BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Konsep bioteknologi yang aplikasinya banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari menjadikan materi ini memiliki peran penting dalam pembelajaran IPA. Melalui pembelajaran bioteknologi, siswa tidak hanya mempelajari konsep ilmiah, tetapi juga dapat memahami pemanfaatan proses biologis dalam menghasilkan berbagai produk yang berkaitan dengan kebutuhan manusia. Pada kenyataannya pembelajaran di kelas saat ini belum berlangsung dengan ideal. Berbagai riset menunjukkan bahwa guru masih sering berfokus pada penyampaian teori semata. Murid jarang diberi ruang untuk belajar lewat proyek langsung yang dekat dengan keseharian mereka (Anisak et al., 2025). Dampaknya, konsep bioteknologi khususnya fermentasi sering kali hanya dipahami sebatas hafalan teks tanpa benar-benar dimaknai peranannya dalam konteks nyata dan lingkungan sekitar (Duda et al., 2021). Kurangnya ruang eksplorasi akhirnya membatasi murid saat harus menerapkan ilmu bioteknologi untuk menganalisis persoalan, menyusun gagasan, serta menetapkan pilihan secara rasional-ilmiah (Ramadhani et al., 2024). Dalam pembelajaran, literasi halal juga masih jarang diintegrasikan ke dalam materi bioteknologi pangan. Murid belum terbiasa meneliti bagaimana alur produksi dan jenis bahan baku saling mempengaruhi status kehalalan produk olahan (Harunaningtyas & Rohana, 2025). Oleh sebab itu, diperlukan pendekatan pembelajaran yang memberikan pengalaman nyata melalui kegiatan menghasilkan produk sekaligus mendorong peserta didik menghubungkan pengetahuan sains dengan pertimbangan kehalalan dalam kehidupan sehari-hari (Herlinawati & Octavia, 2025).

Gambaran tersebut diperkuat melalui kegiatan studi pendahuluan berupa praktikum fermentasi tepache menggunakan kulit nanas. Minuman ini dibuat dengan memanfaatkan kulit dan bagian buah nanas yang difermentasi oleh mikroorganisme. Selama fermentasi, bahan mengalami perubahan yang dapat

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN GUNUNG DJATI
BANDUNG

diamati melalui aroma, rasa, warna, dan tingkat keasaman. Melalui kegiatan tersebut, siswa memperoleh pengalaman langsung dalam mengolah limbah kulit buah dan mengamati proses fermentasi sebagai salah satu penerapan bioteknologi. Dalam kegiatan ini, siswa terlibat secara langsung dalam proses pembuatan dan mengamati perubahan yang terjadi selama fermentasi. Siswa menemukan bahwa lama fermentasi memengaruhi rasa yang dihasilkan, sedangkan jumlah gula yang digunakan turut memengaruhi karakteristik minuman. Temuan selama praktikum membuat siswa membandingkan hasil fermentasi dan mempertimbangkan perlakuan yang digunakan untuk memperoleh hasil yang sesuai. Pengolahan kulit nanas menjadi produk fermentasi juga memberi kesempatan kepada siswa untuk mencoba, mengembangkan gagasan, dan menentukan langkah selama proses pembuatan. Pengalaman tersebut menunjukkan bahwa praktikum fermentasi dapat memberikan pengalaman belajar yang nyata sekaligus membuka ruang bagi siswa untuk mengembangkan kreativitas melalui proses menghasilkan suatu produk.

Salah satu model pembelajaran yang cocok dengan uraian di atas adalah pembelajaran berbasis proyek (PjBL). PjBL merupakan model pembelajaran dimana siswa terlibat langsung dalam kegiatan proyek dimulai dengan memahami masalah dan mencari informasi yang diperlukan, lalu dilanjutkan dengan menyusun rencana dan mengerjakan proyek bersama kelompok. Selama pembelajaran berlangsung, siswa menentukan langkah yang perlu dilakukan, menilai hasil pekerjaan, dan membahas kembali kegiatan yang sudah mereka lakukan (Zhou et al., 2025). Guo et al. (2020) juga menjelaskan bahwa PjBL ditunjukkan melalui kegiatan membuat produk untuk menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan kondisi nyata. Dalam proses tersebut, siswa menggunakan dan mengembangkan pengetahuan secara bersama-sama melalui kegiatan kelompok. Almulla (2020) menambahkan bahwa penerapan PjBL mencakup pembelajaran kolaboratif, pembelajaran lintas bidang ilmu, proses belajar yang berlangsung secara berulang, serta pembelajaran autentik yang mendorong keterlibatan siswa.

