

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin maju, terutama pada bidang pendidikan, menjadikan kebutuhan masyarakat terhadap pendidikan semakin beragam dan kompleks. Pendidikan melibatkan berbagai komponen sehingga terdapat sistem, pendekatan, serta proses yang sangat beragam. Aspek – aspek tersebut pada dasarnya bertujuan untuk mencapai sasaran pembelajaran sesuai dengan prinsip-prinsip pembelajaran, serta untuk menghasilkan proses pelatihan yang berkualitas bagi calon pendidik. Guru sebagai pendidik memiliki peran sebagai mediator sekaligus fasilitator bagi seluruh peserta didik yang menjadi pusat dalam aktivitas pembelajaran.

Pusat pembelajaran salah satunya adalah menyampaikan suatu materi pembelajaran tertentu, pemilihan model pembelajaran yang tepat menjadi hal yang sangat penting agar tujuan pembelajaran dapat tercapai secara optimal. Keberhasilan proses pembelajaran tidak hanya ditentukan oleh materi yang diajarkan, tetapi juga oleh ketepatan model pembelajaran yang perlu disesuaikan dengan karakteristik materi, tingkat perkembangan kognitif peserta didik, serta ketersediaan sarana dan prasarana pendukung proses belajar Rudini & Saputra, (2022). Penerapan model pembelajaran yang tepat dapat memberikan kerangka maupun pedoman bagi guru dalam proses mengajar, sehingga pada akhirnya berperan dalam membantu peserta didik untuk memahami materi secara lebih efektif.

Model pembelajaran yang dipilih secara tepat dapat menjadi pedoman bagi guru dalam merancang dan melaksanakan proses pembelajaran sehingga penyampaian materi berlangsung lebih efektif serta mendukung peserta didik dalam memahami konsep yang sedang dipelajari. Salah satu tujuan utama dalam pembelajaran adalah tercapainya pemahaman konsep peserta didik. Pemahaman konsep merupakan kemampuan untuk memahami secara benar suatu ide atau

konsep abstrak yang diperoleh melalui proses pembelajaran. Menurut Aleknavičiūtė *et al.*, (2023) pemahaman konsep merupakan hasil dari proses perubahan konseptual (*conceptual change*), yaitu ketika peserta didik mampu mereorganisasi pengetahuan awal yang kurang tepat menjadi konsep ilmiah yang benar melalui pengalaman belajar yang bermakna. Dalam pelaksanaannya, pemahaman konsep peserta didik masih sering kali menjadi tantangan, karena banyak peserta didik belum mampu menghubungkan konsep dengan fenomena nyata, terutama akibat mereka tidak mengalami atau mengamati secara langsung objek yang dipelajari.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu upaya untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik dapat dilakukan dengan memanfaatkan media dan metode pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk memperoleh pengalaman secara langsung. Penggunaan media pembelajaran yang memungkinkan peserta didik memiliki pengalaman belajar secara langsung dapat membantu peserta didik mengkonstruksi pengetahuan secara lebih bermakna. Kegiatan praktikum menjadi salah satu alternatif yang efektif karena memungkinkan peserta didik untuk mengamati, mencoba, dan membuktikan konsep pada pelajaran secara langsung.

Model pembelajaran dan cara guru, berperan dengan keberhasilan peserta didik dalam mencapai ketuntasan belajar yang dipengaruhi berbagai faktor salah satunya adalah kemampuan guru dalam merancang dan melaksanakan proses pembelajaran. Pemilihan metode pengajaran biologi yang tepat mampu meningkatkan keterlibatan aktif peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung. Proses pembelajaran yang masih berfokus pada metode ceramah cenderung membuat peserta didik menjadi pasif serta kurang memiliki ketertarikan terhadap materi yang disampaikan Abroto *et al.*, (2021) dimana peserta didik cenderung lebih tertarik pada model pembelajaran yang aktif, seperti kegiatan pengamatan.

Seiring dengan perkembangan pendidikan mendorong terjadinya perubahan pendekatan pembelajaran, dari yang awalnya berpusat pada guru menuju pembelajaran yang berpusat pada peserta didik. Perubahan tersebut didukung oleh

penerapan pembelajaran berbasis proyek yang menekankan keterlibatan peserta didik untuk berpartisipasi aktif peserta didik dalam proses pembelajaran. Markula & Aksela (2022) menyatakan bahwa pembelajaran berbasis proyek mampu mendorong peserta didik untuk belajar secara mandiri melalui kegiatan perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi pembelajaran yang dilakukan secara sistematis.

