan hipotesis penelitian ini. Gambar kerangka penelitian telah dijelaskan disajikan pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Kerangka Berpikir

F. Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah dan kerangka pemikiran yang telah dipaparkan sebelumnya, maka hipotesis penelitian ini menyatakan bahwa model pembelajaran PjBL berbasis Etno-STREAM berpengaruh terhadap peningkatan keterampilan proses sains peserta didik pada pembuatan peuyeum Bandung. Adapun hipotesis statistik dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut.

$H_0 : \mu = \mu_0$: Tidak terdapat pengaruh signifikan model PjBL berbasis Etno-STREAM terhadap peningkatan keterampilan proses sains (KPS) peserta didik yang menggunakan pada pembuatan peuyeum Bandung.

$H_1 : \mu \neq \mu_0$: Terdapat pengaruh signifikan model PjBL berbasis Etno-STREAM terhadap peningkatan keterampilan proses sains (KPS) pada pembuatan peuyeum Bandung.

G. Hasil Penelitian Sebelumnya

1. Nadya *et al.* (2024) meneliti keterampilan komunikasi sains melalui pendekatan Etno-STREAM menggunakan produk manisan lokal Cianjur (MaLoCi). Hasil menunjukkan bahwa peningkatan tertinggi terjadi pada aspek kemampuan mengubah penyajian data (nilai 85), sedangkan peningkatan terendah terjadi pada kemampuan menggambarkan data empiris dalam bentuk grafik atau tabel. Pembelajaran ini terbukti dapat mengembangkan aspek komunikasi sains siswa (Nadya *et al.*, 2024).
2. Marlina *et al.* (2024) mengembangkan proyek berbasis STEM melalui pembuatan puding labu kuning untuk memperkuat kearifan lokal dan meningkatkan pemanfaatan pangan lokal. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan kreativitas, keterampilan kuliner, dan pemahaman siswa terhadap budaya lokal. Respon siswa sangat positif, sehingga pembelajaran ini dinilai efektif dalam mengintegrasikan nilai budaya dengan inovasi pembelajaran sains berbasis proyek (Marlina *et al.*, 2024).
3. Priyani dan Nawawi (2020) melakukan penelitian di sekolah perbatasan menggunakan pendekatan Ethno-STEM dengan bantuan mikroskop digital sederhana. Hasil menunjukkan peningkatan signifikan dalam keterampilan

proses sains seperti mengamati, mengklasifikasi, memprediksi, mengajukan hipotesis, menyimpulkan, dan mengaplikasikan. Penelitian ini menegaskan efektivitas pembelajaran kontekstual berbasis budaya dan teknologi sederhana dalam pembelajaran IPA (Priyani & Nawawi, 2020).

4. MF & Palennari (2024) meneliti pengaruh model PjBL-STEAM terhadap keterampilan pemecahan masalah siswa kelas X SMA. Rata-rata peningkatan skor sebesar 16,33 mengubah kategori kemampuan dari kurang menjadi baik. Temuan ini menunjukkan bahwa PjBL-STEAM mendukung pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan mempersiapkan siswa menghadapi tantangan nyata (Mf & Palennari, 2024).
5. Sumarni dan Kadarwati (2020) meneliti penerapan PjBL berbasis ETNO-STEM dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa. Hasilnya menunjukkan peningkatan signifikan, terutama pada kemampuan mengevaluasi argumen dan menghasilkan solusi kreatif. Namun, peningkatan terendah ditemukan pada aspek elaborasi ide. Penelitian ini mendukung relevansi pendekatan etnosains dalam mendorong pemikiran mendalam (Sumarni & Kadarwati, 2020).
6. Suryaningsih dan Nisa (2021) menunjukkan bahwa penerapan model PjBL berbasis STEAM dalam pembelajaran kimia pada materi titrasi asam-basa sangat efektif. Keterampilan proses sains siswa mencapai skor rata-rata 4,164 (83,3%) dalam kategori sangat tinggi, dengan aspek analytical thinking tertinggi (85,3%). Keterampilan berpikir kreatif juga meningkat, dengan skor 82,7%. Ini menandakan integrasi STEAM mampu mendorong kemampuan kognitif tingkat tinggi (Suryaningsih & Ainun Nisa, 2021).
7. Rinto *et al.* (2022) menerapkan pembelajaran PjBL berbasis ETNO-STEM di SMK Kesehatan dan menemukan peningkatan signifikan pada lima aspek berpikir kreatif. Indikator fleksibilitas berpikir memperoleh N-gain tertinggi sebesar 70,95%, sedangkan evaluasi menjadi aspek terendah (59,20%) karena hambatan siswa dalam menyampaikan pendapat. Pendekatan ini berhasil melatih kreativitas siswa secara menyeluruh melalui proyek budaya lokal (Rinto *et al.*, 2022).

