

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada abad ke-21, setiap individu diharuskan memiliki keterampilan yang memadai, baik dalam hard skill maupun soft skill (Sukmawijaya et al., 2019). Tuntutan profesional ini mengharuskan setiap orang untuk menguasai kemampuan seperti berpikir kreatif, pemecahan masalah, dan komunikasi yang efektif. Menurut Asosiasi Pendidikan Nasional, peserta didik perlu menguasai empat keterampilan dasar, yaitu komunikasi (Communication), kolaborasi (Collaboration), berpikir kritis (Critical Thinking), dan kreativitas (Creativity), yang dikenal dalam kebijakan Kemendikbud sebagai 4C (Mu'minah & Suryaningsih, 2020). Pembelajaran IPA diharapkan memberikan pengalaman bermakna kepada peserta didik untuk mengembangkan kemampuan mereka, termasuk melalui pengalaman langsung dalam menemukan konsep atau teori selama proses belajar (Zulfa, 2020).

Keterampilan komunikasi merupakan salah satu aspek penting yang diperlukan di abad ke-21 (Hariyanto et al., 2019). Menurut Rosyid dan Mubin (2024), keterampilan berpikir kritis, menyelesaikan masalah, dan komunikasi sangat dibutuhkan di era globalisasi. Komunikasi abad ke-21 mencakup penyampaian ide atau informasi secara lisan maupun tulisan untuk mencapai tujuan (Muharromah, 2019), dan keterampilan ini memiliki peran penting dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk sains (Ananiadou & Claro, 2009). Berdasarkan teori konstruktivisme sosial Vygotsky (1978), komunikasi sains mendukung interaksi dan kolaborasi antara siswa dan guru dalam proses pembelajaran. Hal ini menjadi semakin relevan bagi generasi Z yang dihadapkan pada tantangan global dan membutuhkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, serta kolaborasi (Agustin Hanisyah & Munahefi, 2024). Salah satu keterampilan utama yang harus dikuasai adalah kemampuan mengirim dan menerima pesan secara efektif antar individu (Safitri et al., 2022). Dalam pendidikan sains, komunikasi melibatkan

penyampaian hasil temuan ilmiah melalui berbagai representasi, seperti grafik, tabel, diagram, foto, serta memberikan penjelasan yang jelas dan mudah dipahami (Arifin et al., 2020). Dengan demikian, komunikasi sains memainkan peran penting dalam mengasah kemampuan siswa untuk memahami konsep-konsep ilmiah dan relevansinya dalam kehidupan sehari-hari (Georgiou, 2020).

Kemampuan komunikasi sains siswa Indonesia masih menjadi tantangan besar dalam dunia pendidikan. Berdasarkan hasil studi internasional TIMSS (Trends in Mathematics and Science Study) tahun 2022, skor sains siswa Indonesia hanya mencapai 383 dari skor rata-rata internasional sebesar 500. Capaian tersebut menempatkan Indonesia dalam kategori *Low Science Benchmark*, yang berarti sebagian besar siswa Indonesia hanya mampu memahami fakta-fakta dasar dalam sains tanpa mampu melakukan analisis, penalaran, maupun komunikasi ilmiah yang mendalam (OECD, 2023). Temuan ini mencerminkan bahwa keterampilan komunikasi sains belum berkembang secara optimal, baik dari aspek kemampuan menyampaikan gagasan ilmiah, membaca data, hingga menjelaskan hasil eksperimen secara sistematis.

Kondisi lemahnya keterampilan komunikasi sains siswa juga terlihat di tingkat sekolah. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru Biologi di salah satu SMA di Kecamatan Cimalaka (Wawancara, 2025) diketahui bahwa banyak siswa masih kesulitan menyampaikan hasil pengamatan dan menjelaskan konsep secara runtut. Pembelajaran Biologi masih didominasi metode ceramah, sementara kegiatan praktikum jarang dilakukan karena keterbatasan alat, bahan, dan tenaga pendidik. Model pembelajaran seperti *Discovery Learning* dan *Project Based Learning (PjBL)* sudah mulai diterapkan, namun pelaksanaannya belum konsisten dan belum terintegrasi dengan konteks lokal. Guru juga menyampaikan bahwa soal-soal yang digunakan selama ini lebih menekankan pada pemahaman konsep dasar. Sejalan dengan hal tersebut, analisis terhadap 25 soal ulangan harian materi Bioteknologi menunjukkan bahwa hanya 7 soal memuat indikator keterampilan komunikasi sains, yaitu menjelaskan hasil pengamatan (soal

nomor 3, 6, 19, dan 23) serta mendiskusikan hasil kegiatan ilmiah (soal nomor 13, 21, dan 25) (Dokumen Soal Ulangan Bioteknologi, 2025). Adapun 18 soal lainnya masih berada pada ranah kognitif C1 (mengingat) dan C2 (memahami) dalam Taksonomi Bloom, tanpa menuntut kemampuan interpretasi data, penyampaian argumen ilmiah, maupun komunikasi hasil pengamatan secara tertulis atau visual. Temuan ini menunjukkan perlunya penerapan model pembelajaran dan asesmen yang lebih relevan serta kontekstual agar siswa memiliki kesempatan lebih luas untuk mengembangkan keterampilan komunikasi sains secara aktif.