Pembelajaran biologi memiliki karakteristik yang menekankan kegiatan observasi sebagai bagian penting dalam proses memperoleh pengetahuan. Meskipun demikian, ketertarikan peserta didik terhadap mata pelajaran biologi di tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA) masih belum menunjukkan hasil yang optimal. Kondisi tersebut menuntut penyelenggaraan pembelajaran yang tidak hanya berfokus pada penguasaan konsep secara teoretis, tetapi juga memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk memverifikasi dan mengaplikasikan konsep tersebut melalui kegiatan praktikum di laboratorium. Dengan keterlibatan langsung dalam praktikum, peserta didik diharapkan mampu menghubungkan konsep yang dipelajari dengan fenomena biologis yang diamati sehingga pemahaman konsep dapat berkembang secara lebih mendalam.

Pelaksanaan kegiatan praktikum terbukti mampu meningkatkan capaian pemahaman konsep peserta didik secara signifikan. Hal ini didukung berbagai penelitian yang menunjukkan bahwa peserta didik yang terlibat dalam kegiatan praktikum memperoleh capaian yang lebih tinggi dibandingkan dengan mereka yang tidak mengikuti kegiatan tersebut Ramadhan & Suyanto (2020). Kegiatan praktikum memiliki peran yang sangat penting dalam mengembangkan keterampilan proses sains, meningkatkan kemampuan berpikir kritis, serta menumbuhkan sikap ilmiah pada peserta didik, karena memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk melakukan pengamatan secara langsung dan berinteraksi dengan fenomena biologis yang sedang dipelajari, sehingga pemahaman terhadap konsep teoretis dapat diperkuat melalui pengalaman belajar secara langsung, dan memperkuat pengetahuan teoritis melalui pengalaman langsung. Oliveira & Bonito (2023) menyatakan bahwa keunggulan utama praktikum dalam pendidikan sains terletak pada perpaduan antara pengembangan keterampilan praktis dan

pemahaman konseptual, dimana peserta didik diberikan kesempatan untuk memanipulasi bahan secara langsung guna memperkuat penguasaan teoritis melalui pengalaman nyata.

Melalui kegiatan praktikum, peserta didik memperoleh kesempatan untuk mengamati, mencoba, dan membuktikan secara langsung konsep yang dipelajari, sehingga dapat meningkatkan keterampilan proses sains, kemampuan berfikir kritis serta pembentukan sikap ilmiah. Poses pembelajaran memberikan pengalaman belajar secara menyeluruh dapat membantu peserta didik memahami materi yang disampaikan secara lebih konkret, sehingga mereka dapat menguasai materi secara lebih komprehensif. Keterlibatan aktif peserta didik dalam kegiatan pembelajaran juga dapat mendorong mereka untuk terlibat secara langsung, mengembangkan kreativitas, serta menggali potensi yang dimiliki. Keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran memungkinkan mereka untuk lebih aktif mengikuti setiap tahapan pembelajaran, sekaligus memberikan kesempatan bagi mereka untuk mengekspresikan kreativitas serta mengembangkan kemampuan dan potensi yang dimiliki selama mengikuti setiap tahapan pembelajaran Syam *et al.*, (2025).

Materi yang tepat untuk diterapkan dengan pendekatan tersebut salah satunya adalah bioteknologi, karena pembelajarannya berbasis praktikum, khususnya jenis bioteknologi yang berkaitan dengan proses fermentasi. Bioteknologi fermentasi termasuk teknik tradisional yang memanfaatkan mikroorganisme untuk menghasilkan berbagai produk makanan dan minuman. Produk bioteknologi konvensional dapat disebut juga makanan fermentasi. Di Indonesia, produk pangan fermentasi dapat dikelompokkan menjadi empat jenis berdasarkan mekanisme fermentasinya, yaitu fermentasi asam laktat yang diterapkan pada buah, sayuran, susu, singkong, dan daging fermentasi kapang atau jamur yang digunakan pada kedelai serta berbagai jenis kacang-kacangan, fermentasi alkohol yang umumnya diterapkan pada beras dan singkong, serta fermentasi dengan kadar garam tinggi yang dimanfaatkan dalam pengolahan ikan, kecap, dan tauco. Amanah *et al.*, (2023).

