

BAB II

KAJIAN TEORI, KERANGKA BERFIKIR DAN HIPOTESIS

2.1 Kajian Teori

2.1.1 Belajar dan Pembelajaran

Proses belajar diartikan sebagai suatu proses perubahan kemampuan peserta didik yang terjadi berdasarkan pengalaman belajar, latihan, dan interaksi dengan lingkungan. Pada pembelajaran biologi, proses belajar tidak cukup hanya diarahkan pada hafalan konsep, tetapi perlu membantu peserta didik memahami hubungan antara teori dan fenomena nyata. Bakhruddin *et al.*, (2021) menjelaskan bahwa proses belajar perlu diarahkan pada pengalaman yang bermakna sehingga peserta didik mampu membangun pengetahuan melalui keterlibatan aktif. Berdasarkan hal tersebut, proses pembelajaran perlu dirancang secara aktif, kontekstual, dan memberi ruang bagi peserta didik guna untuk melakukan pengamatan, mencoba, sekaligus menghubungkan materi dengan pengalaman belajar secara langsung.

Proses pembelajaran sering dipahami sebagai serangkaian kegiatan yang di rancang secara sistematis yang dilakukan guru untuk menciptakan kondisi belajar agar peserta didik dapat mewujudkan capaian tujuan pembelajaran. Pada materi bioteknologi, proses pembelajaran yang berorientasi pada konteks nyata menjadi penting karena peserta didik perlu memahami proses biologis yang sering tidak tampak secara langsung. Darmayani *et al.*, (2021) menjelaskan bahwa bioteknologi berkaitan dengan pemanfaatan proses biologis pada berbagai bidang kehidupan, sehingga pembelajaran bioteknologi perlu dikaitkan dengan contoh nyata yang dekat dengan kehidupan, sehingga pembelajaran bioteknologi perlu dihubungkan melalui contoh konkret yang relevan dengan kehidupan sehari – hari peserta didik. Dengan demikian, kegiatan praktikum dapat membantu peserta didik memperoleh secara langsung pengalaman belajar yang lebih konkret sehingga konsep yang dipelajari tidak hanya bersifat teoritis.

2.1.2 Praktikum dan Pembelajaran Biologi

Praktikum dalam pembelajaran biologi merupakan kegiatan belajar yang memberi kesempatan kepada peserta didik untuk membuktikan konsep, melakukan pengamatan, menggunakan alat dan bahan, serta memperoleh pengalaman langsung terhadap objek atau proses biologis. Kegiatan praktikum berperan penting dalam melatih keterampilan proses sains karena peserta didik terlibat secara langsung dalam mengamati, merancang, melaksanakan dan menginterpretasikan hasil percobaan Artayasa *et al.*, (2023). Pelaksanaan praktikum bukan sekedar berperan sebagai pelengkap teori, melainkan juga berfungsi sebagai sarana untuk mengembangkan keterampilan proses sains, sikap ilmiah, sikap ilmiah, serta pemahaman konsep Wola *et al.*, (2023).

Pada pembelajaran bioteknologi, praktikum memiliki peran penting karena materi ini berkaitan dengan pemanfaatan organisme atau bagian dari organisme dalam menghasilkan produk tertentu. Jika materi hanya dijelaskan melalui ceramah, peserta didik cenderung mengalami kesulitan dalam membayangkan proses biologis yang terjadi. Praktikum memberikan kesempatan untuk menghubungkan konsep bioteknologi dengan berbagai fenomena nyata sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna bagi peserta didik Astika *et al.*, (2022). Salah satu bentuk bioteknologi konvensional yang mudah untuk diimplementasikan dalam kegiatan praktikum di sekolah adalah fermentasi yang merupakan pemanfaatan mikroorganisme untuk menghasilkan produk yang memiliki nilai tambah melalui aktivitas metabolisme Zapašnik *et al.*, (2022). Dengan demikian, peserta didik dapat memahami keterkaitan antara konsep bioteknologi dan penerapannya dalam kehidupan sehari – hari.

