

## **BAB 2**

### **TINJAUAN TEORITIS**

#### **2.1. Kajian Pustaka**

##### **2.2.1. Keterampilan Proses Sains**

Sikap ilmiah dalam penguasaan proses pembelajaran sains disebut sebagai keterampilan proses sains. Keterampilan proses sains dapat membantu siswa dalam mengaktifkan, mengembangkan rasa tahu, memiliki rasa tanggung jawab, mandiri serta membantu dalam melakukan penelitian dan meningkatkan kemampuan proses lainnya. Proses yang dimaksud yaitu indikasinya dengan persoalan memecahkan dan menghadapi persoalan dalam kehidupan sehari-hari. Siswa harus dapat mengembangkan pengetahuan yang telah dimilikinya sehingga memunculkan pemahaman konsep yang mendalam (Janah *et al.*, 2018).

Menurut Semiawan (1992) (dalam Lusidawaty *et al.*, 2020) keterampilan proses sains merupakan proses pengembangan kemampuan fisik dan mental yang timbul dari kemampuan dasar yang dimiliki oleh seseorang. Keterampilan proses sains menjadi sarana penting untuk mempelajari dan memahami serta penting juga untuk memperoleh ilmu pengetahuan sains. Adanya keterampilan tersebut tidak dapat dibantah lagi keberadaannya, karena keterampilan proses sains dalam pembelajaran merupakan keterampilan mendasar yang harus dimiliki siswa untuk mengembangkan potensi yang sudah ada pada dirinya.

Menurut Akani (dalam Mahmudah *et al.*, 2019) melakukan penyelidikan ilmiah, membangun konsep, prinsip dan juga pengembangan konsep yang sudah ada itu sendiri memerlukan keterampilan proses sains karena mengarahkan pada peningkatan kemampuan kognitif dan psikomotor.

Berdasarkan penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa keterampilan proses sains merupakan kolaborasi antara pengembangan keterampilan-keterampilan intelektual, sosial dan fisik yang datang dari kemampuan mendasar siswa itu sendiri yang memungkinkan siswa mencari dan menemukan fakta untuk membangun konsep-konsep melalui proses

pembelajaran secara langsung. Keterampilan proses sains sangat dibutuhkan oleh siswa dalam menghadapi era globalisasi saat ini, dimana siswa dapat memiliki sikap ilmiah dan keterampilan dalam memecahkan suatu permasalahan sehingga memunculkan sikap yang kreatif, inovatif dan kritis terbuka dalam persaingan pada dunia global.

Adapun untuk mengukur keberhasilan keterampilan proses sains siswa maka bisa dengan memperhatikan beberapa indikator dari keterampilan proses sains tersebut. Pada pembelajaran sains KPS dikategorikan menjadi dua komponen utama yaitu KPS dasar dan KPS terintegrasi. Adapun penjelasan dari keterampilan proses sains dasar menurut (Senisum, 2021) meliputi:

#### 1) Observasi/Mengamati

Keterampilan ini merupakan keterampilan paling dasar karena menyangkut pengembangan keterampilan-keterampilan proses yang lain. Melalui kegiatan mengamati maka akan memperoleh suatu informasi yang menggunakan beragam alat indera terdiri dari indera penglihat, pencium, pendengar, peraba dan perasa. Indikator lainnya yang harus dipenuhi yaitu mengumpulkan atau menggunakan fakta yang relevan. Adapun karakteristik dari keterampilan mengamati yaitu sebagai berikut:

- a. Mengidentifikasi ciri-ciri suatu benda menggunakan beragam alat indera atau dengan alat bantu.
- b. Mengidentifikasi perbedaan dan persamaan yang nyata dengan objek atau peristiwa.
- c. Membaca alat ukur.
- d. Membandingkan gambar melalui uraian/benda.
- e. Memberikan suatu benda/peristiwa.

#### 2) Klasifikasi/Mengelompokkan

Keterampilan ini menuntut mencari persamaan dan perbedaan pada suatu objek, mengontraskan ciri-ciri yang dimiliki suatu objek, menemukan dasar pengelompokkan dan menghubungkan hasil-hasil pengamatan serta mencatat pengamatan secara terpisah.

### 3) Interpretasi/Menafsirkan

Interpretasi merupakan sebuah pernyataan/kesimpulan yang diperoleh berdasarkan fakta yang dihasilkan dari hasil pengamatan. Selain itu, menghubungkan hasil-hasil pengamatan yang dan menemukan pola dalam suatu seri pengamatan.

### 4) Memprediksi/Meramalkan

Memprediksi merupakan keterampilan yang menggunakan pola-pola hasil pengamatan untuk memperkirakan apa yang akan terjadi serta mengemukakan apa yang akan terjadi pada keadaan yang belum diamati tentunya dibuat berdasarkan hasil observasi.

### 5) Mengkomunikasikan

Memberikan dan menggambarkan data dari hasil pengamatan dengan grafik/tabel, diagram, atau mengubahnya dalam bentuk salah satunya. Menyusun dan menyampaikan laporan secara sistematis dan jelas, menjelaskan hasil percobaan dan penelitian hingga mendiskusikan hasil kegiatan suatu masalah atau peristiwa.

### 6) Mengajukan pertanyaan

Mengajukan pertanyaan yang berlatar hipotesis sehingga dapat merumuskan masalah dari suatu data yang sudah disajikan.

Adapun penjelasan dari indikator keterampilan proses sains terintegrasi menurut Chaidar Wariato (2011:14) (dalam Suryaningsih, 2017) sebagai berikut:

#### 1) Mengajukan rumusan masalah

Membuat jawaban sementara terhadap rumusan masalah yang telah dibuat.

#### 2) Berhipotesis

Menjelaskan dan mengetahui adanya lebih dari satu kemungkinan penjelasan dari suatu peristiwa dan menyadari bahwa suatu penjelasan perlu diuji kebenarannya untuk memperoleh bukti lebih banyak atau ketika melakukan suatu pemecahan masalah.

### 3) Merencanakan percobaan

Indikator yang harus diperhatikan yaitu menentukan alat/bahan/sumber yang akan digunakan pada saat penelitian, menentukan variabel atau faktor penentu, menentukan apa yang akan diamati dan dicatat, dan menentukan apa yang akan dilakukan berupa prosedur kerja.

### 4) Menggunakan alat atau bahan/sumber

Menggunakan alat dan bahan, mengetahui alasan mengapa harus menggunakan alat atau bahan tersebut, serta mengetahui bagaimana menggunakan alat dan bahan tersebut.

### 5) Menerapkan konsep

Menuntut menggunakan konsep yang telah dipelajari dalam situasi baru dan bagaimana menggunakan konsep pada pengalaman baru untuk menjelaskan apa yang sedang terjadi.

### 6) Melaksanakan percobaan

Melakukan percobaan sesuai dengan prosedur yang telah ditentukan untuk mengetahui hasil dari suatu kegiatan/peristiwa.

## **2.2.2. Hasil Belajar**

Tingkat keberhasilan siswa dalam mempelajari mata pelajaran di sekolah dikenal sebagai hasil belajar, yang diukur dengan skor yang diperoleh dari tes mengenai mata pelajaran tertentu. Pada dasarnya, hasil belajar adalah perubahan yang terjadi pada tingkah laku seseorang sebagai bentuk hasil dari proses belajar. Perubahan ini dapat mencakup pengetahuan, pemahaman, keterampilan, dan sikap, yang biasanya dikomunikasikan dalam bentuk angka atau lambang huruf dengan kriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Hasil belajar siswa dapat menunjukkan seberapa baik mereka memahami materi dan sejauh mana tingkat aktualisasi siswa berkaitan dengan materi yang sudah dipahami tersebut (Irawati *et al.*, 2021).

Sejalan dengan (Maulana, 2021) salah satu tujuan pendidikan adalah hasil belajar, yang mencakup kompetensi sikap, pengetahuan, dan keterampilan. Mengingat dan menghafal merupakan salah satu contoh kompetensi pengetahuan. Keduanya merupakan kegiatan yang membosankan

bagi siswa, tetapi ini termasuk kemampuan dasar yang harus dikuasai oleh siswa. Oleh karena itu, guru harus mengelola pembelajaran secara inovatif, kreatif, dan motivatif. Ini dilakukan agar pembelajaran tidak terasa membosankan dan membuat pembelajaran menjadi menyenangkan, sehingga siswa lebih aktif mencari tahu dan berdampak baik bagi hasil belajar siswa itu sendiri.