Konsep fermentasi asam laktat didefinisikan sebagai proses biokimia yang melibatkan peran mikroorganisme, seperti bakteri penghasil asam laktat, dalam

mengubah substrat menjadi asam laktat. Mekanisme tersebut banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, terutama pada berbagai produk pangan fermentasi. Salah satu produk fermentasi asam laktat yang dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran salah satunya adalah kimchi, yang tergolong sebagai salah satu contoh penerapan bioteknologi konvensional dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme.

Selama berlangsungnya fermentasi kimchi, bakteri penghasil asam laktat berperan dalam membentuk beragam senyawa metabolit, antara lain asam laktat, asam asetat, dan senyawa organik lainnya, sehingga menyebabkan nilai pH selama proses fermentasi berlangsung mengalami penurunan. Penurunan pH tersebut menciptakan lingkungan yang tidak mendukung pertumbuhan mikroorganisme patogen. Di samping itu, bakteri asam laktat juga menghasilkan senyawa antimikroba, seperti bakteriosin dan hidrogen peroksida, yang berfungsi dalam menjaga keamanan dan kualitas produk fermentasi. Dengan demikian, proses fermentasi tidak hanya memengaruhi karakteristik rasa dan tekstur kimchi, tetapi juga berperan dalam meningkatkan keamanan pangan. Mokoena *et al.*, (2021) menyatakan bahwa bakteri asam laktat berkontribusi secara signifikan terhadap keamanan pangan melalui produksi berbagai senyawa seperti asam organik, bakteriosin, hidrogen peroksida, dan enzim, yang seluruhnya berfungsi untuk menekan pertumbuhan mikroorganisme berbahaya selama proses fermentasi berlangsung. Atas dasar itu, fermentasi kimchi tidak hanya dapat dipahami sebagai produk fermentasi, tetapi juga dapat dimanfaatkan sebagai sarana pembelajaran yang kontekstual untuk mempermudah peserta didik dalam memahami konsep fermentasi secara lebih nyata.

Kegiatan praktikum memungkinkan peserta didik tidak hanya mempelajari konsep fermentasi secara teoretis, tetapi juga mengamati secara langsung perubahan yang terjadi pada bahan pangan akibat aktivitas mikroorganisme selama proses fermentasi berlangsung. Pada fermentasi kimchi, komunitas mikroorganisme didominasi oleh kelompok bakteri asam laktat, seperti *Leuconostoc spp*, *Lactobacillus*, dan *Weissella* Lee *et al.*, (2021). Kelompok bakteri asam laktat tersebut berperan dalam menghasilkan asam laktat, asam asetat, dan

karbon dioksida yang menyebabkan penurunan pH serta membentuk cita rasa, aroma khas, dan mempertahankan tekstur renyah kimchi selama proses fermentasi Yoon *et al.*, (2021). Pemilihan kimchi sebagai objek pembelajaran didasarkan pada meningkatnya popularitas budaya Korea (*Korean Wave*) yang memengaruhi gaya hidup, pola konsumsi, dan minat remaja di Indonesia sehingga diharapkan dapat mendorong peningkatan motivasi belajar peserta didik Meriantika *et al.*, (2025).

Popularitas budaya Korea membuat kimchi semakin dikenal sehingga membantu peserta didik dalam memahami konsep bioteknologi melalui ketertarikan visual dan emosional yang dimilikinya. Mengaitkan konsep biologi dengan tren budaya modern dapat menjadi strategi efektif untuk mengubah pandangan peserta didik bahwa sains tidak hanya terbatas pada kegiatan laboratorium, tetapi juga hadir dalam kehidupan sehari-hari, termasuk dalam budaya kuliner yang mereka sukai. Kwon *et al.*, (2025) menjelaskan bahwa kimchi merupakan pangan fermentasi tradisional Korea yang dibuat dari sayuran dan difermentasi oleh bakteri asam laktat, sehingga memiliki karakteristik organoleptik, nilai gizi, dan manfaat yang khas. Dalam konteks pembelajaran bioteknologi, kimchi dapat dijadikan contoh konkret untuk memperlihatkan hubungan antara mikroorganisme, proses fermentasi, dan perubahan bahan pangan secara nyata.