2.1.3 Pemahaman Konsep

Pemahaman konsep diartikan sebagai kemampuan yang dimiliki peserta didik untuk menangkap makna suatu konsep, menjelaskan kembali menggunakan bahasa sendiri, menghubungkan konsep dengan contoh, serta mengaplikasikan konsep tersebut dalam situasi yang relevan. Dalam pembelajaran biologi, pemahaman konsep tidak hanya mencerminkan dari

kemampuan menghafal istilah, tetapi juga ditunjukkan melalui kemampuan peserta didik menjelaskan hubungan antara proses biologis, faktor yang memengaruhi, dan contoh penerapannya dalam kehidupan sehari-hari Ristanto *et al.*, (2023). Pembelajaran yang bermakna menuntut peserta didik untuk aktif menghubungkan informasi baru dengan konsep yang telah dimiliki peserta didik sebelumnya sehingga terbentuk pemahaman yang lebih mendalam dan bertahan lama Zaitsev (2021).

Pada penelitian ini, pemahaman konsep difokuskan pada materi bioteknologi, khususnya bioteknologi konvensional dan fermentasi asam laktat melalui praktikum fermentasi kimchi. Pemahaman konsep diukur melalui pelaksanaan *pretest* dan *posttest* untuk mengetahui kemampuan tingkat pemahaman awal serta perkembangan pemahaman peserta didik setelah mengikuti pembelajaran. Suryani & Taupiqurrahman (2021) menjelaskan bahwa mikroorganisme berperan dalam proses perubahan bahan organik, termasuk melalui aktivitas fermentasi. Oleh karena itu, peningkatan skor *pretest* dan *posttest* dapat menggambarkan bahwa peserta didik mengalami peningkatan pemahaman yang lebih baik terhadap materi bioteknologi konvensional, mikroorganisme, dan fermentasi asam laktat yang dipelajari melalui praktikum fermentasi kimchi.

2.1.4 Bioteknologi Konvensional

Bioteknologi konvensional merupakan penerapan prinsip biologi yang memanfaatkan organisme hidup, terutama mikroorganisme, untuk menghasilkan produk yang bermanfaat bagi manusia melalui proses sederhana tanpa rekayasa genetika modern. bioteknologi berkaitan dengan pemanfaatan proses biologis pada berbagai bidang, seperti pangan, kesehatan, pertanian, industri, serta lingkungan. Melalui penggunaan mikroorganisme untuk menghasilkan produk bernilai tambahan secara berkelanjutan Ramírez Rojas *et al.*, (2022).

Pada bidang pangan, bioteknologi konvensional banyak diterapkan melalui proses fermentasi. berbagai produk bioteknologi konvensional yang dekat dengan kehidupan sehari-hari antara lain tempe, tape, yoghurt, keju, roti,

dan kimchi. Dalam pembelajaran di tingkat SMA, bioteknologi konvensional penting dipelajari melalui kegiatan praktikum karena peserta didik memperoleh kesempatan untuk mengamati secara langsung hubungan antara mikroorganisme, proses biologis, dan produk yang dihasilkan.

2.1.5 Fermentasi Asam Laktat

Fermentasi asam laktat merupakan suatu proses perubahan senyawa organik, terutama karbohidrat, menjadi asam laktat dengan bantuan bakteri asam laktat yang memanfaatkan gula sebagai sumber karbon dan energi, kemudian mengubahnya menjadi asam laktat sebagai produk metabolit utama Huang *et al.*, (2023). Akumulasi asam laktat selama fermentasi menyebabkan penurunan pH yang berkontribusi terhadap pembentukan cita rasa asam, aroma khas, tekstur, serta peningkatan daya simpan produk hasil fermentasi Yeboah *et al.*, (2023).

Dalam fermentasi asam laktat, bakteri asam laktat berperan mengubah gula menjadi asam laktat sehingga terjadi perubahan rasa, aroma, tekstur, dan daya simpan bahan pangan. Proses ini menjadi dasar pada berbagai produk pangan fermentasi, termasuk kimchi. Oleh karena itu, fermentasi asam laktat merupakan salah satu proses bioteknologi konvensional yang banyak dimanfaatkan dalam pengolahan pangan fermentasi sangat relevan dijadikan materi praktikum karena peserta didik dapat mengamati perubahan bahan secara langsung dan menghubungkannya dengan konsep bioteknologi konvensional.