Untuk menjawab permasalahan tersebut, dibutuhkan pendekatan pembelajaran yang relevan dengan kebutuhan abad ke-21 serta mampu mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan komunikasi sains siswa secara terpadu. Salah satu pendekatan yang dinilai efektif adalah pendekatan STREAM (*Science, Technology, Religion, Engineering, Arts, and Mathematics*). Pendekatan ini merupakan pengembangan dari STEM yang awalnya mengintegrasikan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam pembelajaran (Agustina et al., 2022; Sudarmin, 2019). Selanjutnya berkembang menjadi STEAM dengan penambahan unsur seni (*arts*) untuk mendorong kreativitas (Sudarmin, 2020), dan kemudian berkembang menjadi STREAM dengan penambahan unsur religi (*religion*) yang dimaknai sebagai penguatan nilai moral, etika, dan spiritual universal, seperti ketakwaan kepada Tuhan Yang Maha Esa, rasa syukur, serta sikap bertanggung jawab dan menghargai sesama dalam proses pembelajaran (Agustina, 2020; Natsir, 2013). Pendekatan STREAM bertujuan menciptakan pembelajaran lintas disiplin yang tidak hanya memperkuat pemahaman konsep, tetapi juga menumbuhkan karakter religius, kreativitas, serta kemampuan mengomunikasikan gagasan ilmiah dalam konteks nyata.

Hal ini didukung oleh Elita et al. (2018), yang menyatakan bahwa model pembelajaran yang tidak melibatkan siswa secara aktif dapat menghambat pengembangan keterampilan komunikasi. Lelan et al. (2023) juga mengungkapkan bahwa pembelajaran yang terlalu menekankan hafalan

informasi sering kali mengurangi kemampuan siswa untuk mengkomunikasikan gagasan secara ilmiah. Temuan serupa diungkapkan oleh Anwar et al. (2020), Julmida et al. (2023), dan Rozali et al. (2022), yang menyebutkan bahwa dominasi guru dalam proses pembelajaran membuat siswa tidak terbiasa menyampaikan pemahaman atau penjelasan mereka secara mandiri. Kondisi ini menunjukkan perlunya penerapan model pembelajaran yang melibatkan siswa secara aktif, seperti *Project-Based Learning* (PJBL) berbasis Etno-STREAM, yang tidak hanya relevan dengan konteks lokal seperti pembuatan oncom pasir reungit tetapi juga mampu meningkatkan keterampilan komunikasi sains siswa melalui kegiatan pembelajaran yang terintegrasi dengan nilai-nilai lokal dan interaksi aktif antar siswa.

Idealnya, pengajaran disampaikan dengan model yang berpusat pada siswa, di mana siswa berperan aktif dalam proses pembelajaran, mendukung pengembangan keterampilan komunikasi (Suyadi, 2014). Selain itu, guru memainkan peran penting dalam menciptakan suasana kelas yang interaktif melalui pengajaran yang kreatif, inovatif, dan tidak monoton. Namun, menurut Wafi dan Arif (2020), banyak guru masih menggunakan model pembelajaran tradisional yang berpusat pada guru, sehingga pembelajaran menjadi membosankan dan kurang melibatkan siswa secara aktif. Oleh karena itu, penerapan model PJBL berbasis Etno-STREAM dapat menjadi solusi untuk menciptakan pembelajaran yang lebih inovatif, melibatkan siswa secara aktif, serta mendukung pengembangan keterampilan komunikasi sains melalui proyek berbasis konteks lokal.

Model pembelajaran *Project-Based Learning* (PjBL) merupakan salah satu model yang mendukung pengembangan keterampilan komunikasi sains siswa (Srirahmawati et al., 2023). PjBL mendorong keterlibatan aktif siswa melalui kegiatan yang berpusat pada proyek nyata dan bermakna (Adevita, 2021; Srirahmawati et al., 2023). Dalam konteks pembelajaran berbasis produk hasil bioteknologi konvensional, seperti proses fermentasi bahan pangan lokal *oncom Pasir Reungit*, PjBL memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengembangkan keterampilan komunikasi sains melalui berbagai aktivitas,

seperti mendeskripsikan proses fermentasi, menyampaikan hasil observasi, serta menjelaskan hubungan antara konsep sains dan praktik pembuatan produk tersebut secara sistematis. Dengan integrasi pendekatan STREAM, PjBL juga mendorong siswa untuk menyajikan informasi ilmiah secara jelas, baik secara lisan maupun tulisan, sehingga mereka lebih terampil dalam mengomunikasikan hasil belajar mereka (Agustina et al., 2022).

Di wilayah Sumedang, potensi budaya lokal seperti produksi oncom belum dimanfaatkan secara optimal sebagai media pembelajaran yang kontekstual. Oncom Pasir Reungit merupakan makanan tradisional khas Desa Pasir Reungit yang telah dibuat secara turun-temurun sejak sebelum tahun 1942 dan menjadi bagian dari identitas budaya masyarakat. Produk ini lahir dari kearifan lokal masyarakat Sunda dalam memanfaatkan bungkil kacang tanah melalui proses fermentasi alami untuk menghasilkan pangan bergizi dan tahan lama. Pembuatan oncom juga menjadi sumber penghidupan bagi warga setempat dan mencerminkan nilai gotong royong serta pelestarian tradisi kuliner. Dengan model PjBL berbasis Etno-STREAM (Sains, Teknologi, Religi, Rekayasa, Seni, dan Matematika), pembelajaran ini mengintegrasikan proses tradisional pembuatan oncom dengan ilmu pengetahuan modern, sehingga siswa memahami bioteknologi secara kontekstual sekaligus mengembangkan keterampilan komunikasi sains (Agustina et al., 2018).