Sukses atau tidaknya kegiatan belajar sangat menentukan kualitas dan keberhasilan pendidikan. Ini karena hasil belajar merupakan inti dari proses pembelajaran dan menunjukkan bagaimana proses pembelajaran berjalan. Siswa yang lebih termotivasi dan menyukai pelajaran akan lebih dapat melihat hasil belajar yang baik (Yanti *et al.*, 2018). Hasil belajar adalah pengetahuan, kemampuan, dan keterampilan yang diperoleh seseorang dari proses pembelajaran sehingga dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Hasil belajar ini dapat dikatakan sebagai pencapaian seseorang berupa bentuk perubahan perilaku yang cenderung menetap dari domain kognitif, afektif, dan psikomotorik sebagai hasil dari proses pembelajaran yang dilakukan dalam jangka waktu tertentu (Irwan *et al.*, 2019). Sejalan dengan (Yandi *et al.*, 2023) jika siswa mengalami perkembangan dan peningkatan perilaku yang diharapkan selama perumusan tujuan pembelajaran, hasil belajar dianggap tercapai. Hasil ini ditunjukkan dengan mengevaluasi siswa melalui ulangan atau ujian. Salah satu hal yang paling diinginkan oleh semua siswa adalah hasil belajar yang baik, yang dapat digunakan sebagai indikator seberapa baik seorang siswa melakukan kegiatan belajar. Hasil belajar adalah hasil yang dicapai oleh siswa setelah menerima instruksi pembelajaran dalam jangka waktu tertentu. Selain itu, hasil belajar dapat dilihat sebagai representasi dari usaha belajar siswa. Semakin besar usaha belajar siswa, semakin baik pula hasil belajar. Akibatnya, hasil belajar dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk menilai keberhasilan pembelajaran siswa.

Berdasarkan uraian di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil belajar adalah hasil akhir yang diperoleh siswa dalam jangka waktu tertentu. Hasil ini memungkinkan siswa mengembangkan kemampuan untuk

memecahkan masalah dalam kehidupan, menyesuaikan diri dengan lingkungannya, dan menghasilkan perubahan yang positif dan mencegah perubahan yang negatif. Di dalam proses pembelajaran hasil belajar menjadi suatu hal yang sangat penting dan dapat diukur untuk memastikan bahwa siswa mendapatkan pendidikan yang berkualitas sehingga diharapkan dapat membantu siswa mencapai tujuan belajarnya dan menjadi individu yang berhasil di masa depan.

Menurut Taksonomi Bloom, hasil belajar diukur dalam ranah kognitif atau pengetahuan, yang dibagi menjadi dua ranah, yaitu ranah pengetahuan dan ranah proses kognitif sebagaimana yang tercantum dalam tabel 2.1 berikut:

**Tabel 2.1 Taksonomi Bloom**

<b>Dimensi Pengetahuan</b>	<b>Dimensi Proses Kognitif</b>
<b>1. Pengetahuan Faktual</b> a. Pengetahuan tentang terminologi b. Pengetahuan tentang bagian detail dan unsur-unsurnya	C.1. Mengingat ( <i>Remember</i> ) 1.1. Mengenali ( <i>recognizing</i> ) 1.2. Mengingat ( <i>recalling</i> )
<b>2. Pengetahuan Konseptual</b> a. Pengetahuan tentang klasifikasi dan kategori b. Pengetahuan tentang prinsip dan generalisasi c. Pengetahuan tentang teori, model, dan struktur	C.2. Memahami ( <i>Understand</i> ) 2.1. Menafsirkan ( <i>interpreting</i> ) 2.2. Memberi contoh ( <i>exemplifying</i> ) 2.3. Mengklasifikasikan ( <i>classifying</i> ) 2.4. Meringkas ( <i>summarizing</i> ) 2.5. Menarik inferensi ( <i>inferring</i> )
<b>3. Pengetahuan Prosedural</b> a. Pengetahuan tentang keterampilan khusus yang berhubungan dengan suatu bidang tertentu dan pengetahuan algoritma b. Pengetahuan tentang teknik dan metode c. Pengetahuan tentang kriteria penggunaan suatu prosedur	2.6. Membandingkan ( <i>comparing</i> ) 2.7. Menjelaskan ( <i>explaining</i> ) C.3. Mengaplikasikan ( <i>Apply</i> ) 3.1. Menjalankan ( <i>executing</i> ) 3.2. Mengimplementasikan ( <i>implementing</i> )
<b>4. Pengetahuan Metakognitif</b> a. Pengetahuan strategi b. Pengetahuan tentang operasi kognitif c. Pengetahuan tentang diri	C.4. Menganalisis ( <i>Analyze</i> ) 4.1. Membedakan ( <i>differentiating</i> ) 4.2. Mengorganisir ( <i>organizing</i> ) 4.3. Menemukan makna tersirat ( <i>attributing</i> ) C.5. Mengevaluasi ( <i>Evaluate</i> ) 5.1. Memeriksa ( <i>checking</i> )

Dimensi Pengetahuan	Dimensi Proses Kognitif
sendiri	5.2. Mengkritik ( <i>critiquing</i> ) C.6. Mencipta ( <i>Create</i> ) 6.1. Membuat ( <i>generating</i> ) 6.2. Merencanakan ( <i>planning</i> ) 6.3. Memproduksi ( <i>producing</i> )

Sumber : (Anderson *et al.*, 2001) (dalam Nafiati, 2021)

Menurut (Widodo, 2006) hasil belajar pada ranah kognitif dibagi menjadi dua yakni dimensi pengetahuan dan dimensi proses kognitif. Adapun penjelasan mengenai ranah dimensi pengetahuan menurut (Widodo, 2006, pp. 2–5) antara lain:

- 1) Pengetahuan faktual (*factual knowledge*) yakni pengetahuan yang berupa bagian-bagian kecil informasi atau komponen dasar dari suatu disiplin ilmu tertentu. Pengetahuan faktual pada umumnya merupakan abstraksi tingkat rendah. Pengetahuan faktual terdiri dari pengetahuan terminologi (*knowledge of terminology*), mencakup pemahaman tentang label atau simbol tertentu, baik yang diucapkan maupun yang tidak diucapkan dan pengetahuan tentang bagian detail dari unsur-unsur (*knowledge of specific details and element*) mencakup pengetahuan yang sangat khusus tentang peristiwa, individu, waktu, dan informasi lainnya.
- 2) Pengetahuan konseptual yakni pengetahuan yang menunjukkan bagaimana komponen dasar dalam struktur yang lebih besar saling berhubungan dan bekerja sama. Pengetahuan konseptual mencakup teori, model pemikiran, dan skema, baik yang tertulis maupun tidak tertulis. Ada tiga jenis pengetahuan konseptual yaitu pengetahuan tentang klasifikasi dan kategori, pengetahuan tentang prinsip dan generalisasi, dan pengetahuan tentang teori, model, dan struktur.
- 3) Pengetahuan prosedural yakni pengetahuan tentang cara mengerjakan sesuatu, baik yang rutin maupun yang baru. Ini biasanya mencakup langkah-langkah atau tahapan yang harus diikuti untuk menyelesaikan tugas tertentu.

- 4) Pengetahuan metakognitif yakni mencakup pengetahuan tentang kognisi secara keseluruhan dan pengetahuan tentang diri sendiri. Penelitian tentang metakognitif menemukan bahwa ketika siswa belajar, mereka menjadi semakin sadar akan pikirannya dan lebih tahu tentang kognisi. Jika siswa dapat mencapai hal ini, mereka akan lebih baik lagi dalam belajar.

Sedangkan pada ranah proses kognitif setelah melalui tahap revisi terbagi menjadi enam kategori menurut (Widodo, 2006, pp. 5–11) antara lain:

- 1) Menghafal (*Remember*)

Menarik kembali data dari memori jangka panjang. Mengingat adalah tingkat kognitif yang paling rendah. Untuk menjadikan "mengingat" menjadi bagian dari belajar yang bermakna, tugas mengingat harus selalu dikaitkan dengan bagian pengetahuan yang lebih luas daripada menjadi tugas yang lepas dan terisolasi. Mengingat (*recalling*) dan mengenali (*recognizing*) adalah dua jenis proses kognitif yang termasuk dalam kategori ini.

- a. Mengenali (*Recognizing*) yakni mencakup proses kognitif untuk menarik kembali data yang tersimpan dalam memori jangka panjang, yang sama atau mirip dengan data baru. Bentuk tes mengenali yang tepat termasuk menentukan pilihan berganda, menjodohkan, dan menentukan benar atau salah. Istilah lain mengenali juga disebut sebagai mengidentifikasi (*identifying*).
- b. Mengingat (*Recalling*) yakni menarik kembali data yang tersimpan dalam memori jangka panjang apabila ada instruksi untuk melakukannya. Biasanya sering mengandung pertanyaan. Istilah lain mengingat juga disebut menarik (*retrieving*).

- 2) Memahami (*Understand*)

Memahami yakni mengembangkan arti atau pemahaman berdasarkan pengetahuan sebelumnya, mengaitkan informasi baru dengan pengetahuan sebelumnya, atau mengintegrasikan informasi baru ke dalam skema yang telah ada dalam pikiran siswa. Pengetahuan konseptual adalah dasar pemahaman karena struktur skema adalah konsep. Kategori memahami

mencakup tujuh proses kognitif: menafsirkan (*interpreting*), memberikan contoh (*exemplifying*), mengklasifikasikan (*classifying*), meringkas (*summarizing*), menarik inferensi (*inferring*), membandingkan (*comparing*), dan menjelaskan (*explaining*).