2.1.6 Praktikum Fermentasi Kimchi

Praktikum fermentasi kimchi merupakan kegiatan pembelajaran yang melibatkan peserta didik secara aktif dalam proses pembuatan kimchi sebagai contoh produk bioteknologi konvensional. Kegiatan ini dilakukan melalui tahapan persiapan bahan, pencampuran bumbu dan sayuran, pengaturan kondisi fermentasi, pengamatan perubahan, serta diskusi hasil pengamatan.

Kimchi dipilih sebagai objek praktikum karena dekat dengan fenomena budaya populer, mudah dikenali oleh peserta didik, dan memiliki perubahan yang dapat diamati secara visual. Selain itu, kimchi memperlihatkan peran

mikroorganisme bakteri asam laktat dalam proses fermentasi pangan. Praktikum ini diharapkan mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik, memperjelas pemahaman konsep bioteknologi, serta memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna dibandingkan pembelajaran yang hanya berpusat pada ceramah.

2.2 Penelitian Sebelumnya yang Relevan

Tabel 2. 1 Penelitian Sebelumnya yang Relevan

No.	Peneliti	Uraian penelitian terdahulu	Persamaan dengan penelitian ini	Perbedaan dan letak kebaruan penelitian ini
1	(P. Agustina <i>et al.</i> , 2021)	Agustina <i>et al.</i> , (2021) menganalisis keterampilan proses sains dan sikap ilmiah peserta didik kelas XI IPA SMA pada praktikum biologi. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa pelaksanaan praktikum yang baik dapat mengembangkan keterampilan proses sains dan membentuk sikap ilmiah peserta didik, sehingga praktikum menjadi sarana penting untuk mengaktifkan peserta didik dalam pembelajaran biologi.	Sama - sama menempatkan praktikum sebagai pengalaman belajar penting dalam pembelajaran biologi.	Penelitian Agustina <i>et al.</i> , (2021) membahas praktikum biologi secara umum, bukan praktikum fermentasi kimchi pada materi bioteknologi kelas X, dan tidak berfokus pada pemahaman konsep melalui <i>pretest-posttest</i> . Kebaruan penelitian ini terletak pada objek praktikum yang lebih spesifik dan variabel hasil yang lebih terarah.
2	(Basri <i>et al.</i> , 2023)	Basri <i>et al.</i> , (2023) meneliti persepsi peserta didik kelas XII terhadap praktikum bioteknologi di SMA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peserta didik memandang persiapan, pelaksanaan, dan penutupan praktikum bioteknologi dalam kategori baik sampai sangat baik, walaupun masih ada kendala seperti keterbatasan waktu dan belum adanya tes awal pada beberapa praktik.	Sama - sama membahas praktikum pada materi bioteknologi di jenjang sekolah menengah.	Penelitian Basri <i>et al.</i> , (2023) berfokus pada persepsi peserta didik terhadap praktikum, sedangkan penelitian ini menilai pengaruh praktikum fermentasi kimchi terhadap pemahaman konsep peserta didik. Kebaruannya terletak pada pengujian efektivitas, bukan hanya tanggapan peserta didik.