Kegiatan praktikum fermentasi asam laktat memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengamati perubahan sifat fisik dan kimia bahan secara langsung, sekaligus memahami faktor-faktor yang memengaruhi proses fermentasi serta memahami tahapan proses biologis yang terjadi selama fermentasi berlangsung. Melalui kegiatan ini, peserta didik dapat menganalisis proses fermentasi yang berlangsung melalui beberapa tahap serta mengkaji berbagai faktor yang memengaruhinya. Praktikum ini tidak hanya menekankan hasil akhir, tetapi juga mengarahkan peserta didik untuk memahami mekanisme proses fermentasi asam laktat secara ilmiah dan sistematis.

Penelitian ini menggunakan media praktikum berbasis produk fermentasi untuk menghubungkan konsep bioteknologi yang bersifat teoritis dengan pengalaman nyata. Media tersebut membantu peserta didik memahami konsep secara lebih konkret dan mendorong partisipasi aktif peserta didik dalam proses

pembelajaran. Jiménez-Gaona & Vivanco-Galván (2024) menunjukkan bahwa pembelajaran bioteknologi berbasis proyek dapat mendorong proses belajar karena peserta didik terlibat dalam aktivitas yang mengaitkan konsep ilmiah dengan aplikasi nyata. Temuan tersebut memperkuat alasan bahwa pembelajaran bioteknologi sebaiknya tidak hanya disampaikan melalui ceramah, tetapi perlu dilengkapi dengan kegiatan praktik yang kontekstual.

Penelitian sebelumnya lebih banyak berfokus pada pengembangan modul pembelajaran elektronik Apriliani *et al.*, (2025) , literasi sains Afifah *et al.*, (2025), atau kemampuan ilmiah mahasiswa didik Herditiya & Trisianawati, (2025) . Sementara itu, penelitian pada tingkat SMA yang secara khusus menganalisis penerapan praktikum untuk mengukur pemahaman konsep fermentasi asam laktat masih tergolong terbatas. Kondisi ini menunjukkan adanya celah penelitian dalam penyediaan data empiris mengenai pemahaman peserta didik terhadap alur proses fermentasi secara konseptual dan mekanistik.

Penelitian ini perlu dilaksanakan karena adanya kesenjangan tersebut. Pembelajaran berbasis praktikum memiliki landasan teori konstruktivisme yang menitikberatkan pembentukan pengetahuan melalui pengalaman belajar secara langsung, sehingga penerapannya berpotensi meningkatkan pemahaman konsep peserta didik, terutama pada materi yang memiliki karakteristik aplikatif seperti fermentasi asam laktat. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini difokuskan untuk menganalisis penerapan kegiatan praktikum dalam meningkatkan pemahaman konsep fermentasi asam laktat pada peserta didik kelas X di SMA Karya Pembangunan Baleendah, serta untuk mengetahui sejauh mana kegiatan praktikum meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap proses fermentasi secara menyeluruh, mulai dari aktivitas mikroorganisme hingga perubahan kimia yang terjadi.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang yang telah dikemukakan, maka identifikasi masalah penelitian ini adalah:

1. Terbatasnya kegiatan praktikum pada pembelajaran bioteknologi khususnya fermentasi asam laktat, membuat peserta didik belum memperoleh pengalaman belajar secara langsung, yang mengakibatkan pemahaman konsep belum optimal.
2. Penerapan metode pembelajaran yang melibatkan keaktifan peserta didik masih terbatas, sementara pendekatan ceramah masih mendominasi sehingga tingkat keterlibatan peserta didik selama proses pembelajaran masih rendah.
3. Pembelajaran biologi cenderung lebih menitikberatkan aspek teoritis tanpa diimbangi dengan kegiatan praktikum, sehingga menyebabkan peserta didik mengalami kesulitan dalam menghubungkan konsep fermentasi asam laktat dengan penerapan dalam kehidupan sehari – hari.
4. Rendahnya pemahaman konsep yang dimiliki peserta didik pada materi tentang fermentasi asam laktat disebabkan oleh sifat materi yang abstrak, sehingga sulit dipahami tanpa adanya kegiatan praktikum sebagai media pembelajaran.
5. Belum diketahui secara jelas bagaimana penerapan kegiatan praktikum dapat memengaruhi pemahaman konsep fermentasi asam laktat pada peserta didik.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian berlangsung secara sistematis serta pembahasan lebih terarah pada pokok permasalahan, penulis membatasi permasalahan yang diamati dan dikerjakan selama penelitian, diantaranya:

