

BAB 2

TINJAUAN TEORITIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Pengertian Keterampilan Berpikir Kritis

Seseorang yang memiliki keterampilan berpikir kritis akan mampu dengan mudah mengambil suatu keputusan dengan bijak. Hal ini akan berpengaruh pada kehidupannya di masa depan. Dengan memiliki kemampuan berpikir kritis merupakan sebuah kunci untuk dapat meraih kesuksesan di era ini (Irani et al., 2007). Maka dari itu untuk menghadapi abad 21 ini sudah sepatutnya setiap individu memiliki keterampilan berpikir kritis untuk dapat mampu memecahkan masalah dan menggunakan teknologi sebijak mungkin.

Menurut (Lipman, 1988), berpikir kritis merupakan kemampuan seseorang untuk mengambil keputusan yang terbaik dan mampu mempertanggung jawabkan pemikirannya. Berpikir kritis perlu dimiliki oleh peserta didik sebagai bekal untuk menghadapi perkembangan teknologi di masa depan. Berpikir kritis dapat dilatih dan dikembangkan dengan cara terus latihan sehingga lama kelamaan peserta didik akan terbiasa dalam menghadapi dan memecahkan suatu masalah.

Sejalan dengan pernyataan diatas, menurut (Nurhasanah, 2020), mengartikan berpikir kritis sebagai interaksi dalam jiwa seseorang untuk mengkonseptualisasikan, menganalisis, menerapkan, mengintegrasikan, dan mengevaluasi suatu masalah didapatkan melalui observasi, pengalaman, pengamatan, refleksi dan pemikiran yang dapat mempengaruhi tindakan yang akan dilakukan. Keterampilan berpikir kritis dinilai perlu diterapkan supaya peserta didik mampu dalam menganalisis dan mengevaluasi berbagai informasi sehingga informasi tersebut dapat disampaikan secara jelas dan akurat (Nurlaela, 2021).

Dari beberapa pernyataan di atas, dapat disimpulkan bahwa keterampilan berpikir kritis merupakan keterampilan dalam menganalisis, mensintesis berbagai informasi sehingga mampu mengambil suatu keputusan berdasarkan fakta-fakta pendukung.

2.1.1.1 Karakteristik Berpikir Kritis

Keterampilan berpikir kritis sering dikaitkan dengan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Menurut (Fajari et al., 2013), terdapat beberapa karakter berpikir kritis, diantaranya :

- a. Konseptualisasi yaitu pembentukan suatu konsep atau pandangan dalam menilai suatu objek
- b. Mengumpulkan, mengurutkan dan menganalisis informasi
- c. Mengidentifikasi materi yang diperlukan dalam menyusun langkah-langkah.
- d. Rasional dengan memberi argumen berdasar pada analisis dari fakta-fakta nyata
- e. Reflektif yaitu mengambil suatu keputusan dengan menganalisis disiplin ilmu, fakta dan kejadian
- f. Pemahaman suatu sikap adalah menilai baik buruknya sesuatu dengan memberikan alasan yang jelas
- g. Dapat membuat kesimpulan secara valid.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa seseorang dapat dikatakan memiliki keterampilan berpikir kritis apabila mampu berpikir secara rasional, mampu mengumpulkan dan menganalisis suatu informasi dan mengambil keputusan yang bijak serta membuat kesimpulan dengan valid.

2.1.1.2 Indikator Berpikir Kritis

Indikator berpikir kritis yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada indikator menurut (Ennis, 1985). Indikator tersebut dibuat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 2.1

Indikator Keterampilan Berpikir Kritis

No.	Indikator	Kriteria
1.	Memberikan penjelasan sederhana	Mengidentifikasi, klarifikasi, memperhatikan, menganalisis masalah, pertanyaan, atau kesimpulan, argumen.
2.	Membangun keterampilan dasar	Menilai kredibilitas suatu sumber, meneliti, menilai hasil penelitian

No.	Indikator	Kriteria
3.	Membuat referensi atau menyimpulkan	Mereduksi dan menilai deduksi, menginduksi dan menilai induksi, membuat dan menilai kesimpulan dan argumen.
4.	Membuat penjelasan lebih lanjut	Mendefinisikan istilah, menilai definisi, mengidentifikasi asumsi
5.	Mengatur strategi dan taktik	Memutuskan sebuah tindakan, berinteraksi dengan orang lain.

Sumber: Ennis, Robert H. dalam (Davies & Barnett, 2015).

2.1.2 Pengertian Keterampilan Kolaborasi

Keterampilan kolaborasi merupakan kemampuan seseorang dalam bekerja sama atau memecahkan masalah secara bersama-sama. (Lelasari et al., 2017) berpendapat bahwa kolaborasi adalah suatu proses berkoordinasi, bekerja sama dan mengandung unsur positif ketergantungan dalam kelompok yang mengarah pada tujuan kelompok yang ingin dicapai. Sehingga keterampilan kolaborasi sangat perlu dikembangkan pada pembelajaran agar menumbuhkan sikap sosialisasi peserta didik dan membiasakan menghadapi masalah dengan bersama-sama.