No.	Peneliti	Uraian penelitian terdahulu	Persamaan dengan penelitian ini	Perbedaan dan letak kebaruan penelitian ini
3	(Saparas <i>et al.</i> , 2022)	Saparas <i>et al.</i> , (2022) meneliti pemahaman konsep bioteknologi pada peserta didik SMA dengan kegiatan praktikum. Penelitian itu menunjukkan bahwa sebagian besar responden memiliki pemahaman yang baik terhadap konsep bioteknologi dan praktikum membantu membuat materi menjadi lebih konkret dan mudah dipahami.	Sama-sama membahas materi bioteknologi dan menggunakan kegiatan praktikum sebagai strategi pembelajaran.	Penelitian Saparas <i>et al.</i> , (2022) tidak secara khusus menggunakan kimchi sebagai objek praktikum dan tidak memakai desain eksperimen dengan kelas kontrol. Kebaruan penelitian ini ada pada praktikum fermentasi kimchi dan desain <i>pretest-posttest</i> control group.
4	(Safitri <i>et al.</i> , 2022)	Safitri <i>et al.</i> , (2022) mengembangkan video tutorial sebagai penuntun praktikum bioteknologi untuk peserta didik sekolah menengah atas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media yang dikembangkan dinilai valid, praktis, dan efektif, sehingga dapat mendukung pelaksanaan praktikum bioteknologi di sekolah dengan lebih terarah.	Sama-sama berada pada konteks praktikum bioteknologi di SMA.	Safitri <i>et al.</i> , (2022) berfokus pada pengembangan media penuntun praktikum, bukan pada pengaruh praktikum fermentasi tertentu terhadap pemahaman konsep. Kebaruan penelitian ini terletak pada pelaksanaan praktikum kimchi sebagai perlakuan pembelajaran secara langsung.
5	(Ayudyaningsih <i>et al.</i> , 2024)	Ayudyaningsih <i>et al.</i> , (2024) meneliti pengaruh <i>Project Based Learning</i> terhadap keterampilan berpikir kreatif dan literasi sains peserta didik pada materi bioteknologi kelas X SMA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran aktif berbasis proyek berpengaruh terhadap peningkatan kemampuan peserta didik pada materi bioteknologi.	Sama-sama meneliti pembelajaran aktif pada materi bioteknologi kelas X SMA.	Variabel terikat pada penelitian Ayudyaningsih <i>et al.</i> , (2024) adalah kreativitas dan literasi sains, sedangkan penelitian ini berfokus pada pemahaman konsep setelah praktikum fermentasi kimchi. Kebaruan penelitian ini terletak pada bentuk perlakuan dan indikator hasil yang diukur.

No.	Peneliti	Uraian penelitian terdahulu	Persamaan dengan penelitian ini	Perbedaan dan letak kebaruan penelitian ini
6	(Samsul Arifin & Septina Carolina, 2024)	Arifin dan Carolina (2024) mengembangkan E-LKPD berbasis <i>Project Based Learning</i> pada materi bioteknologi untuk peserta didik kelas X SMA. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa bahan ajar yang dikembangkan layak digunakan dan mendapatkan respons yang sangat baik dari guru maupun peserta didik sebagai perangkat pembelajaran bioteknologi.	Sama-sama berada pada materi bioteknologi kelas X dan sama-sama bertujuan memperbaiki kualitas pembelajaran.	Arifin dan Carolina (2024) berfokus pada pengembangan bahan ajar, bukan pengujian langsung efektivitas suatu praktikum terhadap pemahaman konsep. Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan praktikum fermentasi kimchi sebagai pengalaman belajar nyata.
7	(Herditiya & Trisianawati, 2025)	Herditiya dan Trisianawati (2025) meneliti penerapan PjBL melalui pembuatan produk fermentasi terhadap pemahaman konsep bioteknologi dan keterampilan kerja ilmiah mahapeserta didik. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa konteks fermentasi dapat mendukung keterampilan kerja ilmiah dan memberi kontribusi pada proses pembelajaran bioteknologi.	Sama-sama menggunakan konteks fermentasi sebagai sarana pembelajaran bioteknologi.	Subjek penelitian Herditiya dan Trisianawati (2025) adalah mahapeserta didik, bukan peserta didik SMA, dan produk fermentasinya tidak spesifik kimchi. Kebaruan penelitian ini berada pada jenjang SMA kelas X dan objek praktikum kimchi.
8	(Hadianty <i>et al.</i> , 2025)	Hadianty <i>et al.</i> , (2025) meneliti evaluasi pemahaman konsep peserta didik pada materi bioteknologi dalam kaitannya dengan literasi sains. Penelitian itu menegaskan bahwa evaluasi pemahaman konsep pada materi bioteknologi penting untuk melihat penguasaan materi sekaligus kemampuan literasi sains peserta didik.	Sama-sama menempatkan pemahaman konsep pada materi bioteknologi sebagai fokus kajian.	Hadianty <i>et al.</i> , (2025) tidak menggunakan perlakuan praktikum fermentasi kimchi. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengujian pengaruh praktikum fermentasi secara langsung terhadap pemahaman konsep.