Kreativitas siswa pada penelitian ini dilihat dari kemampuan yang muncul ketika mereka mengerjakan proyek. Penilaiannya menggunakan kerangka Villalba (2008), dengan aspek yang meliputi orisinalitas, relevansi, fleksibilitas berpikir,

ketajaman berpikir, ketekunan dan keterbukaan, keterlibatan emosional, serta kemampuan beradaptasi. Penerapan PjBL dalam pembelajaran dapat membantu mengembangkan kreativitas, hasil belajar, kemampuan berpikir kritis, dan keterampilan abad ke-21. Hal tersebut terlihat melalui keterlibatan siswa dalam mengerjakan proyek yang berkaitan dengan masalah dan situasi yang mereka temui dalam kehidupan sehari-hari (Nazwari et al., 2025). Keterlibatan siswa secara langsung dalam kegiatan proyek penting diterapkan pada pembelajaran bioteknologi. Konsep yang dipelajari tidak hanya dipahami sebagai teori, tetapi juga dapat diterapkan untuk menyelesaikan masalah yang ada di lingkungan sekitar siswa (Tuzzahra et al., 2024).

Pembelajaran berbasis proyek dapat dilakukan melalui kegiatan yang dekat dengan kehidupan sehari-hari siswa. Salah satu persoalan yang dekat dengan kehidupan siswa adalah pemanfaatan limbah rumah tangga. Nuryantini et al. (2026), misalnya, memanfaatkan serbuk cangkang telur sebagai bahan pengisi hidrogel agarosa untuk media pertumbuhan bibit brokoli. Dalam penelitian ini, persoalan pemanfaatan limbah diangkat ke dalam pembelajaran bioteknologi melalui proyek fermentasi kulit buah yang biasanya dibuang. Kulit buah yang biasanya dibuang masih mengandung berbagai komponen yang dapat dimanfaatkan dalam proses fermentasi. Pemanfaatan kulit buah melalui proses fermentasi dapat menghasilkan produk minuman yang memiliki fungsi bagi kesehatan, salah satunya minuman probiotik. Kulit buah masih mengandung berbagai komponen yang dapat dimanfaatkan dalam proses fermentasi. Minuman probiotik mengandung mikroorganisme hidup yang apabila dikonsumsi dalam jumlah cukup dapat membantu menjaga keseimbangan mikrobiota usus dan mendukung kerja sistem pencernaan (Pramanik et al., 2023). Produk probiotik tidak selalu harus dibuat dari susu, kulit buah dapat digunakan sebagai media fermentasi karena masih mengandung serat, vitamin, mineral, senyawa fenolik, flavonoid, serta gula alami yang dibutuhkan bakteri asam laktat untuk tumbuh (Meenu et al., 2024). Pemanfaatan bahan tersebut tidak hanya memberikan nilai tambah pada sisa hasil pertanian maupun industri pangan, tetapi juga dapat mengurangi limbah organik (Mishra et al., 2024). Dalam pembelajaran IPA, pemanfaatan kulit buah sebagai

bahan fermentasi memberikan kesempatan kepada siswa untuk mempelajari proses bioteknologi melalui kegiatan yang dapat diamati secara langsung. Siswa dapat mengamati peran mikroorganisme, perubahan sifat bahan, serta kondisi yang memengaruhi hasil fermentasi.

Pemahaman terhadap proses fermentasi menjadi bagian penting dalam proyek tersebut karena perubahan yang terjadi pada bahan berkaitan langsung dengan aktivitas mikroorganisme. Fermentasi terjadi ketika mikroorganisme mengubah senyawa organik, terutama karbohidrat, menjadi senyawa yang lebih sederhana melalui reaksi enzimatis dalam kondisi tertentu (Saud et al., 2024). Faktor lain yang turut menentukan keberhasilannya meliputi kultur starter, kadar gula, pH, suhu, ketersediaan oksigen, dan waktu fermentasi (Gänzle et al., 2024). Faktor-faktor tersebut tidak hanya berkaitan dengan keberhasilan fermentasi, tetapi juga perlu diperhatikan dari sisi kehalalan produk. Sumber kultur starter dan bahan tambahan harus diketahui dengan jelas, sedangkan etanol yang mungkin terbentuk selama fermentasi perlu diperiksa kadarnya. Pemahaman terhadap proses tersebut memungkinkan siswa melihat bahwa fermentasi tidak hanya berkaitan dengan perubahan biologis dan kimiawi, tetapi juga dengan mutu, keamanan, dan kehalalan produk (Sari et al., 2025).