- a. Menafsirkan (*interpreting*) yakni mengubah informasi dari satu bentuk ke bentuk yang lain, seperti mengubah kata-kata ke grafik atau gambar, atau sebaliknya, atau dari kata-kata ke angka atau sebaliknya, atau dari kata-kata ke kata-kata, seperti membuat parafrase atau meringkas. Siswa tidak akan dapat menjawab soal ujian hanya dengan mengingat apa yang mereka ingat karena informasi dalam ujian harus "baru". Mengklarifikasi (*clarifying*), memparafrase (*paraphrasing*), menerjemahkan (*translating*), dan menyajikan kembali (*representing*) adalah istilah lain untuk menafsirkan.
- b. Memberikan contoh (*exemplifying*) yakni memberikan contoh dari suatu konsep atau prinsip yang umum. Memberikan contoh berarti mengidentifikasi karakteristik suatu konsep dan menggunakan karakteristik tersebut untuk membuat contoh. Memberikan ilustrasi (*illustrating*) dan mencontohkan adalah istilah lain untuk memberikan contoh.
- c. Mengklasifikasikan (*classifying*) yakni mengakui bahwa benda atau fenomena termasuk dalam kategori tertentu. Mengenali karakteristik suatu benda atau fenomena termasuk dalam kemampuan mengklasifikasikan. Mengelompokkan juga dikenal sebagai mengklasifikasikan.
- d. Meringkas (*summarizing*) yakni membuat pernyataan yang mewakili seluruh informasi atau membuat tulisan abstrak. Meringkas menuntut siswa untuk memilih dan meringkas bagian penting dari informasi. Membuat generalisasi dan mengabstraksi adalah istilah lain untuk meringkas.
- e. Menarik inferensi (*inferring*) yakni menemukan suatu pola berdasarkan berbagai contoh atau fakta. Siswa harus terlebih dahulu dapat

memahami konsep atau prinsip melalui berbagai contoh agar mereka dapat melakukan inferensi. Mengekstrapolasi, menginterpolasi, memprediksi, dan menarik kesimpulan adalah istilah lain untuk menarik inferensi.

- f. Membandingkan (*comparing*) yakni mendeteksi hubungan dan perbedaan antara dua benda, konsep, atau keadaan. Membandingkan juga berarti mengetahui bagaimana unsur-unsur satu hal atau keadaan berhubungan dengan unsur-unsur yang dimiliki hal atau keadaan lain. Membandingkan juga disebut dengan memadankan, mencocokkan (*matching*), dan memetakan.
- g. Menjelaskan (*explaining*) yakni menyusun dan menggunakan model sebab-akibat dalam suatu sistem; menggunakan model tersebut untuk mengetahui apa yang terjadi apabila salah satu bagian sistem diubah adalah salah satu contohnya. Menyusun model juga merupakan istilah untuk menjelaskan.

### 3) Mengaplikasikan (*applying*)

Mengaplikasikan yakni mencakup penerapan metode untuk menyelesaikan masalah atau menyelesaikan tugas. Oleh karena itu, pengetahuan prosedural sangat penting untuk penggunaan. Namun, ini tidak berarti bahwa kategori ini hanya cocok untuk mereka yang memiliki pengetahuan prosedural. Menjalankan (*executing*) dan mengimplementasikan adalah dua jenis proses kognitif yang termasuk dalam kategori ini.

- a. Menjalankan (*executing*) yakni menjalankan suatu prosedur biasa yang telah dipelajari sebelumnya. Langkah-langkah yang diperlukan sudah ditentukan dan diatur dalam urutan tertentu, dan hasilnya juga sudah ditentukan.
- b. Mengimplementasikan yakni memilih dan menggunakan prosedur yang sesuai untuk menyelesaikan tugas baru. Kemampuan memilih sangat diperlukan siswa untuk menangani masalah yang akan diselesaikan serta prosedur yang dapat digunakan. Jika prosedur yang tersedia tidak tepat, siswa harus dapat mengubahnya sesuai keadaan.

#### 4) Menganalisis (*analyzing*)

Menganalisis yakni menguraikan suatu masalah atau objek ke dalam unsur-unsurnya dan menentukan bagaimana unsur-unsur tersebut dan struktur besarnya saling berhubungan. Analisis mencakup tiga jenis proses kognitif: membedakan (*differentiating*), mengorganisir (*organizing*), dan menemukan pesan tersirat (*attributing*).

- a. Membedakan (*differentiating*) yakni membedakan bagian-bagian yang menyusun suatu struktur berdasarkan relevansi, fungsi, dan penting tidaknya. Ini berbeda dari membandingkan. Membedakan memerlukan kemampuan untuk menentukan mana yang relevan atau penting dari suatu perbedaan terkait dengan struktur yang lebih besar.
- b. Mengorganisir (*organizing*) yakni mengidentifikasi komponen suatu situasi dan memahami bagaimana komponen tersebut berhubungan satu sama lain untuk membentuk suatu struktur yang padu.
- c. Menemukan pesan tersirat (*attributing*) yakni menemukan perspektif, bias, dan tujuan dari suatu komunikasi.

#### 5) Mengevaluasi (*evaluate*)

Mengevaluasi yakni membuat pertimbangan berdasarkan standar dan kriteria saat ini. Ini mencakup dua jenis proses kognitif yaitu memeriksa (*checking*) dan mengkritik (*critiquing*).

- a. Memeriksa (*Checking*) yakni menguji apakah suatu karya sesuai atau tidak dengan kriteria internal (kriteria yang terkait dengan sifat produk).

#### 6) Mengkritik yakni (*critiquing*)

Mengkritik menilai suatu karya berdasarkan kriteria luar untuk menilai kelebihan dan kekurangan.

#### 7) Membuat (*create*)

Membuat yakni menggabungkan beberapa komponen menjadi satu bagian. Dalam kategori ini termasuk tiga jenis proses kognitif: membuat (*generating*), merencanakan (*planning*), dan memproduksi (*producing*).

- a. Membuat yakni menguraikan suatu masalah sehingga dapat dirumuskan berbagai hipotesis yang dapat membantu memecahkan masalah.
- b. Merencanakan yakni membangun cara untuk memecahkan masalah.
- c. Memproduksi yakni membuat rencana atau implementasi untuk memecahkan masalah.

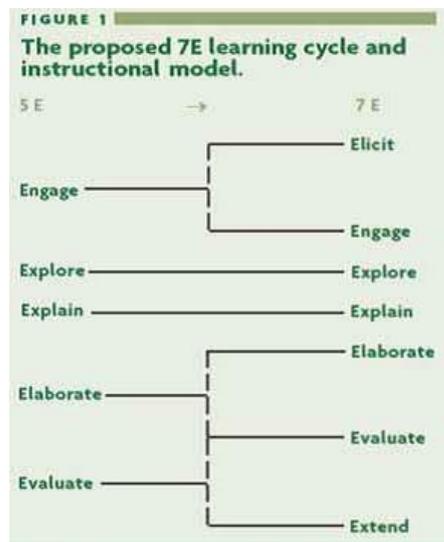
Jadi, dapat disimpulkan berdasarkan beberapa istilah ahli tentang apa yang dimaksud dengan hasil belajar yaitu perubahan dalam tingkah laku (kognitif, afektif, dan psikomotorik) yang terjadi setelah mengalami pengalaman belajar yang ditempuh dalam kurun waktu yang cukup panjang dan diikuti dengan terstruktur. Hasil belajar dapat ditingkatkan melalui model *Learning Cycle 7E*, karena model tersebut menciptakan pengalaman belajar yang holistik dan menggabungkan aspek kognitif, afektif dan psikomotorik sesuai definisi dari hasil belajar itu sendiri. Dengan melibatkan siswa secara menyeluruh, model ini dapat meningkatkan hasil belajar mereka dan memberikan landasan yang kuat dalam memberikan pemahaman yang berkelanjutan.

### **2.2.3. Model Pembelajaran *Learning Cycle 7E***

Model pembelajaran *Learning Cycle 7E* merupakan model yang dibutuhkan karena memiliki kesesuaian dengan pembelajaran biologi. Model pembelajaran *Learning Cycle 7E* berdasarkan konstruktivisme memungkinkan siswa untuk mengembangkan pengetahuan mereka secara optimal selama proses pembelajaran (Novita *et al.*, 2022). Menurut Fajaroh dan Dasna (2004) (dalam Annisa *et al.*, 2023), ada keuntungan dari model siklus dibandingkan dengan model pembelajaran lainnya model pembelajaran ini berpusat pada siswa dan memungkinkan proses pembelajaran menjadi lebih bermakna karena siswa memiliki pengalaman langsung. Siswa dapat menggunakan pengalaman nyata ini untuk menciptakan aktivitas belajar mereka sendiri, yang pada gilirannya dapat meningkatkan motivasi mereka untuk belajar. Paradigma *Learning Cycle 7E* mengatakan bahwa siswa harus berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran, menjadi lebih baik dalam

belajar secara mandiri sehingga memiliki kemampuan untuk mengembangkan pengetahuan mereka sendiri.

Menurut Eisenkraft (dalam Hanum *et al.*, 2020) model *Learning Cycle 7E* memiliki potensi untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap suatu konsep karena pembelajaran akan berpusat pada siswa dan menuntut agar terus berpartisipasi aktif melalui tahapan-tahapan yang tercakup pada model pembelajaran ini. Model *Learning Cycle 7E* merupakan model yang sudah melalui beragam tahapan-tahapan kegiatan yang telah disusun sedemikian rupa agar siswa tidak hanya memiliki kesempatan untuk berpartisipasi aktif dalam pembelajaran, tetapi juga memperoleh pengetahuan sehingga dapat menguasai kompetensi yang perlu dicapai. Model pembelajaran *Learning Cycle 7E* terus mengalami perkembangan, awalnya hanya terdiri dari tiga tahapan, kemudian lima tahapan, dan sekarang tujuh tahapan. Tahapan *learning cycle* dari 5E menjadi 7E ditunjukkan pada gambar 2.1 berikut ini.