No.	Peneliti	Uraian penelitian terdahulu	Persamaan dengan penelitian ini	Perbedaan dan letak kebaruan penelitian ini
9	(Nabilah & Nofiana, 2025)	Nabilah dan Nofiana (2025) meneliti pengaruh <i>Project Based Learning</i> berbantuan Google Sites terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi bioteknologi. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh signifikan, peningkatan nilai, serta efek positif kategori sedang setelah model diterapkan.	Sama-sama menguji pengaruh perlakuan pembelajaran pada materi bioteknologi dengan pendekatan kuantitatif.	Variabel terikat penelitian Nabilah dan Nofiana (2025) adalah kemampuan berpikir kritis, bukan pemahaman konsep secara langsung, dan perlakuannya berupa PjBL berbantuan Google Sites, bukan praktikum fermentasi kimchi. Kebaruan penelitian ini terletak pada jenis perlakuan dan hasil yang diukur.
10	(Siregar <i>et al.</i> , 2024)	Siregar <i>et al.</i> , (2024) melakukan kajian literatur mengenai strategi pembelajaran pada materi biomolekuler dan bioteknologi. Kajian itu menegaskan bahwa pemilihan strategi pembelajaran yang tepat sangat penting agar materi yang kompleks seperti bioteknologi dapat dipahami dengan lebih baik oleh peserta didik.	Sama-sama membahas bagaimana materi bioteknologi seharusnya diajarkan agar lebih mudah dipahami.	Penelitian Siregar <i>et al.</i> , (2024) bersifat kajian literatur, bukan eksperimen di kelas. Kebaruan penelitian ini terletak pada pembuktian empiris efektivitas praktikum fermentasi kimchi terhadap pemahaman konsep peserta didik.
11	(Kwon <i>et al.</i> , 2025)	Penelitian ini membahas kimchi sebagai pangan fermentasi tradisional yang melibatkan bakteri asam laktat dan memiliki nilai ilmiah, organoleptik, serta manfaat pangan. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa kimchi dapat dipahami sebagai contoh nyata proses fermentasi sayuran.	Sama-sama membahas kimchi sebagai produk fermentasi yang berkaitan dengan bioteknologi konvensional.	Penelitian tersebut berfokus pada kajian ilmiah kimchi sebagai pangan fermentasi, sedangkan penelitian ini menguji efektivitas praktikum fermentasi kimchi terhadap pemahaman konsep peserta didik SMA kelas X.
12	(Jiménez-Gaona & Vivanco-Galván, 2024)	Penelitian ini menunjukkan bahwa pembelajaran bioteknologi berbasis proyek dapat mendorong proses belajar karena peserta didik terlibat dalam aktivitas yang menghubungkan konsep	Sama-sama membahas pembelajaran bioteknologi berbasis aktivitas nyata yang menempatkan peserta didik sebagai subjek	Penelitian tersebut menggunakan pendekatan <i>project-based learning</i> pada konteks bioteknologi secara umum, sedangkan penelitian ini menggunakan praktikum fermentasi

No.	Peneliti	Uraian penelitian terdahulu	Persamaan dengan penelitian ini	Perbedaan dan letak kebaruan penelitian ini
		sains dengan penerapan nyata.	aktif pembelajaran.	kimchi dan mengukur pemahaman konsep pada materi bioteknologi.
13	(Xue <i>et al.</i> , 2023)	Penelitian ini membandingkan pembelajaran laboratorium mikrobiologi pangan melalui HMD VR, desktop, dan <i>slide lecture</i> pada topik fermentasi. Hasilnya menunjukkan bahwa konteks laboratorium fermentasi dapat digunakan untuk melihat capaian belajar dan retensi peserta didik.	Sama-sama menempatkan fermentasi dan pembelajaran laboratorium sebagai konteks penting dalam pembelajaran biologi atau mikrobiologi pangan.	Penelitian tersebut menggunakan media VR dan membahas instruksi laboratorium mikrobiologi pangan, sedangkan penelitian ini menerapkan praktikum fermentasi kimchi secara langsung di kelas SMA.
14	(Walsh <i>et al.</i> , 2024)	Penelitian ini menjelaskan proyek Kefir4All yang menggunakan fermentasi kefir untuk meningkatkan kesadaran, pengetahuan, minat, dan keterampilan praktis peserta terhadap mikrobiologi serta pangan fermentasi.	Sama-sama menggunakan praktik fermentasi sebagai sarana untuk memperkenalkan mikroorganisme dan proses fermentasi kepada peserta didik.	Penelitian tersebut menggunakan kefir dan pendekatan citizen science, sedangkan penelitian ini menggunakan kimchi sebagai objek praktikum dan berfokus pada pemahaman konsep peserta didik SMA.