Model PJBL berbasis Etno-STREAM dirancang untuk meningkatkan keterampilan komunikasi sains siswa dengan mengintegrasikan pembelajaran bioteknologi dalam konteks sosial dan budaya. Melalui model ini, siswa tidak hanya mempelajari konsep bioteknologi, tetapi juga dilatih untuk menyampaikan ide-ide ilmiah secara sistematis, berdiskusi, dan mempresentasikan hasil belajar mereka. Erstad et al. (2023) menyebutkan bahwa keterampilan abad ke-21, seperti kolaborasi dan komunikasi, dapat dikembangkan melalui pendekatan lintas disiplin yang melibatkan keterlibatan aktif siswa. Dalam konteks pembuatan Oncom Pasir Reungit, PJBL berbasis Etno-STREAM memberikan ruang bagi siswa untuk memahami proses fermentasi secara ilmiah, sekaligus mengasah kemampuan mereka dalam

mengomunikasikan konsep bioteknologi dengan menghubungkannya pada nilai-nilai lokal dan tradisi budaya.

Model *Project-Based Learning* (PJBL) berbasis Etno-STREAM dalam pembelajaran bioteknologi pembuatan Oncom Pasir Reungit digunakan untuk meningkatkan keterampilan komunikasi sains siswa sekaligus mengatasi beberapa kekurangan pada penelitian sebelumnya. Penelitian oleh Elva et al. (2021) menunjukkan bahwa model PJBL-STEM dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, dan kolaborasi siswa, namun belum mengintegrasikan nilai budaya lokal dan spiritual yang relevan dengan konteks pendidikan Indonesia. Model PJBL berbasis Etno-STREAM menggabungkan unsur budaya, agama, seni, teknologi, rekayasa, dan matematika, sehingga siswa dapat belajar secara ilmiah sekaligus kontekstual. Setiawaty et al. (2024) membuktikan bahwa pembelajaran berbasis etno-STREAM dengan kearifan lokal Aceh dan teknologi dapat meningkatkan pengetahuan siswa secara signifikan, sedangkan Nadya et al. (2024) menemukan peningkatan keterampilan komunikasi sains melalui penerapan model ini pada pembuatan MaLoCi. Sejalan dengan temuan Hidayat et al. (2022), model PJBL berbasis Etno-STREAM juga memperkuat hubungan antara teori ilmiah dan praktik budaya sehari-hari. Dalam konteks pembuatan Oncom Pasir Reungit, integrasi budaya lokal membantu siswa mengembangkan keterampilan komunikasi sains yang bermakna dan aplikatif, sekaligus menjembatani ilmu pengetahuan modern dengan tradisi daerah. Namun, meskipun pendekatan PjBL dan STEM sudah banyak diterapkan, penelitian menggunakan *Publish or Perish* dan pemetaan dengan VOSViewer mengungkapkan bahwa meskipun konsep-konsep ini saling terkait, pengintegrasian komunikasi sains dalam pembelajaran bioteknologi melalui PjBL berbasis Etno-STREAM masih minim. Visualisasi yang dihasilkan menunjukkan adanya celah penelitian yang perlu diisi, yaitu penerapan komunikasi sains yang lebih mendalam dalam konteks bioteknologi, yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini.

Dengan demikian, penelitian ini memperkenalkan inovasi penting dalam pembelajaran bioteknologi melalui penerapan model PJBL berbasis etno-

STREAM yang menggabungkan unsur religi dan budaya lokal dalam konteks pendidikan sains. Berbeda dengan model dan pendekatan sebelumnya yang lebih menitikberatkan pada sains dan teknologi, penelitian ini mengusung konsep yang lebih komprehensif dengan menyertakan elemen-elemen seperti agama dan nilai-nilai budaya, terutama melalui pembelajaran pembuatan oncom pasir reungit yang berbasis bioteknologi tradisional. Model ini tidak hanya membantu siswa untuk memahami konsep-konsep ilmiah dengan lebih mendalam, tetapi juga mendorong mereka untuk menyampaikan pengetahuan tersebut dengan cara yang lebih relevan dengan kehidupan sehari-hari mereka. Dengan menggabungkan sains, teknologi, religi, rekayasa, seni, dan matematika, penelitian ini memberikan kontribusi baru dalam meningkatkan keterampilan komunikasi sains siswa secara kreatif, kontekstual, dan lebih terintegrasi.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka akan dilakukan penelitian dengan judul **Peningkatan Komunikasi Sains Siswa Menggunakan Model Pjbl Berbasis Etno-Stream (*Science, Technology, Religion, Engineering, Arts And Mathematics*) Pada Pembuatan Oncom Pasir Reungit Sumedang.**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah yang dibuat dalam penelitian ini adalah “Bagaimana Peningkatan Komunikasi Sains Siswa Menggunakan Model Pjbl Berbasis Etno-Stream Pada Pembuatan Oncom Pasir Reungit Sumedang?” Selanjutnya setelah rumusan masalah ditetapkan, sehingga kajian masalah penelitian dapat dibahas secara sistematis, maka rumusan masalah tersebut dirinci dalam pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana keterlaksanaan model PJBL berbasis Etno-STREAM pada pembelajaran bioteknologi pembuatan oncom pasir reungit?
2. Bagaimana peningkatan keterampilan komunikasi sains siswa pada kelas yang menggunakan model PJBL berbasis Etno-STREAM dan kelas yang menggunakan model PjBL tanpa Etno-STREAM?