1. Penelitian ini dilaksanakan pada peserta didik kelas X di SMA Karya Pembangunan Baleendah.
2. Materi yang diteliti dibatasi pada bioteknologi konvensional, khususnya pada konsep fermentasi asam laktat yang mencakup mekanisme proses fermentasi, peran mikroorganisme, faktor yang mempengaruhi fermentasi, serta perubahan fisik yang terjadi.
3. Penelitian difokuskan pada pembelajaran berbasis praktikum melalui pembuatan produk fermentasi asam laktat secara kontekstual dan aplikatif

dengan pembuatan produk fermentasi kimchi sebagai media pembelajaran untuk memahami konsep fermentasi asam laktat.

4. Penelitian ini melibatkan peserta didik kelas X sebagai subjek penelitian, yang terbagi ke dalam kelas X-4 sebagai kelas eksperimen dan kelas X-5 sebagai kelas kontrol.
5. Penelitian ini membandingkan dua perlakuan pembelajaran yang dirancang setara (*equivalent learning design*), di mana seluruh rangkaian kegiatan pembelajaran pada kedua kelas dibuat sama, meliputi analisis video pembelajaran, diskusi kelompok, pengolahan informasi, dan presentasi hasil diskusi.
6. Perbedaan perlakuan hanya terletak pada kegiatan praktikum, yaitu:
 - a. Kelas eksperimen: mendapatkan tambahan kegiatan praktikum pembuatan kimchi yang memungkinkan peserta didik mengamati secara langsung proses fermentasi asam laktat, termasuk aktivitas mikroorganisme, tahapan proses, serta perubahan sifat fisik bahan.
 - b. Kelas kontrol: tidak melakukan praktikum, tetapi tetap menggunakan pendekatan *student-centered learning* melalui analisis video fermentasi, diskusi, dan presentasi, sehingga tetap aktif secara kognitif tanpa pengalaman langsung.
7. Variabel yang diteliti adalah pemahaman konsep fermentasi asam laktat peserta didik setelah penerapan metode praktikum, yang merujuk pada kemampuan peserta didik dalam:
 - a. Memahami (C2), mengidentifikasi konsep dasar fermentasi, jenis mikroorganisme, serta bahan yang sesuai untuk proses fermentasi asam laktat.
 - b. Menjelaskan (C2–C3), menguraikan tahapan proses, tujuan dan produk fermentasi berdasarkan fenomena yang disajikan, termasuk peran mikroorganisme dalam mengubah gula menjadi asam laktat selama pembuatan kimchi.
 - c. Mengaplikasikan (C3), menerapkan konsep fermentasi dalam konteks nyata berupa penentuan prosedur dan kondisi yang tepat dalam

pembuatan kimchi, seperti penggunaan garam, jenis wadah, dan lama fermentasi.

- d. Menganalisis (C4), menghubungkan tahapan proses fermentasi dengan faktor – faktor yang memengaruhinya, seperti suhu, pH, kadar garam, dan kondisi lingkungan, untuk menjelaskan keberhasilan atau kegagalan fermentasi.
 - e. Mengevaluasi (C5), menilai kualitas hasil fermentasi berdasarkan indikator rasa, aroma, dan tekstur serta menentukan tindakan perbaikan atau kesimpulan yang tepat terhadap proses fermentasi yang telah dilakukan.
8. Tingkat pemahaman konsep peserta didik diukur melalui instrumen tes pilihan ganda yang dilaksanakan pada awal pembelajaran (*pretest*) dan setelah seluruh tahapan proses pembelajaran selesai (*posttest*).
 9. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimen. Sampel penelitian berjumlah 62 peserta didik, yang terdiri atas 27 peserta didik laki – laki dan 35 peserta didik perempuan. Seluruh sampel kemudian dibagi kedalam dua kelompok, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol.