Berdasarkan Tabel 2.1, penelitian-penelitian terdahulu secara umum menunjukkan bahwa pembelajaran bioteknologi cenderung lebih efektif ketika peserta didik dilibatkan secara aktif melalui praktikum, proyek, laboratorium, media pembelajaran, atau pengalaman belajar langsung lainnya Agustina *et al.*, (2021); Basri *et al.*, (2023); Safitri *et al.*, (2022); Saparas *et al.*, (2022) sama-sama memberi gambaran bahwa keterlibatan langsung peserta didik dalam kegiatan praktis dapat mendukung pemahaman materi, keterampilan proses, sikap ilmiah, maupun persepsi positif terhadap pembelajaran bioteknologi. Dengan kata lain, pembelajaran yang memberi ruang partisipasi aktif cenderung lebih bermakna dibanding pembelajaran yang hanya berpusat pada penjelasan guru.

Penelitian yang lebih baru juga menunjukkan bahwa materi bioteknologi sangat terbuka untuk dikembangkan melalui berbagai pendekatan inovatif. Namun Arifin & Carolina, (2024); Ayudyaningsih *et al.*, (2024); Hadiany *et al.*, (2025); Herditiya & Trisianawati, (2025); Nabilah & Nofiana, (2025) keduanya menunjukkan bahwa keterlibatan langsung peserta didik dalam kegiatan praktik mampu meningkatkan pemahaman materi, keterampilan proses, sikap ilmiah, serta pandangan positif terhadap pembelajaran bioteknologi. Dengan demikian, pembelajaran yang mendorong partisipasi aktif cenderung lebih bermakna dibandingkan pembelajaran yang hanya berfokus pada penjelasan guru.

Analisis yang lebih baru juga menunjukkan bahwa materi bioteknologi sangat terbuka untuk dikembangkan melalui berbagai pendekatan inovatif. Pembelajaran aktif, penggunaan bahan ajar interaktif, konteks fermentasi, serta dukungan media digital terbukti mampu meningkatkan pemahaman konsep dan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran bioteknologi (Arifin & Carolina, 2024; Ayudyaningsih *et al.*, , 2024; Hadiany *et al.*, , 2025; Herditiya & Trisianawati, 2025; Nabilah & Nofiana, 2025) Temuan tersebut memperkuat bahwa materi bioteknologi lebih efektif dipelajari melalui strategi yang menempatkan peserta didik sebagai pusat aktivitas belajar serta memperlihatkan bahwa pembelajaran aktif, bahan ajar interaktif, konteks fermentasi, maupun dukungan media digital dapat memberikan kontribusi terhadap berbagai capaian pembelajaran pada materi bioteknologi. Temuan-temuan ini memperkuat pandangan bahwa materi bioteknologi lebih efektif dipelajari melalui strategi yang menempatkan peserta didik sebagai pusat aktivitas belajar.

Walaupun demikian, dari penelitian-penelitian tersebut masih terlihat adanya celah yang cukup jelas. Belum banyak penelitian yang secara khusus mengkaji penerapan praktikum fermentasi asam laktat dengan menggunakan media kimchi terhadap pemahaman konsep peserta didik kelas X SMA melalui desain *pretest–posttest control group*. Sebagian penelitian berfokus pada persepsi peserta didik, sebagian pada pengembangan media atau bahan ajar, sebagian pada literasi sains atau berpikir kritis, dan sebagian lain menggunakan subjek berbeda. Oleh karena itu, kebaruan penelitian ini terletak pada penggunaan praktikum fermentasi kimchi

sebagai media pembelajaran, fokus pada pemahaman konsep, serta pengujian secara kuantitatif pada peserta didik SMA kelas X.