3. Bagaimana perbedaan keterampilan komunikasi sains siswa pada kelas yang menggunakan model PJBL berbasis Etno-STREAM dengan kelas yang menggunakan model PJBL tanpa Etno-STREAM?
4. Bagaimana hasil asesmen terhadap produk Oncom Pasir Reungit yang dihasilkan siswa pada kelas yang menggunakan model PJBL berbasis Etno-STREAM dan kelas yang menggunakan model PJBL tanpa Etno-STREAM?
5. Bagaimana refleksi siswa terhadap model PJBL berbasis Etno-STREAM pada pembuatan oncom pasir reungit?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan pertanyaan penelitian di atas, tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Tujuan Umum

Untuk menganalisis pengaruh model PJBL berbasis Etno-STREAM terhadap peningkatan keterampilan komunikasi sains siswa pada materi bioteknologi pembuatan oncom pasir reungit.

2. Tujuan Khusus

- a. Untuk mendeskripsikan keterlaksanaan model PJBL berbasis Etno-STREAM pada pembelajaran bioteknologi pembuatan oncom pasir reungit.
- b. Untuk menganalisis peningkatan keterampilan komunikasi sains siswa pada kelas yang menggunakan model PJBL berbasis Etno-STREAM dan kelas yang menggunakan model PJBL tanpa Etno-STREAM.
- c. Untuk menganalisis perbedaan keterampilan komunikasi sains siswa pada kelas yang menggunakan model PJBL berbasis Etno-STREAM dengan kelas yang menggunakan model PJBL tanpa Etno-STREAM.
- d. Untuk menganalisis hasil asesmen terhadap produk oncom Pasir Reungit yang dihasilkan siswa pada kelas yang menggunakan model PJBL

berbasis Etno-STREAM dan kelas yang menggunakan model PjBL tanpa Etno-STREAM.

- e. Untuk mendeskripsikan refleksi siswa terhadap model PJBL berbasis Etno-STREAM pada pembuatan oncom pasir reungit.

D. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian di atas, berikut merupakan manfaat dari penelitian ini:

1. Manfaat Teoritis

- a. Sebagai referensi tambahan dalam mengembangkan model pembelajaran berbasis Etno-STREAM untuk meningkatkan keterampilan komunikasi sains siswa.
- b. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan teori pembelajaran berbasis budaya lokal (etnografi) dalam konteks pendidikan sains.
- c. Menjadi acuan bagi penelitian serupa yang ingin mengkaji pendekatan Etno-STREAM dalam pembelajaran bioteknologi.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi Sekolah
Memberikan informasi tentang efektivitas penerapan model PJBL berbasis Etno-STREAM dalam meningkatkan keterampilan komunikasi sains siswa, sehingga dapat digunakan sebagai referensi untuk mengembangkan strategi pembelajaran inovatif.
- b. Bagi Guru
Menyediakan inspirasi dan panduan praktis dalam mengimplementasikan model PJBL berbasis Etno-STREAM, serta mendorong pengayaan strategi pembelajaran yang kreatif dan kontekstual berbasis budaya lokal.
- c. Bagi Siswa
Meningkatkan keterampilan komunikasi sains siswa melalui model dan pendekatan pembelajaran yang berfokus pada praktik langsung, seperti

pembuatan oncom, sehingga mendorong partisipasi aktif dan pemahaman yang lebih mendalam.

d. Bagi Peneliti

Menambah wawasan tentang implementasi pembelajaran berbasis Etno-STREAM dan memberikan pengalaman yang berharga untuk menjadi pendidik yang inovatif serta relevan dengan tantangan pendidikan abad ke-21.

E. Kerangka Berpikir

Kajian literatur menjadi langkah awal dalam penelitian ini untuk menelaah berbagai isu utama yang relevan di abad ke-21. Keterampilan abad 21, terutama dalam komunikasi sains, merupakan kompetensi penting yang harus dimiliki siswa SMA agar mampu bersaing di masa depan, baik dalam dunia kerja maupun pendidikan tinggi. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan kemampuan komunikasi sains siswa sehingga mereka dapat mengatasi berbagai tantangan masa depan dengan baik. Inovasi dalam desain pembelajaran merupakan elemen kunci dalam memenuhi tuntutan abad ke-21. Hasil kajian literatur yang dilakukan di salah satu sekolah di Sumedang mengungkapkan bahwa siswa belum mencapai kriteria yang diharapkan dalam aspek komunikasi sains. Situasi ini mengkhawatirkan, mengingat komunikasi sains merupakan salah satu keterampilan terpenting yang harus dikuasai siswa dalam pembelajaran sains. Temuan ini menyoroti pentingnya, khususnya bagi siswa sekolah menengah, dalam mengembangkan inovasi pembelajaran untuk meningkatkan komunikasi sains sambil mendukung terwujudnya visi dan misi sekolah.