1.4 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana pelaksanaan kegiatan praktikum pada materi fermentasi asam laktat di kelas X SMA Karya Pembangunan Baleendah?
2. Sejauh mana penerapan kegiatan praktikum pada materi fermentasi asam laktat meningkatkan pemahaman konsep peserta didik, yang diukur melalui skor peningkatan antara *pre-test* dan *post-test*?
3. Apakah terdapat perbedaan dan peningkatan pemahaman konsep peserta didik antara kelas yang menggunakan kegiatan praktikum dan kelas yang tidak menggunakan kegiatan praktikum berdasarkan hasil *pre – test* dan *post – test* ?

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan pada masalah penelitian, tujuan penelitian ini yaitu :

1. Mendeskripsikan pelaksanaan kegiatan praktikum pada materi fermentasi asam laktat di kelas X SMA Karya Pembangunan Baleendah.
2. Menganalisis besarnya peningkatan pemahaman konsep peserta didik setelah penerapan kegiatan praktikum, yang diukur berdasarkan nilai N-gain antara *pre-test* dan *post-test*.
3. Menganalisis perbedaan dan peningkatan pemahaman konsep peserta didik antara kelas yang melakukan praktikum dan kelas yang tidak menggunakan kegiatan praktikum berdasarkan hasil *pre-test* dan *post – test*.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat teoritis setelah melakukan penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan pembelajaran biologi, khususnya pada materi bioteknologi konvensional yang dibatasi pada fermentasi asam laktat. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi referensi ilmiah mengenai penerapan kegiatan praktikum dalam meningkatkan pemahaman konsep peserta didik. Serta manfaat praktis setelah melakukan penelitian ini yaitu :

1. Bagi peneliti: Memberikan pengalaman serta wawasan dalam menerapkan metode penelitian eksperimen, khususnya dalam mengimplementasi kegiatan praktikum sebagai upaya meningkatkan pemahaman konsep peserta didik.
2. Bagi peserta didik: Membantu meningkatkan pemahaman konsep fermentasi asam laktat melalui pengalaman belajar langsung, sehingga peserta didik tidak hanya memperoleh pengetahuan secara teoretis, tetapi juga mampu mengaitkannya dengan praktik nyata, serta meningkatkan keterlibatan dan keterampilan dalam proses pembelajaran.
3. Bagi Guru: Memberikan informasi dan alternatif strategi pembelajaran yang lebih efektif melalui penerapan kegiatan praktikum, khususnya pada materi fermentasi asam laktat, sehingga dapat meningkatkan kualitas pembelajaran biologi.

4. Bagi Institusi Pendidikan: Menjadi dasar pengembangan kurikulum yang lebih baik serta menjadi bahan pertimbangan dalam memberikan peningkatan terhadap kualitas pembelajaran biologi melalui kegiatan praktikum yang inovatif dan kontekstual.

1.7 Definisi Operasional

Agar tidak terjadi kekeliruan dalam penafsiran serta untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai makna yang terkandung dalam judul analisis, definisi operasional sebagai dasar utama dalam penelitian ini. Berikut merupakan definisi operasional yang digunakan:

1. Bioteknologi adalah cabang ilmu yang melakukan penelitian dan inovasi dengan memanfaatkan organisme hidup atau bagian-bagiannya untuk menghasilkan produk atau layanan yang bermanfaat bagi manusia. Dalam bidang pangan, bioteknologi sering menggunakan mikroorganisme melalui proses fermentasi untuk menghasilkan berbagai jenis makanan *Alberro et al.*, (2023).
2. Pemahaman konsep adalah kemampuan peserta didik dalam memahami, menjelaskan, menganalisis, dan mengevaluasi suatu konsep yang telah dipelajari. Zuleni & Marfilinda (2022) menyatakan bahwa pemahaman konsep IPA merupakan kemampuan peserta didik dalam memahami proses menemukan fakta, konsep, dan teori melalui merumuskan cara penyelesaian suatu permasalahan, melakukan perhitungan, serta menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari. Dalam penelitian ini, pemahaman konsep secara khusus mengacu pada lima jenjang kognitif (C2 sampai C5) dan diukur melalui tes *pretest* dan *posttest*.
3. Efektivitas adalah tingkat keberhasilan suatu perlakuan dalam mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Efektivitas pembelajaran merujuk pada sejauh mana proses pendidikan atau pembelajaran berhasil mencapai tujuan yang diinginkan dengan hasil yang baik, yang dapat diukur melalui pencapaian tujuan pembelajaran, tingkat pemahaman peserta didik, peningkatan keterampilan, dan penggunaan pengetahuan yang diperoleh dalam situasi