2.3 Kerangka Berfikir

Materi bioteknologi pada dasarnya memuat konsep-konsep yang cukup abstrak bagi peserta didik apabila hanya diajarkan melalui ceramah. Peserta didik mungkin dapat menghafal pengertian, jenis, dan contoh bioteknologi, tetapi belum tentu memahami bagaimana proses tersebut berlangsung dalam kehidupan nyata. Bakhruddin *et al.*, (2021) menekankan pentingnya pengalaman belajar yang efektif dan bermakna, sedangkan Darmayani *et al.*, (2021) menegaskan bahwa bioteknologi merupakan ilmu terapan yang berkaitan langsung dengan pemanfaatan proses biologis untuk kepentingan manusia. Dengan demikian, pembelajaran bioteknologi akan lebih tepat apabila dirancang secara kontekstual dan aplikatif.

Salah satu bentuk pembelajaran aplikatif yang relevan pada materi bioteknologi adalah praktikum fermentasi kimchi. Melalui kegiatan ini, peserta didik tidak hanya mendengar penjelasan tentang fermentasi sebagai bagian dari bioteknologi konvensional, tetapi juga melihat sendiri perubahan bahan, mengenali peran mikroorganisme, dan memahami bahwa proses biologis dapat menghasilkan produk pangan tertentu. Suryani & Taupiqurrahman (2021) menyatakan bahwa mikroba dapat berperan dalam transformasi bahan organik melalui proses metabolisme tertentu, sedangkan Alim & Palupi (2025) menunjukkan bahwa fermentasi kimchi berkembang dari metode tradisional menuju metode yang lebih terkontrol dan inovatif. Kedua dasar ini memperkuat bahwa kimchi layak dijadikan media praktikum bioteknologi.

Ketika peserta didik terlibat langsung dalam praktikum, mereka cenderung lebih aktif mengamati, bertanya, mendiskusikan, dan menghubungkan teori dengan pengalaman nyata. Kondisi ini dapat membantu mereka membangun pemahaman konsep yang lebih dalam dibandingkan jika pembelajaran hanya berlangsung melalui ceramah. Temuan D. A. Agustina *et al.*, (2026) tentang berkembangnya keterampilan proses sains dan sikap ilmiah melalui praktikum, serta temuan Saparas *et al.*, (2022) mengenai pemahaman konsep bioteknologi yang baik melalui

kegiatan praktikum, mendukung asumsi bahwa pengalaman belajar langsung dapat memperkuat capaian belajar peserta didik.

Atas dasar itu, kerangka berpikir dalam penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut: materi bioteknologi yang bersifat abstrak membutuhkan strategi pembelajaran yang lebih konkret; praktikum fermentasi kimchi memberikan pengalaman belajar langsung tentang fermentasi sebagai bentuk bioteknologi konvensional; pengalaman langsung tersebut membantu peserta didik memahami konsep dengan lebih baik; dan pemahaman konsep yang lebih baik diperkirakan akan berdampak pada meningkatnya pemahaman konsep peserta didik. Dengan demikian, secara logis dapat diasumsikan bahwa penerapan praktikum fermentasi kimchi akan memberi pengaruh positif terhadap pemahaman konsep peserta didik pada materi bioteknologi. Alur pemikiran ini sejalan dengan Agustina *et al.*, (2021), Bakhruddin *et al.*, (2021), dan Saparas *et al.*, (2022).



Gambar 2. 1 Alur Kerangka Berpikir

2.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian diartikan sebagai dugaan sementara yang disusun berdasarkan teori dan hasil penelitian terdahulu, kemudian diuji melalui data yang diperoleh di lapangan. Dalam penelitian kuantitatif, hipotesis berfungsi sebagai pernyataan yang menggambarkan dugaan hubungan atau pengaruh antara variabel yang akan diuji dalam penelitian. Dalam konteks penelitian ini, variabel bebas adalah penerapan praktikum fermentasi kimchi, sedangkan variabel terikatnya adalah pemahaman konsep peserta didik pada materi bioteknologi. Soulisa *et al.*, (2022) menjelaskan pentingnya evaluasi pembelajaran sebagai dasar dalam merumuskan hipotesis secara jelas sebelum penelitian dilakukan.