**Gambar 2.1 Perubahan Tahapan *Learning Cycle 5E* menjadi 7E**

Sumber: Eisenkraft, 2003 (dalam Agustini Dalimunthe *et al.*, 2020)

Menurut Eisenkraft (dalam Sutrisno *et al.*, 2020) tahap-tahapan model pembelajaran *Learning Cycle 7E* dapat dijelaskan sebagai berikut:

#### 1. *Elicit*

Pada tahap ini, guru mencoba untuk menimbulkan rasa ingin tahu siswa dengan mendatangkan pengetahuan awal, dimulai dengan memberikan

pertanyaan mendasar yang berhubungan dengan pembelajaran dan materi yang akan dipelajari. Pada tahap ini, guru dapat menentukan seberapa jauh pengetahuan awal siswa tentang materi yang akan dipelajari dan memungkinkan guru untuk mendorong mereka untuk berpikir.

## 2. *Engage*

Pada tahap ini digunakan untuk memfokuskan perhatian siswa, meningkatkan kemampuan berpikir mereka, dan menumbuhkan minat serta memberikan dorongan terhadap konsep yang akan diajarkan. Aktivitas seperti membaca, demonstrasi, dan diskusi adalah beberapa contoh aktivitas yang dapat membantu siswa memperluas pengetahuan mereka dan berfokus terhadap menumbuhkan rasa keingintahuan siswa.

## 3. *Explore*

Pada tahap ini siswa memperoleh pengetahuan melalui pengalaman langsung berkaitan dengan suatu konsep yang akan dipelajari. Siswa memiliki kesempatan untuk membentuk kelompok kecil untuk melakukan diskusi tanpa pengajaran langsung dari guru. Pada tahap ini siswa diberikan kesempatan untuk mencermati data, mencatat data, mengisolasi variabel, membuat dan merancang eksperimen, membuat grafik, menafsirkan hasil, mengembangkan hipotesis dan menentukan temuan mereka. Aktivitas guru pada tahap ini yaitu membuat pertanyaan, memberikan masukan serta menilai pemahaman siswa.

## 4. *Explain*

Pada tahap ini, siswa diperkenalkan dengan konsep, prinsip, dan teori baru. Mereka membuat kesimpulan dan menyampaikan hasil temuan pada tahap eksplorasi. Guru juga menawarkan pertanyaan untuk mendorong siswa dalam menjelaskan hasil eksplorasi dengan istilah ilmiah yang telah dikenalkan sebelumnya.

## 5. *Elaborate*

Pada tahap ini siswa masih secara berkelompok berlatih menerapkan simbol, definisi, konsep dan keterampilan pada masalah yang berkaitan dengan materi pelajaran.

#### 6. *Evaluate*

Tahap ini merupakan tahap evaluasi bagi siswa dalam mengetahui pemahaman dan keterampilannya setelah melakukan runtutan tahap-tahapan sebelumnya. Guru harus menilai semua kegiatan siswa, bukan hanya dibatasi siklus-siklus tertentu.

#### 7. *Extend*

Pada tahap ini, tujuan siswa adalah untuk berpikir, menemukan, dan menjelaskan contoh penerapan konsep yang telah mereka pelajari. Bahkan, kegiatan ini dapat membuat mereka berpikir tentang hubungan antara konsep yang mereka pelajari dan konsep lain yang sudah atau belum mereka pelajari sebelumnya.

Untuk menerapkan model *Learning Cycle 7E* pada pembelajaran di kelas, guru dan siswa harus melakukan ketujuh tahapan di atas. Setiap kegiatan pembelajaran yang menggunakan tahapan siklus belajar melibatkan peran masing-masing dari guru dan siswa.

### **2.2.4. Deskripsi Materi Inovasi Teknologi Biologi**

#### **2.2.4.1. Pengertian Inovasi Teknologi Biologi**

Menurut (Purwianingsih, 2009) bioteknologi adalah cabang ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) yang berkaitan dengan biologi yang mempelajari bagaimana organisme biologis, sistem, dan proses dapat digunakan untuk industri barang dan jasa untuk kepentingan manusia (Riani *et al.*, 2015).

Makhluk hidup yang digunakan dalam bioteknologi pada umumnya adalah mikroba seperti bakteri jamur, dan virus. Akan tetapi, produk dari makhluk hidup seperti enzim juga dapat digunakan dalam proses bioteknologi untuk menghasilkan suatu barang dan jasa. Bioteknologi adalah bidang penerapan biosains dan teknologi yang menyangkut penerapan praktis organisme hidup atau komponen sub-selulernya pada industri jasa dan manufaktur serta pengelolaan lingkungan. Atau dapat pula didefinisikan

sebagai teknologi yang menggunakan sistem hayati (proses-proses biologi) untuk mendapatkan barang dan jasa yang berguna bagi kesejahteraan manusia. Bioteknologi ini antara lain memanfaatkan bakteri, ragi, alga, sel tumbuhan atau sel hewan yang dibiakkan sebagai konstituen berbagai proses industri. Pada umumnya bioteknologi dibedakan menjadi bioteknologi tradisional dan modern.

#### 1. Bioteknologi Tradisional

Bioteknologi tradisional adalah bioteknologi yang memanfaatkan mikrobial (organisme) untuk memodifikasi bahan dan lingkungan untuk memperoleh produk optimal. Misalnya pembuatan tempe, tape, roti, pengomposan sampah. Sedangkan bioteknologi modern dilakukan melalui pemanfaatan keterampilan manusia dalam melakukan manipulasi makhluk hidup agar dapat digunakan untuk menghasilkan produk sesuai yang diinginkan manusia. Misalnya melalui teknik rekayasa genetik (Rahmayumita, 2022).

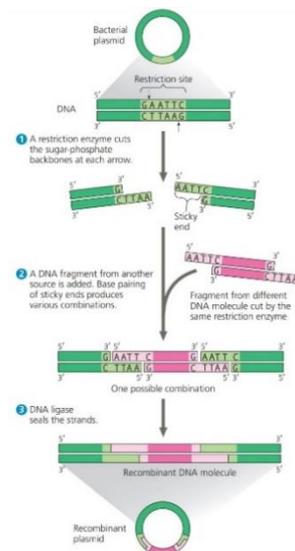
#### 2. Bioteknologi Modern

Setelah era bioteknologi konvensional bioteknologi memasuki era baru yang disebut era bioteknologi modern proses-proses dalam bioteknologi modern biasanya menggunakan teknik rekayasa genetika untuk memodifikasi material genetika dengan suatu tujuan tertentu rekayasa genetika tersebut dilakukan dengan cara menghilangkan menambahkan atau mengganti suatu gen yang ada di dalam suatu sel.

Pada era modern bioteknologi dapat diartikan sebagai proses perubahan organisme sel dan molekul biologi tertentu untuk suatu tujuan khusus yang biasanya berhubungan dengan keperluan industri. Bioteknologi modern memanfaatkan makhluk hidup dalam menghasilkan produk dengan memanfaatkan teknologi makhluk hidup terkini (Fadhilah *et al.*, 2021). Pada dasarnya tujuan utama rekayasa genetika ada tiga hal, yaitu 1) Untuk lebih memahami proses hereditas dan ekspresi gen, 2) Untuk lebih memahami dan menemukan pengobatan berbagai macam penyakit, terutama penyakit kelainan genetika, 3) Untuk menghasilkan keuntungan ekonomis, dalam hal

ini termasuk modifikasi tumbuhan dan hewan untuk kebutuhan pangan dan efisiensi produksi molekul-molekul biologi yang berharga (Sutarno, 2016).

Era bioteknologi modern dimulai ketika James Watson (ahli biokimia Amerika Serikat) dan Francis Crick (ahli biofisika Inggris) berhasil menemukan dan mempresentasikan model DNA double helix pada tahun 1953. Bioteknologi modern kemudian semakin berkembang pesat dengan ditemukannya enzim restriksi pada tahun 1960 oleh seorang ahli mikrobiologi Swiss bernama Werner Arber. *Enzim restriksi* adalah suatu enzim yang dapat memotong rantai DNA pada berbagai organisme di suatu titik. Dengan ditemukannya *enzim restriksi* pada tahun 1973 ahli genetika Stanley Cohen (AS) dan ahli biogeokimia Herber Boyer (AS) berhasil memindahkan gen spesifik dari suatu bakteri ke bakteri yang lain. Peristiwa tersebut menandai dimulainya teknologi rekombinasi DNA, yang biasanya disebut teknik rekayasa genetika. Adapun cara dibuat rekombinasi DNA dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut.