Keterkaitan antara proses fermentasi dan kehalalan produk dapat dipelajari melalui pemeriksaan terhadap karakteristik minuman yang dihasilkan. Minuman yang telah difermentasi perlu diperiksa untuk mengetahui kondisi mikrobiologis dan kimianya. Pemeriksaan mikrobiologis meliputi pengamatan bentuk koloni, morfologi sel menggunakan mikroskop, serta penghitungan jumlah mikroorganisme dalam satuan $\log^{10}$ CFU/mL. Sementara itu, kondisi kimia minuman dapat diketahui melalui pengukuran pH dan kadar etanol. Perubahan jumlah mikroorganisme dan nilai pH dapat digunakan untuk melihat perkembangan yang terjadi selama fermentasi (Chiarini et al., 2024). Kadar etanol juga perlu diukur karena menjadi salah satu aspek yang perlu diperhatikan dalam menentukan kehalalan produk fermentasi. Ketentuan mengenai alkohol dan etanol dalam produk makanan maupun minuman mengacu pada Fatwa MUI Nomor 10 Tahun 2018 (Majelis Ulama Indonesia, 2018). Data hasil pemeriksaan tersebut dapat digunakan

siswa untuk memahami kondisi produk yang mereka buat. Melalui data tersebut, siswa dapat menghubungkan aktivitas mikroorganisme dengan perubahan bahan selama fermentasi, mutu minuman, serta pertimbangan kehalalan produk.

Kegiatan pemeriksaan tersebut akan lebih bermakna apabila siswa terlibat langsung sejak tahap perencanaan hingga penilaian produk. Fermentasi akan lebih mudah dipahami ketika siswa memperoleh kesempatan untuk mengalami sendiri proses pembuatannya. Namun, pembelajaran bioteknologi di kelas kebanyakan masih berpusat pada penjelasan konsep sehingga siswa belum memperoleh kesempatan yang cukup untuk menerapkan pengetahuan tersebut dalam pembuatan produk fermentasi (Rohmah & Puspitawati, 2025). Pembelajaran yang demikian cenderung mendorong siswa menghafal materi, tetapi belum banyak melatih mereka dalam menyusun rancangan, memecahkan masalah, membaca data, dan mengembangkan gagasan (Ayudyaningsih et al., 2024). Pembelajaran berbasis proyek memang telah diterapkan pada materi bioteknologi. Akan tetapi, kegiatan yang dilakukan masih sering berfokus pada penguasaan materi dan penyelesaian produk. Penilaian terhadap kehalalan bahan dan proses pembuatannya belum banyak dimasukkan sebagai bagian dari proyek (Nurwulan & Rusdan, 2023).

Kebutuhan tersebut didukung oleh hasil penelitian tentang penerapan PjBL dalam pembelajaran bioteknologi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penerapan PjBL membuat siswa lebih terlibat dalam pembelajaran. Siswa mengikuti kegiatan penyelidikan, melakukan percobaan, dan membuat produk yang berkaitan dengan materi yang dipelajari. Kegiatan tersebut membuat siswa memperoleh pengalaman langsung dalam memahami materi, sehingga pembelajaran tidak hanya berlangsung melalui penjelasan guru. (Hotimah et al., 2025). Ketika penyelidikan diarahkan pada masalah yang nyata, siswa juga belajar menggunakan konsep sains untuk memahami dan menyelesaikan persoalan yang dihadapi. Pengalaman tersebut dapat mendukung peningkatan literasi sains mereka (Shaumuristi et al., 2025). Meskipun demikian, penelitian tentang proyek fermentasi yang telah dilakukan kebanyakan mengkaji literasi sains dan kreativitas tanpa memasukkan analisis kehalalan produk secara jelas (Herlinawati & Octavia, 2025). Penelitian mengenai pemanfaatan kulit buah juga masih banyak berfokus