praktis Erina Mifta Alvira *et al.*, (2023). Dalam penelitian ini, efektivitas penerapan praktikum diukur melalui besarnya peningkatan (N-gain) skor pemahaman konsep antara *pretest* dan *posttest*, serta melalui perbedaan signifikan hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

4. Praktik pembelajaran adalah aplikasi nyata dari teori pembelajaran dalam proses pendidikan, yang mencakup berbagai aktivitas, metode, dan pendekatan yang dilakukan oleh pendidik untuk meningkatkan keterlibatan peserta didik dan mencapai tujuan pendidikan Umkabu & Septi Lestari, (2023). Dalam penelitian ini, kegiatan praktik berupa fermentasi asam laktat melalui pembuatan kimchi sebagai media pembelajaran pada kelas eksperimen.
5. Pembelajaran tanpa praktikum adalah kegiatan pembelajaran yang tidak melibatkan percobaan secara langsung, tetapi dilakukan secara aktif melalui diskusi, analisis materi, dan studi literatur. Dalam konteks pendidikan sains, pembelajaran yang tidak berbasis kegiatan laboratorium tetap dapat berlangsung secara aktif melalui pendekatan seperti diskusi kelompok, pengkajian literatur ilmiah, dan analisis konsep secara teori, meskipun tanpa melibatkan manipulasi bahan secara langsung Permatasari *et al.*, (2021). Dalam penelitian ini, pendekatan tersebut diterapkan pada kelas kontrol.
6. Fermentasi merupakan proses metabolisme mikroorganisme yang mengubah senyawa organik menjadi senyawa lain yang lebih sederhana, seperti asam atau alkohol, melalui aktivitas enzim mikroba Nafisah *et al.*, (2024).
7. Fermentasi asam laktat merupakan salah satu proses bioteknologi konvensional yang melibatkan aktivitas bakteri asam laktat untuk mengubah karbohidrat menjadi asam laktat melalui proses metabolisme. Bakteri asam laktat berperan dalam mengubah gula sederhana menjadi asam laktat, menurunkan pH, menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk maupun patogen, serta memberikan karakteristik rasa khas pada produk fermentasi Zapaśnik *et al.*, (2022). Dalam penelitian ini, proses

tersebut dipelajari melalui praktikum pembuatan kimchi salah satu contoh produk fermentasi sayuran.

8. Praktikum fermentasi kimchi dalam penelitian ini merupakan kegiatan pembelajaran biologi yang melibatkan peserta didik secara langsung dalam proses pembuatan kimchi sebagai contoh bioteknologi konvensional. Peserta didik menyiapkan bahan, mencampur, dan mengamati perubahan selama fermentasi oleh bakteri asam laktat Teiseran *et al.*, (2022).
9. *Pretest* adalah tes awal yang diberikan sebelum pembelajaran untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik, sedangkan *posttest* adalah tes akhir yang diberikan setelah pembelajaran untuk mengetahui peningkatan pemahaman konsep peserta didik. Yulianti *et al.*, (2023) menyatakan bahwa *pretest* diberikan di awal pembelajaran untuk mengukur kompetensi awal peserta didik, sementara *posttest* diberikan di akhir pembelajaran untuk mengukur capaian kompetensi setelah perlakuan diberikan, sehingga keduanya bersama-sama dapat digunakan untuk mengetahui sejauh mana peningkatan hasil belajar yang terjadi.
10. Peserta didik adalah individu yang sedang menempuh proses pembelajaran pada suatu satuan pendidikan dan berusaha mengembangkan potensi dirinya melalui kegiatan belajar. Menurut (Undang - Undang Republik Indonesia Nomor 13, 2003) tentang Sistem Pendidikan Nasional, peserta didik merupakan anggota masyarakat yang berusaha mengembangkan potensi diri melalui proses pembelajaran pada jalur pendidikan tertentu.