**Gambar 2.2 Rekombinasi Molekul DNA**

Sumber : (Campbell *et al.*, 2020:419)

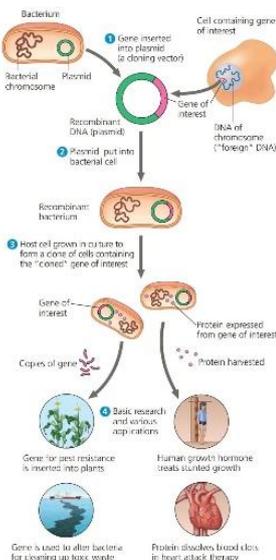
Dengan teknologi rekombinasi DNA, semua tujuan di atas dapat dicapai DNA rekombinan dapat diartikan sebagai DNA yang telah diubah dengan cara disisipkan gen-gen dari organisme berbeda (biasanya berbeda spesies) yang memiliki tujuan tertentu. Sementara itu, makhluk hidup yang

telah direkayasa gennya disebut makhluk hidup transgenik. Hewan atau tumbuhan transgenik adalah hewan atau tumbuhan yang mengekskresikan DNA yang berasal dari hewan atau tumbuhan jenis lain. Sejak diperkenalkan pada tahun 1970, teknik, aplikasi, dan harapan-harapan dalam teknologi rekombinasi telah berkembang sangat pesat.

DNA rekombinan dapat ditransfer ke dalam tubuh tumbuhan atau hewan dengan memanfaatkan makhluk hidup pembawa carrier. Berbagai carrier yang membawa gen asing ke dalam sel suatu makhluk hidup disebut vektor. Vektor ini biasanya menggunakan mikroba (seperti bakteri atau virus). Penggunaan mikroba seperti bakteri dan virus yang bertugas sebagai vektor dalam proses-proses bioteknologi, memiliki alasan tersendiri, yaitu sebagai berikut.

- 1) Mikroba dapat tumbuh dan bereproduksi sangat cepat sehingga jika dibutuhkan dalam jumlah banyak dapat dipenuhi
- 2) Mikroba dapat ditumbuhkan dalam medium yang relatif murah atau diproduksi dari proses industri lain
- 3) Mikroba dapat diubah sifatnya sesuai dengan kebutuhan

Dalam teknologi rekombinasi DNA yang menggunakan vektor bakteri, bagian bakteri yang sering digunakan untuk memanipulasi gen adalah *plasmid*. Plasmid merupakan molekul DNA sirkular yang terpisah dari kromosom yang dapat bereplikasi sendiri. Karena plasmid dapat membawa gen-gen dan bereplikasi di dalam bakteri bagian tersebut menjadi alat utama untuk kloning gen yaitu produksi atau penggandaan saling identik dari gen yang membawa segmen DNA yang dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut ini.



**Gambar 2.3 Proses Kloning Gen**

Sumber : (Campbell *et al.*, 2020:418)

#### 2.2.4.2. Penerapan Bioteknologi dalam Bidang Kesehatan

Bidang kesehatan merupakan bidang yang paling banyak memanfaatkan bioteknologi. Penerapan bioteknologi di bidang kesehatan telah menghasilkan banyak produk-produk penting seperti antibiotik, vaksin, hormon, peralatan diagnostik, dan produk farmasi lainnya.

##### 1. Antibiotik

Jika diperhatikan dari namanya, kita dapat menebak definisi antibiotik. Anti dapat diartikan sebagai 'melawan', sedangkan biotik dapat diartikan sebagai "hidup". Jadi, antibiotik adalah sesuatu yang dipakai untuk menghambat pertumbuhan makhluk hidup tertentu. Antibiotik dapat diartikan sebagai suatu senyawa atau zat yang dihasilkan oleh mikroorganisme tujuannya untuk menghambat atau dapat membunuh mikroorganisme lain (Muntasir *et al.*, 2021). Pada umumnya, istilah antibiotik mengacu pada komponen organik yang dihasilkan oleh bakteri atau jamur yang merupakan racun untuk suatu mikroba. Dengan demikian, kita mengenal antibiotik yang merupakan antibakteri, antivirus atau antiprotozoa. Namun demikian, antibiotik yang umum dipakai adalah antibiotik yang termasuk antibakteri.

Sejarah ditemukannya antibiotik dimulai ketika Alexander Fleming, pada tahun 1928, lupa membersihkan media bakteri pada cawan petri dan

meninggalkannya di rak cuci sepanjang akhir pekan. Pada hari Senin, ketika cawan petri tersebut akan dibersihkan, Fleming menemukan bahwa sebagian jamur telah tumbuh di dalam media bakteri miliknya. Ketika diamati, ternyata di sekitar jamur terdapat daerah yang tidak ditumbuhi oleh bakteri yang sebelumnya memenuhi media. Fleming sangat tertarik dengan fenomena tersebut sehingga ia melakukan penelitian lebih lanjut terhadap jamur yang tumbuh. Hasil penelitian Fleming menunjukkan bahwa jenis jamur tersebut adalah *Penicillium notatum*. Jenis jamur berwarna biru muda tersebut mudah ditemukan pada roti yang dibiarkan dalam kondisi lembab selama beberapa hari. Selanjutnya, Fleming melakukan pengujian pengaruh ekstrak jamur tersebut terhadap bakteri koleksinya yang menghasilkan korelasi positif. Hasil pengujian terhadap ekstrak tersebut menjadikan Fleming diakui sebagai penemu antibiotik alami pertama, yaitu *penisilin*.

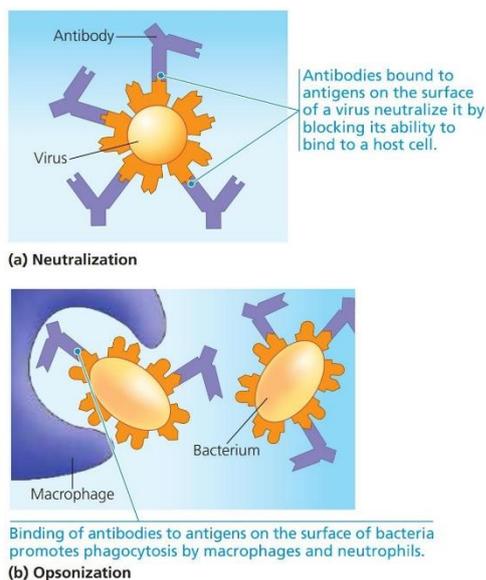
Pada umumnya, semua antibiotik memiliki kekuatan racun yang bersifat spesifik. Selain itu, antibiotik juga lebih toksik terhadap organisme penginvansi dibandingkan terhadap hewan, manusia, atau makhluk hidup lainnya yang berperan sebagai inang. Antibiotik digolongkan berdasarkan sasaran kerja dan susunan kimiawinya menjadi enam kelompok, yaitu sebagai berikut.

- a. Antibiotik penghambat sintesis dinding sel bakteri. Mencakup golongan penisilin, polipeptida, dan sefalosporin, misalnya ampisilin dan penisilin.
- b. Antibiotik penghambat transkripsi dan replikasi. Mencakup golongan kuinolon, misalnya rifampisin, aktinomisin D, dan asam nalidiksik.
- c. Antibiotik penghambat sintesis protein. Mencakup banyak jenis antibiotik, terutama dari golongan makrolid, aminoglikosida, dan tetrasiklin, misalnya gentamisin, kloramfenikol, kanamisin, streptomisin, tetrasiklin, dan oksitetrasiklin.
- d. Antibiotik penghambat fungsi membran sel. Misalnya ionomisin dan valinomisin.
- e. Antibiotik penghambat fungsi sel lainnya. Mencakup golongan sulfa atau sulfonamida, misalnya oligomisin dan tunikamisin.

f. Antibiotik sebagai antimetabolit, misalnya azaserin

## 2. Vaksin

Pada era bioteknologi konvensional, vaksin diperoleh dari patogen yang dilemahkan. Sementara itu, pada era bioteknologi modern, teknologi DNA telah membantu para peneliti untuk mengembangkan vaksin. Vaksin adalah zat atau senyawa yang berfungsi untuk membentuk kekebalan tubuh terhadap suatu penyakit. Jadi, ketika seseorang diberi vaksin, sistem imunitasnya akan mengembangkan sistem pertahanan terhadap suatu patogen tertentu. Vaksin mengandung bakteri, racun, atau virus yang merupakan agen penyebab penyakit yang telah dilemahkan atau sudah dimatikan. Saat dimasukkan ke dalam tubuh seseorang, vaksin akan merangsang sistem kekebalan tubuhnya untuk memproduksi antibodi. Dengan demikian, antibodi akan melawan antigen dari patogen yang masuk ke dalam tubuh (Gambar 2.4). Bila antigen penyakit menyerang kembali, akan muncul reaksi imunitas yang kuat dari tubuh (Hamid, 2019).



**Gambar 2.4 Mekanisme Fungsi Antibodi**

Sumber : (Campbell *et al.*, 2020:965)

Pada beberapa penyakit yang belum ada obatnya seperti Covid-19 yang sedang terjadi saat ini, vaksin merupakan satu-satunya cara untuk melawan penyakit tersebut (Puteri *et al.*, 2022). Pembuatan vaksin

membutuhkan waktu yang lama karena yang diuji bukan hanya efektifitasnya saja, namun juga keamanan serta efek samping jangka pendek dan jangka panjang yang mungkin terjadi.

Di dalam suatu vaksin terdapat antigen, adjuvant, pengawet, dan stabilisator. Antigen merupakan virus atau bakteri yang sudah dibunuh atau dilemahkan untuk melatih tubuh mengendalikan dan melawan penyakitnya jika terkena di masa yang akan datang (Awaloei *et al.*, 2021). Adjuvant adalah substansi pembantu yang memperkuat respon imun terhadap antigen. Pengawet merupakan zat yang digunakan untuk memastikan vaksin tetap efektif untuk waktu yang relatif lama. Sedangkan stabilisator merupakan zat yang digunakan untuk melindungi vaksin selama penyimpanan dan saat didistribusikan.