pada kandungan serat, polifenol, antioksidan, serta peluang pengolahannya menjadi pangan fungsional (Kamal et al., 2026). Penelitian mengenai literasi halal membahas kemampuan seseorang dalam memahami, menelaah, dan menentukan kehalalan produk berdasarkan bukti ilmiah dan ketentuan syariat Islam (Umusalamah, 2025). Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa kajian yang menghubungkan PjBL, fermentasi kulit buah, kreativitas, dan literasi halal sebagai satu kesatuan dalam pembelajaran bioteknologi masih terbatas.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, pembuatan minuman probiotik dari fermentasi limbah kulit buah digunakan sebagai kegiatan proyek dalam pembelajaran. Melalui kegiatan ini, siswa mempelajari proses fermentasi sekaligus mempertimbangkan kehalalan bahan, proses pengolahan, dan produk yang dihasilkan. Kreativitas siswa dilihat selama proses merancang dan mengerjakan proyek, termasuk ketika menghadapi kendala dan melakukan perbaikan terhadap produk. Literasi halal dilihat dari kemampuan siswa memahami dan menganalisis informasi mengenai kehalalan serta menggunakan informasi tersebut dalam menentukan keputusan. Gagasan tersebut kemudian dituangkan dalam penelitian yang berjudul **"Pembelajaran Berbasis Proyek pada Pembuatan Minuman Probiotik dari Fermentasi Limbah Kulit Buah-Buahan untuk Melatih Kreativitas dan Meningkatkan Literasi Halal Siswa."**

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN GUNUNG DJATI
BANDUNG

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana keterlaksanaan model PjBL pada pembuatan minuman probiotik dari fermentasi limbah kulit buah-buahan untuk melatih kreativitas dan meningkatkan literasi halal siswa pada materi bioteknologi?
2. Bagaimana peningkatan literasi halal siswa setelah mengikuti PjBL melalui proyek pembuatan minuman probiotik dari fermentasi limbah kulit buah-buahan ?

3. Bagaimana kreativitas siswa selama mengikuti pembelajaran berbasis proyek melalui pembuatan minuman probiotik dari fermentasi limbah kulit buah-buahan ?
4. Bagaimana respon siswa terhadap penerapan pembelajaran berbasis proyek pada pembuatan minuman probiotik dari fermentasi limbah kulit buah-buahan ?

C. Tujuan Penelitian

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

1. Mendeskripsikan keterlaksanaan pembelajaran berbasis proyek dalam pembuatan minuman probiotik dari fermentasi limbah kulit buah-buahan
2. Menganalisis peningkatan literasi halal siswa setelah pembelajaran berbasis proyek pembuatan minuman probiotik dari fermentasi limbah kulit buah-buahan
3. Menganalisis kreativitas siswa dalam membuat minuman fermentasi limbah kulit buah-buahan.
4. Menganalisis respon siswa terhadap pembelajaran berbasis proyek pada pembuatan minuman probiotik dari fermentasi limbah kulit buah-buahan untuk melatih kreativitas dan meningkatkan literasi halal

UIN
SUNAN GUNUNG DJATI
BANDUNG

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu manfaat teoretis dan manfaat praktis. Adapun rinciannya sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis
   a. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi mengenai penerapan PjBL pada materi bioteknologi, khususnya fermentasi melalui proyek pembuatan minuman probiotik dari fermentasi limbah kulit buah-buahan.
   b. Bagi peneliti yang sedang melakukan penelitian pembelajaran, diharapkan penelitian ini dapat menjadi referensi dalam merancang dan menerapkan

pembelajaran berbasis proyek dengan menerapkan kreativitas dan pengembangkan pemahaman literasi halal pada siswa khusunsya pada materi bioteknologi melalui praktikum fermentasi.

2. Manfaat Praktis

Pembelajaran berbasis proyek melalui pembuatan minuman probiotik dari fermentasi limbah kulit buah-buahan dapat membantu siswa mengembangkan kreativitas dan meningkatkan literasi halal, terutama ketika siswa merancang percobaan, menentukan bahan, melakukan fermentasi, serta mengevaluasi bahan dan produk berdasarkan kehalalan bahan, proses pengolahan, potensi kontaminasi, dan karakteristik produk akhir.

E. Kerangka Berfikir

Penelitian ini perlu dilakukan karena pembelajaran bioteknologi belum banyak memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengembangkan kreativitas sekaligus memahami aspek kehalalan produk secara langsung. Melalui proyek pembuatan minuman probiotik dari fermentasi limbah kulit buah-buahan, siswa dapat merancang percobaan, menentukan bahan, melakukan fermentasi, dan mengevaluasi produk dengan memperhatikan kehalalan bahan, proses pengolahan, potensi kontaminasi, serta karakteristik produk akhir.