Hasil kajian literatur dan temuan di lapangan kemudian dianalisis untuk dilakukan penelitian. Dalam Kurikulum Merdeka, materi bioteknologi konvensional merupakan bagian dari cakupan materi inovasi teknologi biologi pada Fase E (Kelas X). Capaian Pembelajaran (CP) pada fase ini mencakup kemampuan peserta didik untuk memahami konsep, manfaat, dan dampak bioteknologi, baik konvensional maupun modern, serta penerapannya dalam

kehidupan sehari-hari. Pada materi ini, siswa diharapkan mampu menyajikan hasil identifikasi jenis-jenis bioteknologi konvensional, termasuk proses fermentasi dalam pembuatan produk pangan tradisional, seperti oncom Pasir Reungit. Berdasarkan CP tersebut, dirumuskan Tujuan Pembelajaran (TP) sebagai berikut: 1) Peserta didik dapat menjelaskan konsep dasar bioteknologi konvensional dan prinsip fermentasi melalui diskusi kelas dan bacaan dengan tepat dan runtut, 2) Peserta didik dapat mengubah bentuk penyajian data tentang sejarah, proses pembuatan, dan bahan oncom Pasir Reungit berdasarkan data literatur dan wawancara ke dalam diagram atau tabel yang sistematis dan menarik, 3) Peserta didik dapat melakukan praktik pembuatan oncom Pasir Reungit sesuai prosedur yang dipelajari dengan mencatat pengamatan fermentasi secara rutin dalam tabel harian, 4) Peserta didik dapat menjelaskan hasil pengamatan perbedaan karakteristik oncom berdasarkan variasi takaran bahan dan kondisi fermentasi melalui diskusi kelompok secara ilmiah dan terstruktur dan 5) Peserta didik dapat menyusun laporan tertulis dengan mengubah bentuk penyajian data hasil fermentasi ke dalam grafik atau tabel yang komunikatif dan informatif. Berdasarkan analisis CP dan TP, ditetapkan indikator keterampilan komunikasi sains sebagai berikut: 1) Mengubah bentuk penyajian data, 2) Menggambarkan data empiris hasil percobaan atau pengamatan dengan grafik atau tabel, 3) Menjelaskan hasil percobaan atau pengamatan, 4) Membaca grafik atau tabel, dan 5) Mendiskusikan hasil kegiatan ilmiah (Rustaman, 2005).

Dalam menghadapi tantangan pembelajaran abad ke-21, diperlukan model pembelajaran yang tidak hanya mendorong partisipasi aktif siswa tetapi juga meningkatkan keterampilan komunikasi mereka. Salah satu model yang sesuai adalah Project Based Learning (PjBL) berbasis Etno-STREAM, yang mengintegrasikan elemen *science* (proses fermentasi ilmiah), *technology* (menentukan peralatan yang digunakan), *religion* (nilai spiritual dalam proses pembuatan), *engineering* (merancang desain inkubator sederhana dan menyusun langkah kerja pembuatan oncom), *art* (desain kemasan produk yang menarik dan ramah lingkungan), serta *mathematics* (perhitungan komposisi

bahan dan jumlah alat). Dalam pembelajaran bioteknologi berbasis etnosains, seperti pembuatan Oncom Pasir Reungit di Sumedang, siswa belajar tentang proses fermentasi tradisional sebagai contoh bioteknologi konvensional. Siswa juga merancang dan membuat inkubator sederhana dari bahan yang mudah ditemukan untuk membantu proses fermentasi. Kegiatan ini memberikan pengalaman belajar yang bermakna dan praktis bagi siswa.

Etno dalam pembelajaran ini merujuk pada pengetahuan asli masyarakat yang dikaitkan dengan teori sains dalam pembuatan Oncom Pasir Reungit. Siswa belajar dari pengetahuan lokal ini dan mengaitkannya dengan konsep-konsep ilmiah dalam bioteknologi konvensional. Dalam aspek *science*, siswa mempelajari proses fermentasi ilmiah yang terjadi saat pembuatan oncom, mengamati bagaimana mikroorganisme bekerja untuk mengubah bahan baku menjadi produk fermentasi. Dalam aspek *technology*, siswa mengeksplorasi dan menentukan alat-alat sederhana yang dibutuhkan untuk praktik pembuatan oncom, sehingga mereka memahami fungsi dan penggunaan peralatan tersebut dalam proses fermentasi. Aspek *religion* dijelaskan dengan mengaitkan nilai-nilai dalam hadis yang mendorong pembuatan makanan yang bersih dan halal, misalnya "Sesungguhnya Allah itu baik dan menyukai yang baik, dan makanan yang baik adalah makanan yang diolah dengan cara yang bersih dan halal" (HR. Muslim), yang mengajarkan siswa tentang etika dalam produksi pangan. Aspek *engineering* diterapkan melalui tahapan Pikir–Desain–Buat–Uji (P–D–B–U), di mana siswa merancang inkubator sederhana dan menyusun langkah kerja fermentasi secara sistematis untuk mendukung keberhasilan proses pembuatan oncom. Aspek *Art* diimplementasikan dalam desain kemasan oncom yang menarik dan ramah lingkungan, misalnya menggunakan bahan daur ulang untuk menghasilkan kemasan yang menarik dan dapat meningkatkan nilai jual produk. Aspek *mathematics* diperkenalkan saat siswa menghitung komposisi bahan yang diperlukan untuk fermentasi optimal, jumlah ragi yang dibutuhkan, serta estimasi jumlah alat dan biaya produksi.