Proses pembuatan vaksin dimulai dengan pemilihan antigen, yaitu zat atau senyawa yang dapat merangsang sistem imun kita dari infeksi atau penyakit. Contoh antigen bagi tubuh manusia adalah virus, bakteri, racun, dan zat berbahaya lainnya. Setelah pemilihan antigen, proses selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan isolasi antigen yang bertujuan untuk memisahkan dan menghilangkan zat atau senyawa yang tidak diperlukan dalam proses pembuatan vaksin. Proses ini akan memakan waktu yang lama karena antigen yang digunakan untuk pembuatan vaksin harus benar-benar murni. Setelah proses pemurnian, dilakukan proses non-aktivasi pada abgen dengan cara mematikan atau hanya melemahkan antigen (tergantung tipe vaksin yang akan over) Tahapan selanjutnya adalah proses formulasi vaksin yang merupakan proses paling rumit dan membutuhkan kehati-hatian tingkat tinggi jika salah dalam proses ini, maka proses pembuatan vaksin harus diulang dari awal. Pada tahap ini, adjuvant yang berfungsi untuk memperkuat respons sistem imun akan ditambahkan ke antigen yang sudah melalui proses sebelumnya. Setelah penambahan adjuvant, pembuatan vaksin akan masuk ke dalam tahap pengujian tahap pengujian pertama akan dilakukan di laboratorium tanpa partisi dari inang setelah mendapatkan hasil yang memuaskan. Tahap pengujian dapat dinaikkan ke pengujian pada hewan.

Setelah vaksin lulus tahap pengujian pada hewan vaksin baru bisa diujicobakan kepada manusia melalui beberapa tahapan.

### 3. Hormon

*Growth hormone* (GH) memanfaatkan teknologi rekombinasi DNA. Mekanisme kerja GH menyerupai insulin, namun memiliki tujuan utama untuk menstimulasi pertumbuhan. Setelah manusia sudah bertumbuh besar, bukan berarti hormon ini tidak berguna, akan tetapi hormon ini bertugas untuk menjaga agar organ tubuh tetap pada kondisi yang prima. Pada orang dewasa GH berperan terutama untuk menjaga volume dan kekuatan yang cukup dari kulit, otot-otot, dan tulang. Selain itu GH juga berperan meningkatkan fungsi, perbaikan dan memelihara kesehatan dari otot, jantung, paru-paru, hati, ginjal, persendian, persarafan tubuh, dan otak (Grimberg *et al.*, 2017).

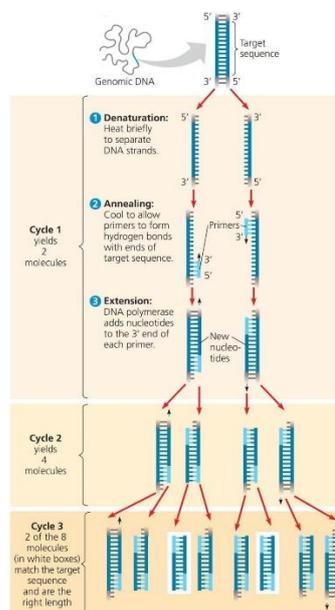
Sebelum tahun 1982, sumber utama untuk pembuatan hormon insulin adalah jaringan sapi atau babi yang diambil di rumah-rumah pemotongan hewan. Insulin yang diekstrak dari hewan-hewan tersebut secara kimiawi mirip, namun tidak identik dengan insulin manusia. Hal tersebut menimbulkan efek samping yang berbahaya pada beberapa orang. Rekayasa genetika secara luas telah membantu pemecahan masalah tersebut dengan mengembangkan bakteri yang secara nyata dapat mensintesis dan mensekresi insulin manusia.

Sementara itu, hormon pertumbuhan (GH) lebih sulit diproduksi jika dibandingkan dengan insulin. Hal tersebut terjadi karena molekul GH yang berukuran dua kali lebih besar daripada insulin. Selain itu, walaupun sangat diperlukan, GH yang berasal dari hewan-hewan lain tidak efektif menstimulasi pertumbuhan pada manusia. Pada tahun 1985, ahli biologi molekuler membuat GH buatan dengan cara menggabungkan potongan-potongan molekul DNA manusia dengan potongan DNA yang disintesis secara kimiawi. Dengan menggunakan gen tersebut, mereka dapat memproduksi GH dalam *Escherichia coli*. Sebelum hormon yang direkayasa secara genetika tersedia, anak-anak yang kekurangan GH harus

menggantungkan diri pada cadangan hormon sangat langka yang didapat dari mayat atau jika tidak anak tersebut akan mengalami kekerdilan.

#### 4. Diagnosis dan Penyembuhan Penyakit

Teknologi DNA juga banyak dipakai untuk mengembangkan diagnosa suatu penyakit. Bioteknologi Secara nyata berhubungan dengan perkembangan pengetahuan gen yang pesat. Hal tersebut secara otomatis membuat pemahaman kita tentang suatu penyakit genetika jadi bertambah. Penyakit genetika juga berhubungan dengan penyakit infeksi. Salah satu teknik dalam bioteknologi yang dipakai untuk mendiagnosis suatu penyakit yaitu alat *polymerase chain reaction* atau PCR (Alydrus *et al.*, 2023). Sejak ditemukannya di California, PCR telah terbukti sebagai teknologi unggulan. Cara kerja PCR berdasarkan pada kemampuan enzim DNA polimerase untuk membuat salinan rantai DNA (Gambar 2.5). PCR juga digunakan untuk mendeteksi adanya virus Covid-19 dalam tubuh seseorang.



**Gambar 2.5 Pengandaan DNA melalui PCR**

Sumber : (Campbell *et al.*, 2020:421)

PCR dapat mendeteksi dan mengidentifikasi virus-virus yang sulit dilacak seperti HIV dan Covid-19. Tidak diragukan lagi jika pada masa yang akan datang, aplikasi pengujian susunan DNA dengan menggunakan pengujian logam (*assay*) tidak terbatas untuk mengidentifikasi kanker. Hal

tersebut terlihat cukup menjanjikan. Profil ekspresi gen seseorang suatu saat dapat digunakan oleh para dokter ahli untuk merancang pengobatan bagi berbagai kelainan.

Selain PCR, aplikasi bioteknologi lainnya yang digunakan untuk mendiagnosis penyakit adalah antibodi monoklonal. Ketika ditemukan pada tahun 1970, para ilmuwan berharap bahwa penemuan antibodi monoklonal dapat menciptakan revolusi dalam pengobatan penyakit, seperti kanker. Antibodi monoklonal adalah molekul protein yang dibuat di laboratorium, yang digunakan untuk mendeteksi kehamilan; mendiagnosa penyakit seperti hepatitis, berbagai macam kanker, dan AIDS. Selain itu, antibodi monoklonal dapat juga mengatasi kondisi yang disebabkan oleh racun atau substansi beracun lainnya, seperti bisa ular. Dua puluh tahun kemudian sejak ditemukannya, antibodi monoklonal jika digabungkan dengan terapi konvensional lainnya, dianggap sebagai alat diagnosa dan pengobatan paling baik untuk AIDS.

Dalam pembuatan antibodi monoklonal, sel limfosit B normal digabungkan dengan sel-sel kanker mieloma. Penggabungan tersebut menghasilkan pembentukan klon sel-sel hibrid (*hibridoma*) yang memiliki sifat sel-sel kanker yang terus menerus membelah dan kemampuan sel-sel B dalam memproduksi tipe antibodi tertentu.

#### 5. Sel Induk

Saat ini, para ilmuwan memiliki pemahaman bahwa sebenarnya tidak hanya tumbuhan yang memiliki sifat totipotensi, hewan pun pada tahapan tertentu memiliki sifat tersebut. Totipotensi memiliki pengertian bahwa dari satu sel dapat berkembang menjadi satu individu yang utuh (Nurcahyani *et al.*, 2021). Totipotensi berarti bahwa setiap sel tanaman memiliki kemampuan untuk beregenerasi dan menghasilkan tanaman yang utuh (Dwiyani, 2015). Kelebihan dari teknik ini adalah dapat memperbanyak tanaman dalam jumlah besar dalam waktu yang relatif singkat, dan tanaman yang dihasilkan cukup seragam dan memiliki sifat yang sama dengan induknya (Rennytasari *et al.*, 2022). Sementara itu pada hewan, para ilmuwan mempercayai bahwa sel

yang memiliki sifat totipotensi adalah sel yang disebut sel induk. Sel induk adalah sejumlah sel yang memiliki kemampuan untuk berkembang menjadi bentuk lain pada tubuh. Dengan demikian, secara teoritis keberadaan sel induk dipercaya dapat menggantikan semua bagian tubuh kita yang hilang atau rusak. Sel induk atau sel punca merupakan sel embrionik awal yang memiliki kemampuan berdiferensiasi menjadi semua jenis sel serta memiliki kemampuan untuk membentuk satu individu yang utuh (Hartono, 2016).