Studi pendahuluan di SMP Negeri 4 Rancaekek Kabupaten Bandung, menemukan bahwa pembelajaran bioteknologi belum banyak memberi kesempatan kepada siswa untuk mengembangkan kreativitas dan literasi halal. Kegiatan belajar masih didominasi penjelasan guru dan pengerjaan tugas. Siswa belum terbiasa merancang percobaan, memilih bahan, menguji produk, dan mencari solusi ketika menghadapi kendala. Pembahasan kehalalan juga belum banyak menyentuh bahan tambahan, proses fermentasi, kemungkinan kontaminasi, dan karakteristik produk akhir. Akibatnya, siswa lebih banyak mempelajari fermentasi melalui penjelasan daripada melalui pengalaman langsung. Temuan awal ini menjadi dasar pelaksanaan proyek pembuatan minuman probiotik dari limbah kulit buah-buahan, yang memberi kesempatan kepada siswa untuk melakukan percobaan, mengamati hasil fermentasi, serta menelaah kehalalan bahan dan proses pengolahan produk.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa siswa membutuhkan kegiatan pembelajaran yang memberi kesempatan untuk terlibat langsung dalam proses pembuatan dan penilaian suatu produk. Atas dasar kebutuhan tersebut, PjBL dipilih dalam penelitian ini karena memberikan ruang bagi siswa untuk merancang, melaksanakan, dan mengevaluasi proyek secara langsung. Penerapannya dilakukan melalui proyek pembuatan minuman probiotik dari fermentasi limbah kulit buah-buahan yang sesuai dengan materi bioteknologi dan dekat dengan kehidupan siswa. Sintaks PjBL menurut BPSDMPK dan PMP Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (2014) terdiri atas enam tahap, yaitu (1) penentuan pertanyaan mendasar, (2) desain proyek, (3) penyusunan jadwal, (4) kemajuan proyek, (5) penyajian hasil, dan (6) evaluasi. Tahapan dalam penelitian ini juga dikaitkan dengan aspek literasi halal. Pada setiap tahap proyek, siswa perlu menerapkan literasi halal karena produk yang dibuat merupakan minuman yang akan dikonsumsi. Siswa memeriksa asal bahan, bahan tambahan, dan kebersihan alat agar terhindar dari unsur haram maupun kontaminasi bahan non halal. Mereka juga mempelajari kemungkinan terbentuknya senyawa, termasuk alkohol, selama fermentasi. Pengukuran pH dan kadar alkohol menjadi bahan pertimbangan dalam menilai hasil fermentasi dari sisi kehalalan. Melalui kegiatan ini, siswa belajar menilai bahan, proses pengolahan, dan produk berdasarkan informasi serta hasil pengamatan

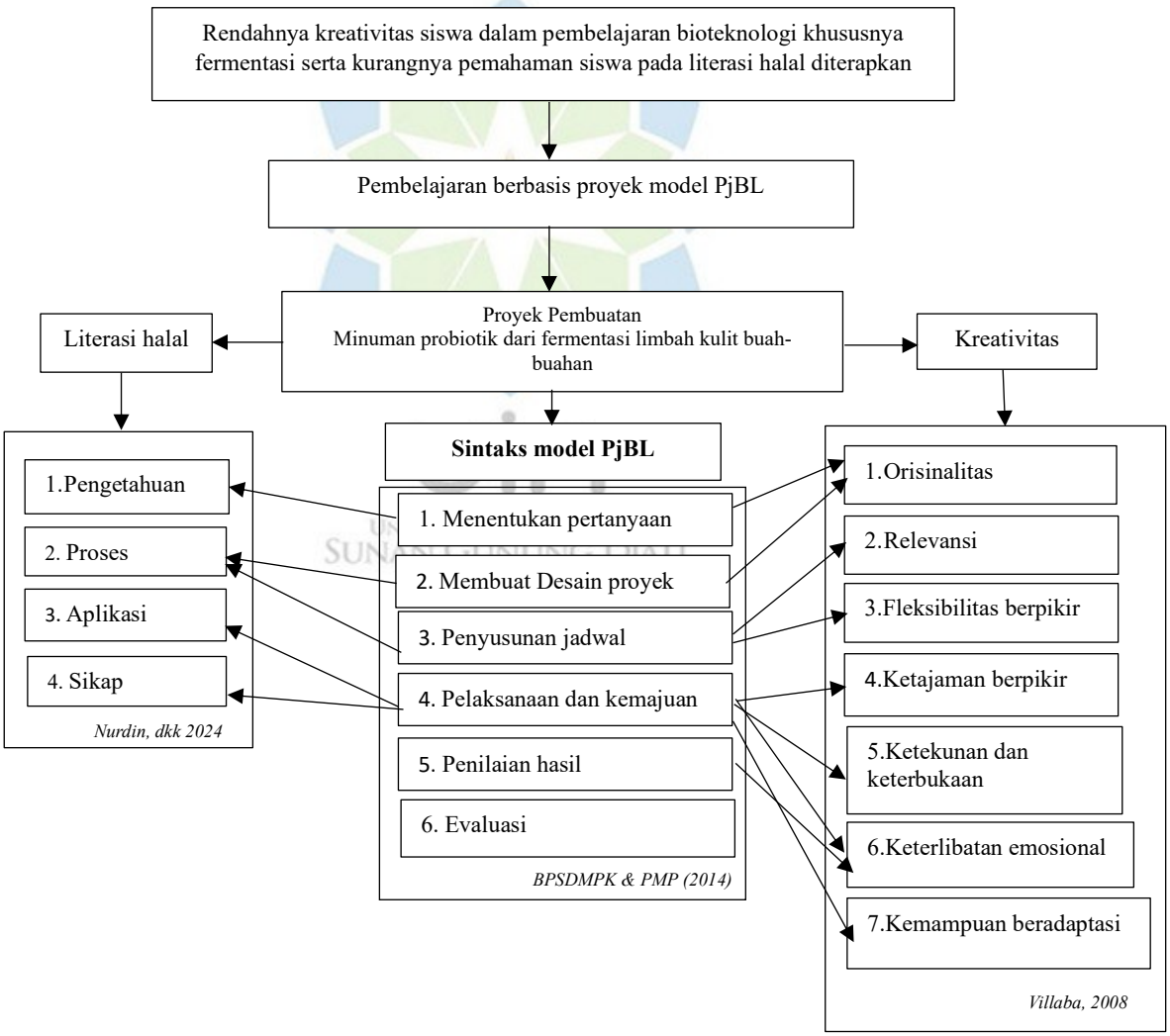
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN GUNUNG DJATI
BANDUNG