8. Noviani *et al.* (2023) mengimplementasikan PjBL berbasis STEM pada siswa SMA kelas XII dengan topik bioteknologi. Penelitian pada kajian persilangan tanaman cabai dan rekayasa genetika menunjukkan peningkatan keterampilan proses sains dan hasil belajar. Proyek ini tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep bioteknologi, tetapi juga mendorong eksplorasi sains yang berbasis masalah nyata (Noviani *et al.*, 2023).
9. Hiğde dan Aktamış (2022) menemukan bahwa kegiatan STEM mampu meningkatkan keterampilan proses sains, motivasi belajar, dan minat karier STEM siswa. Siswa juga menunjukkan pandangan positif terhadap pendekatan interdisipliner dan penguatan keterampilan abad ke-21 seperti kolaborasi, berpikir kritis, dan pemecahan masalah. Penelitian ini merekomendasikan penerapan STEM sebagai pendekatan pembelajaran yang relevan dan berdaya guna (Hiğde & Aktamış, 2022).
10. Firdaus *et al.* (2023) membandingkan pendekatan STEM dan pendekatan saintifik dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar. Hasilnya, pendekatan STEM meningkatkan keterampilan proses sains secara lebih signifikan, dengan kontribusi sebesar 16,9%. Penelitian ini menegaskan bahwa integrasi STEM dalam pembelajaran sains berpengaruh positif terhadap pengembangan keterampilan proses sains sejak jenjang dasar (Firdaus *et al.*, 2023).
11. Penelitian oleh Rakhmani *et al.* (2023) menganalisis proses pembuatan peuyeum sebagai kearifan lokal Jawa Barat dan potensinya dalam memberdayakan kemampuan berpikir kritis siswa. Hasil menunjukkan bahwa tahapan pembuatan peuyeum mengandung konsep-konsep biologi, kimia, dan fisika, serta relevan dengan enam indikator berpikir kritis, seperti interpretasi, analisis, dan evaluasi. Penelitian ini menegaskan bahwa peuyeum dapat dimanfaatkan sebagai konteks pembelajaran IPA yang kontekstual dan bermakna (Rakhmani *et al.*, 2023).

Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek yang mengintegrasikan budaya lokal dan pendekatan STEM/STEAM/STREAM mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21.

Nadya *et al.* (2024) menemukan peningkatan komunikasi sains melalui produk MaLoCi, sedangkan Sumarni & Kadarwati (2020) dan Rinto *et al.* (2022) melaporkan peningkatan berpikir kritis dan kreatif dengan PjBL berbasis Etno-STEM. Marlina *et al.* (2024) dan Priyani & Nawawi (2020) menekankan peran kearifan lokal dan teknologi sederhana dalam pembelajaran, sementara Rakhmani *et al.* (2023) menunjukkan bahwa pembuatan peuyeum memuat konsep sains yang relevan untuk penguatan berpikir kritis. Pendekatan STEM/STEAM juga terbukti mendukung keterampilan proses sains, seperti ditunjukkan oleh Suryaningsih & Nisa (2021), Firdaus *et al.* (2023), Hıgde & Aktamış (2022), dan Noviani *et al.* (2023). Temuan-temuan ini menegaskan bahwa model *Project Based Learning* dan pendekatan Etno-STREAM berpotensi besar meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik.