Penemuan sel induk sangat membantu bagi orang-orang yang mengalami kelainan organ dalam dan sulit mencari donornya. Misalnya penderita gangguan kekebalan tubuh dan penderita kelainan saraf bawaan. Dengan hadirnya teknologi sel induk, pasien dapat memperoleh pengganti organ yang rusak dengan organ baru yang akan berfungsi secara normal.

Sumber sel induk terbaik diperoleh dari hasil isolasi embrio manusia yang berumur beberapa hari. Melalui serangkaian perlakuan di dalam laboratorium, sel embrionik tersebut terus dijaga supaya tetap hidup dan berkembang, tetapi tidak dapat berdiferensiasi menjadi organ atau bentuk lanjutan lainnya.

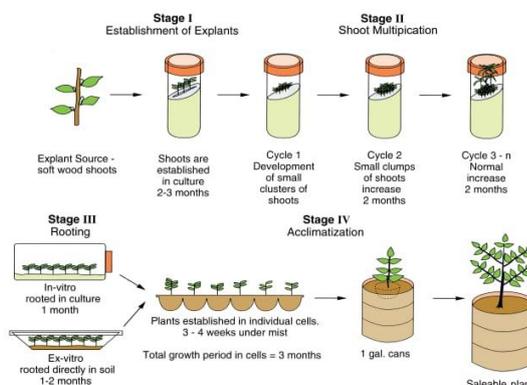
#### **2.2.4.3. Penerapan Bioteknologi dalam Bidang Pertanian, Perkebunan, dan Pengelolaan Limbah**

Bidang pertanian, perkebunan, dan pengelolaan limbah tidak terlepas dari perkembangan bioteknologi. Berikut adalah produk-produknya.

##### **1. Kultur Jaringan**

Kultur jaringan merupakan perbanyakan tanaman dengan cara mengisolasi bagian tanaman seperti daun dan mata tunas, lalu menumbuhkan bagian-bagian tersebut di suatu media tumbuh dalam kondisi steril (Gambar 2.6). Media tumbuh tersebut kaya akan nutrisi dan zat pengatur tumbuh yang sangat diperlukan oleh tanaman. Agar bagian-bagian tanaman dapat memperbanyak diri dan beregenerasi menjadi tanaman lengkap, media tumbuh ditempatkan dalam wadah tertutup yang tembus cahaya. Dengan demikian, prinsip utama dari teknik kultur jaringan adalah perbanyakan

tanaman dengan menggunakan bagian vegetatif tanaman dan media buatan yang dilakukan di tempat steril.



**Gambar 2.6 Mikropropagasi**

Sumber : (Budiarto, 2008)

Menurut Conger (1980) (Nurkapita *et al.*, 2021) keberhasilan dalam teknik kultur dapat dipengaruhi beberapa faktor yaitu, komposisi media tanam yang mengandung unsur hara makro, mikro, vitamin dan penambahan zat pengatur tumbuh (ZPT) yang sesuai dengan jenis eksplan dan tujuan kultur. Berikut adalah tahap yang dilakukan dalam perbanyakan tanaman dengan menggunakan teknik kultur jaringan.

#### a. Pembuatan media

Media merupakan faktor penentu dalam perbanyakan dengan kultur jaringan komposisi media yang digunakan tergantung pada jenis tanaman yang akan diperbanyak. Pada umumnya, media yang digunakan terdiri atas garam, mineral, vitamin, dan hormon. Selain itu, diperlukan juga bahan tanaman seperti gula. Zat pengatur tumbuhan atau hormon yang ditambahkan juga bervariasi, baik jenisnya maupun jumlahnya bergantung tujuan kultur jaringan yang akan dilakukan. Selanjutnya media yang telah dibuat disimpan di tabung-tabung reaksi atau botol-botol kaca sebelum digunakan media ini harus disterilisasi dengan cara dipanaskan dengan autoklaf.

b. Inisiasi

Inisiasi adalah pengambilan eksplan dari bagian tanaman yang akan dikulturkan. Pada umumnya, bagian tanaman yang sering digunakan untuk kegiatan kultur jaringan adalah tunas.

c. Sterilisasi

Segala kegiatan dalam kultur jaringan harus dilakukan di tempat steril yang disebut *laminar flow* atau peralatan alir udara berlapis. Selain itu, semua alat yang dipakai dalam kegiatan kultur jaringan harus dalam keadaan steril. Hal tersebut bertujuan agar mencegah terjadinya kontaminasi pada peralatan kultur jaringan, media kultur, dan bahan yang digunakan (Wulandari *et al.*, 2021). Sterilisasi dilakukan dengan menggunakan etanol yang disemprotkan secara merata pada peralatan yang digunakan dan dapat juga menggunakan alat yang disebut autoklaf. Teknisi yang melakukan kultur jaringan juga harus menggunakan pakaian yang steril.

d. Multiplikasi

Multiplikasi adalah kegiatan memperbanyak calon tanaman dengan menanam eksplan di media. Kegiatan ini dilakukan di peralatan alir udara berlapis untuk menghindari adanya kontaminasi yang menyebabkan gagalnya pertumbuhan eksplan. Tabung reaksi yang telah ditanami eksplan diletakkan di tempat yang steril pada suhu kamar.

e. Pengakaran

Pengakaran adalah suatu fase dalam kegiatan kultur jaringan yang menunjukkan adanya pertumbuhan akar pada eksplan sebagai tanda bahwa proses kultur jaringan yang dilakukan mulai berjalan dengan baik. Pengamatan dilakukan setiap hari untuk melihat pertumbuhan dan perkembangan akar serta untuk melihat adanya kontaminasi oleh bakteri ataupun jamur. Eksplan yang terkontaminasi akan menunjukkan gejala-gejala, seperti berwarna putih atau biru (disebabkan jamur busuk atau bakteri).

f. Aklimatisasi

Aklimatisasi adalah kegiatan memindahkan eksplan keluar dari ruangan aseptik ke media tanah. Aklimatisasi memerlukan penanganan

khusus, bahkan diperlukan modifikasi terhadap kondisi lingkungan terutama suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya (Purmadewi *et al.*, 2019). Pemandangan dilakukan secara hati-hati dan bertahap, yaitu dengan memberikan sungkup. Sungkup digunakan untuk melindungi bibit dan udara luar dan serangan hama penyakit, karena bibit hasil kultur jaringan sangat rentan terhadap serangan hama penyakit. Selanjutnya, pemeliharaan bibit dilakukan dengan cara yang sama dengan pemeliharaan bibit generatif.

Metode kultur jaringan dikembangkan untuk membantu memperbanyak tanaman, khususnya tanaman yang sulit dikembangbiakkan secara generatif. Bibit yang dihasilkan dari kultur jaringan memiliki beberapa keunggulan, misalnya memiliki sifat yang identik dengan induknya, dapat diperbanyak dengan jumlah yang besar sehingga tidak terlalu membutuhkan tempat yang luas, mampu menghasilkan dengan jumlah besar dalam waktu yang singkat, kesehatan dan mutu bibit lebih terjamin, dan lebih cepat tumbuh dibandingkan dengan perbanyakan konvensional.

## 2. Tanaman Produk Bioteknologi

Tanaman produk bioteknologi sering juga disebut sebagai tanaman transgenik. Tanaman transgenik merupakan tanaman varietas unggul hasil bioteknologi. Tanaman tersebut diperoleh melalui rekayasa genetika, yaitu dengan memasukkan gen-gen yang memiliki sifat yang dikehendaki pada tanaman tersebut (Wahyuni *et al.*, 2021). Sifat-sifat yang terdapat dalam tanaman transgenik di antaranya adalah tahan terhadap penyakit, herbisida, perubahan kandungan nutrisi, dan memiliki peningkatan daya simpan.

## 3. Penerapan Bioteknologi di Bidang Pengelolaan Limbah

Bioteknologi berperan juga dalam hal pengelolaan limbah, air limbah biasanya diolah salah satunya dengan memanfaatkan bakteri. Pengolahan air limbah (IPAL) menggunakan bakteri hidup yang dikenal dengan sebutan lumpur aktif. Bakteri hidup tersebut bertugas untuk menguraikan limbah menjadi bahan-bahan yang lebih sederhana. Selain di instalasi-instalasi pengolahan air limbah, contoh lain aplikasi bioteknologi di bidang pengolahan limbah adalah pembersihan tumpahan-tumpahan minyak di laut



Implikasi bioteknologi lainnya saat ini mungkin ramai dibicarakan, banyak kalangan yang mempertanyakan tentang keamanan dari pengonsumsi tanaman atau hewan transgenik dalam jangka waktu panjang. Berbagai kekhawatiran yang muncul terhadap produk transgenik tersebut merupakan hal yang wajar. Bahkan, masyarakat Eropa sempat membuat pernyataan untuk menentang produk transgenik. Akan tetapi, hal tersebut dapat diselesaikan dengan dikeluarkannya sejumlah pernyataan aman dari lembaga resmi internasional, seperti WHO (*World Health Organization*) dan FAO (*Food and Agriculture Organization*).

Selain penggunaan teknologi sel induk dan keamanan produk transgenik, implikasi bioteknologi lainnya terjadi terhadap keragaman hayati. Tersebar nya jenis-jenis tanaman dan ternak hasil rekayasa genetika yang belum diketahui secara menyeluruh sifat dan pengaruhnya terhadap lingkungan, dikhawatirkan dapat menyebabkan pencemaran keragaman hayati. Hal tersebut dimungkinkan dengan adanya kemampuan organisme yang telah diubah secara genetika untuk bermutasi dan berubah yang akan menimbulkan akibat-akibat pada lingkungan dan kesehatan yang sebelumnya tidak diperkirakan.