Penelitian ini dilakukan di kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan fokus pada materi bioteknologi konvensional, khususnya proses fermentasi

dalam pembuatan Oncom Pasir Reungit. Pendekatan yang digunakan adalah CP-TP, di mana siswa melakukan observasi terhadap bahan dan proses fermentasi untuk memahami konsep dasar bioteknologi konvensional. Siswa kemudian melakukan percobaan pembuatan oncom dengan memvariasikan faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan fermentasi, sambil mengembangkan keterampilan komunikasi sains melalui penyajian data eksperimen dalam bentuk grafik atau tabel. Selama proses ini, siswa juga menyusun laporan hasil percobaan dan mendiskusikan manfaat bioteknologi konvensional dalam kehidupan sehari-hari. Penelitian ini mengintegrasikan aspek ilmiah yang meliputi pemahaman terhadap jenis bahan, teknik pembuatan, faktor yang memengaruhi proses fermentasi, serta analisis ciri-ciri keberhasilan produk yang dihasilkan, sehingga siswa dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang aplikasi bioteknologi dalam kehidupan mereka.

Pembelajaran di kelas eksperimen menggunakan model pembelajaran PjBL berbasis Etno – STREAM, yang terdiri dari langkah-langkah berikut: *Reflection* (Membangun pemahaman awal tentang Oncom Pasir Reungit melalui pengantar, diskusi sejarah, proses, dan nilai lokal serta spiritualnya), *Research* (Mencari informasi dari berbagai sumber tentang sejarah, bahan, alat, dan mikroorganisme dalam pembuatan oncom Pasir Reungit), *Discovery* (Mencari tahu kendala dalam pembuatan oncom dan merancang solusi sederhana dengan menentukan alat, bahan, dan langkah kerja), *Application* (Melakukan praktik fermentasi oncom, mengamati perubahan selama proses, dan menganalisis hasil berdasarkan variasi bahan serta menyusun laporan hasilnya) dan *Communication* (Menyampaikan hasil fermentasi dalam bentuk laporan dan presentasi, serta mendiskusikan kendala dan solusi secara ilmiah) (D. Laboy-Rush, 2010). Pembelajaran dengan model PjBL berbasis Etno-STREAM memiliki keunggulan dalam mengajarkan berbagai keterampilan modern abad 21 dan juga bersifat interdisipliner meningkatkan dalam kemampuan komunikasi sains. Disisi lain pembelajaran Etno-STREAM juga

memiliki kekurangan yaitu menyita waktu dan menuntut siswa untuk sudah terampil dengan pembelajaran STREAM (Hadinugrahaningsih et al, 2017).

Sementara itu, pada kelas kontrol menggunakan model pembelajaran PjBL sederhana adapun langkahnya yaitu, 1) Merumuskan pertanyaan dasar terkait proses pembuatan oncom dan faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan fermentasi. 2) Merancang rencana proyek pembuatan oncom, mulai dari rumusan masalah, variabel, alat, bahan, hingga langkah kerja secara sistematis. 3) Menyusun jadwal pelaksanaan proyek dan format pengamatan harian selama fermentasi oncom. 4) Melaksanakan praktik awal pembuatan oncom sesuai prosedur, serta mencatat perubahan selama proses fermentasi. 5) Menghimpun data hasil fermentasi oncom dan menyusun laporan berdasarkan pengamatan dan dokumentasi. 6) Mempresentasikan hasil proyek, membandingkan antar kelompok, dan merefleksikan tantangan serta manfaat proses fermentasi oncom (Yulianto, 2017). Model pembelajaran PJBL memiliki keunggulan yaitu, meningkatkan kolaborasi dan juga memberikan pengalaman nyata dalam pengorganisasi proyek. Adapun kekurangan model ini yaitu menyita banyak waktu dan mengeluarkan biaya yang tidak murah (Hosnan, 2014).

Hasil penelitian dari kedua kelas tersebut akan dianalisis untuk menilai peningkatan keterampilan komunikasi sains siswa pada topik bioteknologi konvensional dalam pembuatan Oncom Pasir Reungit. Kerangka konseptual yang mendasari penelitian ini disajikan dalam Gambar 1.1.

F. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka dirumuskan hipotesis penelitian sebagai berikut: *Terdapat Perbedaan Peningkatan Komunikasi Sains Siswa Menggunakan Model PjBL Berbasis Etno-STREAM Pada Pembuatan Oncom Pasir Reungit Sumedang.*

H_0 : Tidak terdapat perbedaan peningkatan komunikasi sains antara siswa yang menggunakan model PjBL berbasis Etno-STREAM dengan siswa yang

menggunakan model PjBL tanpa Etno-STREAM pada pembuatan Oncom Pasir Reungit Sumedang.

H_1 : Terdapat perbedaan peningkatan komunikasi sains antara siswa yang menggunakan model PjBL berbasis Etno-STREAM dengan siswa yang menggunakan model PjBL tanpa Etno-STREAM pada pembuatan Oncom Pasir Reungit Sumedang.