Pretest literasi halal diberikan sebelum pembelajaran untuk mengetahui kemampuan awal siswa dalam menilai kehalalan bahan dan produk fermentasi. Selanjutnya, siswa mengikuti pembelajaran berbasis proyek (PjBL) melalui kegiatan pembuatan minuman probiotik. Siswa mempelajari fermentasi dengan menentukan bahan, merancang percobaan, melakukan fermentasi, mengamati perubahan, dan menilai produk dari aspek kehalalan. Rangkaian kegiatan ini memberi kesempatan kepada siswa untuk menerapkan pengetahuan literasi halal saat mengambil keputusan selama pengerjaan proyek.

Kreativitas siswa diamati selama pengerjaan proyek, mulai dari memilih kulit buah, menyusun rancangan percobaan, menentukan komposisi bahan, hingga mengatur proses fermentasi. Siswa juga mengamati perubahan yang terjadi,

mencari jalan keluar saat menghadapi kendala, mencatat hasil, melakukan perbaikan, dan mempresentasikan produk di kelas. Kegiatan ini sekaligus mengenalkan siswa pada pentingnya memperhatikan kehalalan bahan, proses fermentasi, dan produk yang dihasilkan. Melalui literasi halal, siswa belajar menelaah informasi, menilai kehalalan berdasarkan bukti, dan mempertimbangkan kehalalan saat memilih produk pangan. Hal ini berkaitan dengan kompetensi dan sikap siswa dalam menilai kehalalan suatu produk (Nurdin et al., 2024).

Berdasarkan keseluruhan rangkaian tersebut, kerangka pemikiran dalam penelitian ini diilustrasikan bagan kerangka berpikir pada gambar Gambar 1.1



Gambar 1.1 Bagan kerangka berpikir pembelajaran berbasis proyek untuk melatih kreativitas siswa dan meningkatkan literasi halal

F. Hipotesis

Berdasarkan kerangka berpikir yang telah diuraikan, maka hipotesis penelitian ini dirumuskan sebagai berikut.

Keterangan:

H_0: Tidak terdapat perbedaan literasi halal siswa antara sebelum dan setelah diterapkan Pembelajaran berbasis proyek pada pembuatan minuman probiotik dari fermentasi limbah kulit buah-buahan

H_1: Tidak terdapat perbedaan literasi halal siswa antara sebelum dan setelah diterapkan Pembelajaran berbasis proyek pada pembuatan minuman probiotik dari fermentasi limbah kulit buah-buahan

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN GUNUNG DJATI
BANDUNG