Sementara itu, implikasi bioteknologi terjadi juga di bidang pertanian dan perkebunan. Penggunaan bibit unggul hasil rekayasa genetika ternyata menimbulkan permasalahan tersendiri. Suatu kenyataan bahwa benih hasil rekayasa genetika tidak dapat berkecambah untuk panen berikutnya atau dengan kata lain mandul. Bibit unggul hasil rekayasa genetika memang sengaja dibuat mandul sebagai pengamanan terhadap investasi teknologi di bidang pertanian. Dengan kata lain, hal tersebut memberi kesempatan kepada perusahaan penghasil benih untuk menggunakan keuntungan dari penjualan benihnya dalam rangka mengembangkan varietas tanaman baru yang lebih baik. Namun, tentu saja saat satu pihak diuntungkan, ada saja pihak lain yang mungkin tidak diuntungkan. Pengembangan teknologi untuk memandulkan benih tentu saja dapat menimbulkan beberapa masalah, di antaranya sebagai berikut.

- a. Berkurangnya atau terjadinya erosi genetika di berbagai kawasan sistem pertanian atau di pusat-pusat keragaman hayati pertanian.
- b. Sifat tanaman budidaya menjadi seragam sehingga meningkatkan kerentanan pada sistem pertanian. Selain itu, nilai-nilai tradisional menjadi hilang sehingga pemanfaatan keragaman hayati lokal menjadi tersingkir.
- c. Menimbulkan ketergantungan petani lokal maupun nasional, khususnya bagi negara-negara berkembang terhadap sumber benih unggul hasil rekayasa genetika yang pada umumnya hak patennya dimiliki oleh negara-negara maju.

## **2.2. Hasil Penelitian yang Relevan**

Beragam penelitian yang relevan mengenai model pembelajaran *Learning Cycle 7E* terhadap keterampilan proses sains (KPS) diantaranya yang dilakukan oleh (Andani & Utami, 2019a) menunjukkan dari penggunaan model pembelajaran *learning cycle* kemampuan beberapa indikator keterampilan proses sains siswa lebih terlatih. Penelitian terhadap keterampilan proses sains siswa melalui penggunaan model pembelajaran *Learning Cycle 7E* sudah teruji berpengaruh besar hal ini dibuktikan dengan nilai koefisien pengaruhnya sebesar 10,8%. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan model pembelajaran ini dapat digunakan sebagai alternatif model pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa secara optimal.

Penelitian selanjutnya relevan dengan yang dilakukan oleh (Suratni, 2023) bahwa implementasi model pembelajaran *learning cycle* dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Guru dan siswa memberikan tanggapan yang positif terhadap penggunaan model siklus belajar ini. Pembelajaran di kelas dapat berpusat pada siswa (*student centered*), dan siswa memiliki banyak peluang untuk berinteraksi dengan siswa lain. Hal tersebut ditunjukkan dengan peningkatan nilai rata-rata siswa pada siklus I yang diperoleh yakni sebesar 54,38 dengan kategori cukup dan ketuntasan klasikal sebesar 14,29%. Kemudian pada siklus II, nilai rata-rata hasil belajar biologi

siswa lebih meningkat dari siklus I sebesar 75,17 dengan kategori baik dan ketuntasan klasikal sebesar 52,38%.

Penelitian tentang pengaruh model pembelajaran *Learning Cycle 7E* terhadap keterampilan proses sains dan hasil belajar siswa pada materi bioteknologi telah menjadi subjek yang semakin relevan di bidang pendidikan sains. Penelitian ini perlu dilakukan untuk mengevaluasi bagaimana model pembelajaran *Learning Cycle 7E* dapat meningkatkan pemahaman siswa mengenai konsep-konsep bioteknologi yang kompleks yang sebelumnya tidak pernah dilakukan di penelitian manapun. Meskipun *Learning Cycle 7E* dianggap sebagai model kolaboratif yang efektif dalam meningkatkan praktik pembelajaran di sekolah, masih diperlukan penelitian yang lebih mendalam tentang bagaimana variasi dalam implementasi model ini dapat mempengaruhi keterampilan proses sains dan hasil belajar siswa. Kemudian terdapat faktor-faktor kontekstual yang mempengaruhi implementasi dan efektivitas pembelajaran. Selain *Learning Cycle 7E* sebagai model pembelajaran kolaboratif, karakteristik dan subjek yang dilakukan pada penelitian ini memiliki perbedaan dengan penelitian lainnya.

### **2.3. Kerangka Konseptual**

Salah satu hal yang penting bagi manusia yang ada di bumi ini yaitu meliputi pendidikan seseorang. Pendidikan merupakan suatu hal yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir, bersosialisasi, bekerja sama, bertanggung jawab serta dapat meningkatkan keterampilan-keterampilan yang telah diidentifikasi sebagai tuntutan keterampilan abad 21. Dalam pendidikan terdapat kurikulum yang menjadi acuan proses pembelajaran, salah satunya yakni kurikulum merdeka. Kurikulum merdeka ini merupakan kurikulum terbaru yang tengah disosialisasikan oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemdikbudristek). Dalam kurikulum tersebut menekankan bahwa siswa harus aktif pada saat kegiatan pembelajaran, dengan demikian kegiatan pembelajaran menjadi terpusat pada siswa itu sendiri dan guru sebagai fasilitator yang mengarahkan proses tercapainya tujuan pembelajaran.

Selain itu, kurikulum merdeka belajar merupakan sebuah inovasi dalam pendidikan yang memiliki tujuan dalam mengembangkan potensi dan minat belajar siswa. Oleh sebab itu, peran guru harus mampu memilih model pembelajaran yang memberikan fasilitas agar siswa mampu menggali potensi dirinya untuk dapat berinovasi dan terus meningkatkan keterampilan-keterampilan yang merupakan tuntutan abad 21, salah satunya adalah keterampilan proses sains. Keterampilan proses sains ini menuntut siswa untuk dapat berpikir tingkat tinggi dan berpartisipasi aktif di dalam proses pembelajaran karena model pembelajaran ini dirancang agar siswa mampu menemukan fakta-fakta, membangun konsep dan teori dalam pembelajaran yang diterima, serta berfokus pada *student center*. Khususnya pada materi inovasi teknologi biologi siswa masih mengalami kesulitan untuk memahami materi, karena guru masih melaksanakan proses pembelajaran tidak melibatkan siswa secara langsung. Selain itu, materi ini melibatkan konsep-konsep yang kompleks seperti adanya rekayasa genetika, molekuler, manipulasi dan teknik mikrobiologi sehingga sulit dipahami siswa. Perubahan cepat dan pembaharuan yang terus-menerus dalam bioteknologi menjadi salah satu penyebab kesulitan yang sering dialami dalam menerapkan konsep materinya sehingga diperlukan serangkaian keterampilan kognitif dan pemahaman praktis untuk memahami dan mengeksplorasi konsep-konsep ilmiah pada konteks bioteknologi. Di dalam konsep bioteknologi terkadang siswa kesulitan untuk mengkomunikasikan temuan mereka secara ilmiah, baik secara lisan maupun tertulis. Hal tersebut terangkum dalam keterampilan proses sains seperti penyajian data, interpretasi hasil dan penjelasan yang akan siswa lakukan. Oleh karena itu, dengan mengembangkan keterampilan proses sains, siswa dapat merespons dan terlibat secara aktif dalam tantangan yang terdapat dalam materi bioteknologi, serta memahami implikasi dan aplikasi praktis dari konsep-konsep dalam kehidupan. Kesulitan dalam mempelajari materi bioteknologi seringkali terjadi ketika siswa mengalami kesulitan dalam beberapa keterampilan proses sains tersebut dan dapat mempengaruhi hasil belajar siswa baik dalam hal pemahaman konsep,

penerapan konsep dan kemampuan untuk mengkomunikasikan hasil data yang diperoleh sehingga diperlukan upaya untuk mengatasi dan memperhatikan hal tersebut dengan melibatkan pengembangan pengajaran yang lebih interaktif. Penggunaan model pembelajaran yang bervariasi seperti model pembelajaran *Learning Cycle 7E* dapat menjadikan siswa lebih aktif di dalam pembelajaran karena terdapat langkah-langkah yang runtut yang mengharuskan siswa melakukan kegiatan mengeksplor dan menganalisis hasil data yang berhasil diperoleh.

Berdasarkan uraian tersebut, diduga terdapat pengaruh penerapan model pembelajaran *Learning Cycle 7E* terhadap keterampilan proses sains dan hasil belajar siswa pada pembelajaran biologi kelas X SMAN 2 Tasikmalaya tahun ajaran 2023/2024.

#### **2.4. Hipotesis Penelitian**

$H_0$  : Tidak ada pengaruh model pembelajaran *Learning Cycle 7E* terhadap keterampilan proses sains dan hasil belajar siswa pada pembelajaran biologi materi inovasi teknologi biologi.

$H_a$  : Ada pengaruh model pembelajaran *Learning Cycle 7E* terhadap keterampilan proses sains dan hasil belajar siswa pada pembelajaran biologi materi inovasi teknologi biologi.