G. Hasil Penelitian yang Relevan

Beberapa penelitian yang relevan berdasarkan perkembangan STREAM dan Komunikasi Sains adalah sebagai berikut:

1. Penelitian Nadya et al (2024) mengenai perbedaan keterampilan komunikasi sains siswa dalam pembuatan MaLoCi menggunakan model PjBL dengan pendekatan Etno-STREAM dan tanpa STREAM. Hasilnya, siswa dengan pendekatan Etno-STREAM menunjukkan peningkatan keterampilan komunikasi sains yang lebih baik dibandingkan dengan yang tanpa STREAM.
2. Penelitian Setiawaty et al (2024) mengenai peningkatan pengetahuan dan literasi membaca siswa melalui pembelajaran berbasis Etno-STREAM yang mengintegrasikan kearifan lokal Aceh menggunakan media kartu edukatif berbasis augmented reality (AR) di Madrasah Ibtidaiyah Aceh Utara. Hasilnya menunjukkan peningkatan pengetahuan siswa dengan N-Gain 80,51% (kategori tinggi).
3. Penelitian Indallah (2024) mengenai pengukuran kreativitas siswa dalam pembuatan manisan buah dengan pendekatan etno-STREAM, yang mengintegrasikan kearifan lokal dengan aspek Teknologi, Agama, Teknik, Seni, Matematika, dan Sains.
4. Elva et al (2021) mengenai pengaruh implementasi model *Project-Based Learning* (PJBL) berbasis STEM terhadap pembelajaran sains di abad 21. Hasilnya menunjukkan bahwa model PJBL-STEM dapat meningkatkan penguasaan konsep, keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kemampuan komunikasi, dan keterampilan kolaborasi siswa, yang semuanya

merupakan keterampilan penting di abad 21 untuk mendukung kesiapan siswa menghadapi tantangan dunia kerja.

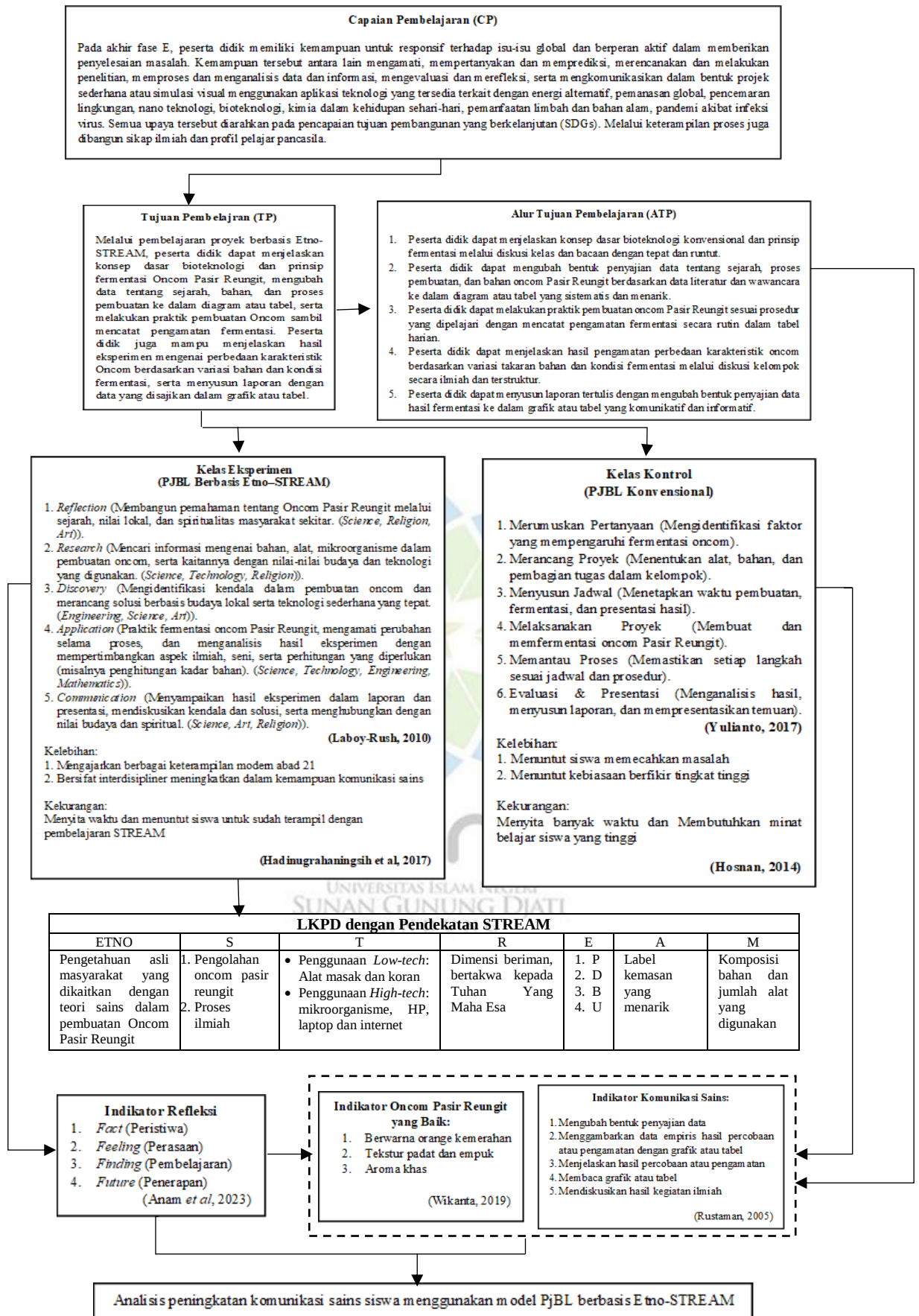
5. Hidayat et al (2022) mengenai pengaruh model pembelajaran Project-Based Learning (PJBL) terhadap keterampilan komunikasi siswa dalam pembelajaran IPA. Hasilnya menunjukkan bahwa kelas eksperimen dengan PJBL mengalami peningkatan keterampilan komunikasi yang signifikan ($P\text{-value} = 0,000$) dengan skor N-gain 0,45, sementara kelas kontrol hanya menunjukkan peningkatan rendah dengan skor N-gain 0,11.
6. Penelitian Karim et al (2022) mengenai efektivitas alat pembelajaran berbasis Ethno-STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa di SMP Muhammadiyah Tilango.
7. Penelitian Prabawati et al (2023) mengenai tren implementasi Etnosains-STEAM dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa pada pembelajaran IPA. Hasilnya menunjukkan bahwa pendekatan ini efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa.
8. Penelitian Agustina et al (2020) mengenai pengembangan program pembelajaran Biologi Terapan berbasis STREAM untuk melatih keterampilan berpikir sistem (KBS) mahasiswa melalui pembuatan kompos, nata de soya, dan biopestisida. Hasilnya menunjukkan bahwa pendekatan STREAM efektif membekali KBS.
9. Penelitian Agustina et al (2022) mengenai penerapan pendekatan STREAM pada mahasiswa Pendidikan Biologi dalam pembuatan proyek model struktur Anatomi Tumbuhan, untuk menganalisis pencapaian aspek STREAM pada produk yang dihasilkan.
10. Penelitian Mujaddi et al (2022) mengenai peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa setelah belajar menggunakan pendekatan STREAM (sains, teknologi, agama, teknik, seni, dan matematika) pada materi ekosistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan STREAM dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dengan nilai N-Gain rata-rata sebesar 67% dalam kategori sedang.