Hipotesis pertama diarahkan untuk menguji efektivitas perlakuan, yaitu apakah terdapat perbedaan pemahaman konsep antara peserta didik yang belajar melalui praktikum fermentasi kimchi dan peserta didik yang belajar melalui analisis artikel. Dengan demikian, praktikum memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna dan kontekstual, sedangkan pembelajaran melalui analisis artikel cenderung menempatkan peserta didik sebagai penerima informasi tanpa keterlibatan langsung dalam kegiatan ilmiah. Bakhruddin *et al.*, (2021) menjelaskan pentingnya pengalaman belajar yang efektif, sementara dan Basri *et al.*, (2023) menunjukkan bahwa kegiatan praktikum berkaitan dengan keterlibatan dan pengalaman belajar yang lebih baik. Oleh sebab itu D. A. Agustina *et al.*, (2026), secara teoritis kelas yang mengikuti praktikum fermentasi kimchi diperkirakan memiliki pemahaman konsep yang lebih baik daripada kelas yang belajar melalui analisis artikel.

H_{01} : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada pemahaman konsep peserta didik antara kelas yang menggunakan praktikum fermentasi kimchi dan kelas yang menggunakan analisis artikel pada materi bioteknologi.

H_{a1} : Terdapat perbedaan yang signifikan pada pemahaman konsep peserta didik antara kelas yang menggunakan praktikum fermentasi kimchi dan kelas yang menggunakan analisis artikel pada materi bioteknologi.

Hipotesis kedua diarahkan untuk melihat perubahan pemahaman konsep pada kelas eksperimen sebelum dan sesudah pembelajaran. Dalam desain *pretest-*

posttest, perubahan skor menjadi indikator penting untuk mengetahui apakah kegiatan pembelajaran berdampak terhadap penguasaan konsep peserta didik. Jika setelah mengikuti praktikum fermentasi kimchi nilai *posttest* peserta didik meningkat dibandingkan nilai *pretest*, maka hal tersebut menggambarkan bahwa pembelajaran yang diterapkan memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan pemahaman materi. Nabilah & Nofiana, (2025) memperlihatkan bahwa pembelajaran aktif yang melibatkan kegiatan atau perlakuan tertentu dapat menghasilkan perubahan capaian belajar yang positif setelah intervensi diberikan.

H₀₂: Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest* pada peserta didik kelas eksperimen setelah penerapan praktikum fermentasi kimchi.

H_{a2}: Terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest* pada peserta didik kelas eksperimen setelah penerapan praktikum fermentasi kimchi.

Maka hipotesis ketiga dalam penelitian ini berfokus pada dugaan adanya peningkatan pemahaman konsep peserta didik setelah mengikuti pembelajaran melalui praktikum fermentasi kimchi. Peningkatan tersebut dianalisis berdasarkan selisih skor *pretest* dan *posttest* menggunakan *normalized gain (N-gain)*, yang digunakan untuk menunjukkan tingkat peningkatan pemahaman konsep peserta didik ke dalam kategori tinggi, sedang, atau rendah. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran berbasis praktikum pada materi bioteknologi berkontribusi terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik. Dalam penelitian Boleng *et al.*, (2024) dijelaskan bahwa praktikum berbasis proyek (*project-based practicum*) memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan pemahaman konsep bakteriologi mahasiswa. Temuan-temuan tersebut mengindikasikan bahwa pembelajaran yang melibatkan kegiatan praktikum mampu memfasilitasi peserta didik dalam membangun pemahaman konsep secara lebih bermakna. Oleh karena itu, penelitian ini mengajukan hipotesis bahwa penerapan praktikum fermentasi kimchi pada materi bioteknologi dapat meningkatkan pemahaman konsep peserta didik kelas eksperimen.

H_{03} : Tidak terdapat peningkatan yang signifikan pada pemahaman konsep peserta didik kelas eksperimen setelah penerapan praktikum fermentasi kimchi pada materi bioteknologi.

H_{a3} : Terdapat peningkatan yang signifikan pada pemahaman konsep peserta didik kelas eksperimen setelah penerapan praktikum fermentasi kimchi pada materi bioteknologi.