11. Penelitian Agustina et al (2019) mengenai identifikasi kreativitas mahasiswa yang mengikuti perkuliahan Mikrobiologi dengan konten Bioteknologi Tradisional menggunakan strategi pembelajaran STREAM. Hasilnya menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STREAM dapat meningkatkan kreativitas mahasiswa, dengan pencapaian tertinggi pada indikator berpikir terperinci (elaboration) dan terendah pada berpikir orisinal (originality).
12. Penelitian Harisanti (2019) mengenai keterampilan komunikasi ilmiah secara lisan siswa SMA Al-Azhar Kayangan melalui pembelajaran yang mengintegrasikan kearifan lokal. Hasilnya menunjukkan bahwa kemampuan komunikasi lisan siswa masih dalam kategori rendah, dan keterampilan tersebut perlu dilatihkan secara berulang-ulang untuk meningkatkan kemampuan siswa.

Berbagai penelitian sebelumnya telah menunjukkan efektivitas pendekatan Etno-STREAM dan model Project-Based Learning (PjBL) dalam meningkatkan keterampilan abad 21 siswa, termasuk keterampilan komunikasi sains. Indallah (2024) menekankan pentingnya integrasi kearifan lokal dalam pembelajaran melalui pendekatan Etno-STREAM yang terbukti mampu menumbuhkan kreativitas siswa. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Setiawaty et al. (2024) yang menunjukkan bahwa pendekatan Etno-STREAM berbasis media augmented reality mampu meningkatkan pengetahuan siswa secara signifikan. Nadya et al. (2024) secara spesifik membandingkan model PjBL dengan dan tanpa pendekatan Etno-STREAM, dan hasilnya menunjukkan bahwa pendekatan Etno-STREAM lebih mendukung pengembangan keterampilan komunikasi sains. Hal ini sejalan dengan penelitian Hidayat et al. (2022) dan Elva et al. (2021), yang menyimpulkan bahwa model PjBL mampu meningkatkan berbagai keterampilan penting abad 21, termasuk kemampuan berpikir kritis, komunikasi, dan kolaborasi. Di sisi lain, penelitian Harisanti (2019) mengungkap bahwa kemampuan komunikasi ilmiah siswa masih tergolong rendah, sehingga diperlukan intervensi

pembelajaran yang melatih keterampilan ini secara berulang. Beberapa studi lainnya (Karim et al., 2022; Prabawati et al., 2023; Mujaddi et al., 2022) juga menunjukkan bahwa pendekatan berbasis Etno-STREAM atau Ethno-STEM mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa. Oleh karena itu, kombinasi antara pendekatan Etno-STREAM dan model PjBL dinilai relevan untuk mengembangkan keterampilan komunikasi sains secara kontekstual dan berkelanjutan. Namun demikian, masih sedikit penelitian yang secara spesifik mengkaji penerapan PjBL berbasis Etno-STREAM dalam konteks pembelajaran bioteknologi dan pengembangan keterampilan komunikasi sains secara terukur. Oleh karena itu, diperlukan studi lanjutan yang fokus pada pengembangan model pembelajaran yang kontekstual dan melatih komunikasi sains secara sistematis.





Gambar 1. 1 Kerangka Berpikir