Lebih jauh (Darmo, 2017) menyatakan bahwa keterampilan kolaborasi adalah bentuk interaksi sosial berupa kerja sama yang dapat mendorong peserta didik untuk bekerja secara berkelompok dengan orang lain, bisa menerima orang lain, tanggap dalam menghadapi tantangan dan mampu berinteraksi. Keterampilan ini merupakan gabungan dari kecerdasan interpersonal dan kecerdasan intrapersonal yang dimiliki peserta didik.

Sejalan dengan pernyataan diatas, (Junita & Wardani, 2020) menemukan bahwa keterampilan kolaborasi merupakan keterampilan yang mengajak peserta didik untuk dapat aktif berkontribusi dalam kerja sama dan melakukan interaksi pada kegiatan pembelajaran. Penelitian lain oleh (Lee, 2020), mengungkapkan bahwa kolaborasi adalah bentuk interaksi sosial dan proses belajar yang khas agar peserta didik dapat aktif dan konstruktif dalam penyelesaian masalah.

Dari pernyataan diatas, dapat disimpulkan bahwa keterampilan kolaborasi merupakan kemampuan seseorang dalam berinteraksi, berhubungan dengan orang lain, bekerja sama, bertukar pendapat dan memecahkan masalah secara bersama-sama.

2.1.2.1 Karakteristik Keterampilan Kolaborasi

Karakteristik kemampuan kolaborasi menurut (Thobroni & Mustofa, 2013) diantaranya:

- a. Peserta didik belajar dalam kelompok dan memiliki rasa ketergantungan dan kerja sama dalam menyelesaikan tugas kelompok
- b. Interaksi secara langsung antar anggota kelompok
- c. Setiap peserta didik bertanggung jawab atas tugas yang sudah disepakati
- d. Peserta didik cenderung aktif
- e. Proses belajar didasari motivasi intrinsik
- f. Kegiatan belajar disesuaikan dengan kebutuhan dan juga minat peserta didik.

Dari pernyataan tersebut dapat disimpulkan seseorang memiliki karakteristik keterampilan kolaborasi apabila dapat berinteraksi secara langsung, bertanggung jawab, dapat bekerja sama dengan baik, dan aktif.

2.1.2.2 Indikator Keterampilan Kolaborasi

Indikator keterampilan kolaborasi yang dijadikan acuan dalam penelitian ini adalah indikator keterampilan kolaborasi menurut (Greenstein, 2012) yang meliputi:

Tabel 2.2
Indikator Keterampilan Kolaborasi

No.	Indikator	Kriteria
1.	Berkontribusi secara Aktif	Aktif memberikan sumbangan saran, ide, dan solusi di kelompok
		Aktif memberikan sumbangan biaya apabila dibutuhkan
2.	Bekerja sama secara Produktif	Disiplin terhadap waktu dalam mengerjakan tugas

No.	Indikator	Kriteria
		Mengerjakan tugas kelompok dengan baik
3.	Menunjukkan Fleksibilitas dan Kompromi	Menerima kesepakatan bersama
		Toleransi pada setiap perbedaan pendapat
		Merundingkan, mendiskusikan dan merumuskan kesepakatan bersama
4.	Mengelola Proyek dengan Baik	Membuat desain rencana proyek
		Membagi tugas dengan anggota kelompok
		Menentukan <i>timeline</i> pengerjaan proyek
		Menggunakan waktu seefisien mungkin
5.	Menunjukkan Sikap Menghargai	Bersikap sopan pada teman
		Menghargai pendapat teman
		Menerima saran dari teman
6.	Menunjukkan Tanggung Jawab	Konsisten dalam menghadiri pertemuan kelompok
		Mengikuti instruksi pengerjaan tugas
		Tidak menyerahkan tugas pada orang lain

Sumber: Greenstein (2012).

2.1.3 Pengertian Model *Project Based Learning*

Model *project based learning* adalah model pembelajaran yang dalam pelaksanaannya berpusat pada peserta didik. Dalam model ini peserta didik diberikan kebebasan dalam membangun dan melaksanakan pembelajaran secara bebas untuk menghasilkan suatu karya. Menurut Jhon Thomas dalam (Murfiah, 2017) Model *project based learning* merupakan pembelajaran yang membutuhkan

tugas kompleks yang berdasar pada permasalahan, membuat suatu keputusan dan menginvestigasi yang memungkinkan siswa untuk bekerja sama dalam periode tertentu untuk menghasilkan suatu karya atau produk.

Sejalan dengan pernyataan tersebut, (Kuniasih, 2014) berpendapat bahwa model *project based learning* adalah model pembelajaran yang memerlukan proyek sebagai media dalam memecahkan permasalahan dalam suatu materi. Lebih jauh (Mulyasa, 2014) menyatakan bahwa model *project based learning* adalah model pembelajaran yang memiliki tujuan membuat peserta didik fokus pada permasalahan sehingga menuntut peserta didik untuk mampu melakukan investigasi untuk dapat memahami materi.

Project based learning telah dikenal luas sebagai pembelajaran kolaboratif, progresif, berpusat pada siswa, interaktif, aktif dan mendalam pendekatan pembelajaran. Sumber belajar pada model pembelajaran berbasis proyek bersifat multidimensi (Nepal & Jenkins, 2001). Dalam pembelajaran berbasis proyek (PJBL) memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk membangun kualitas-kualitas tersebut, serta mempelajari lebih dalam konten akademik dan memahami bagaimana penerapannya di dunia nyata (Dias & Brantley-dias, 2017).

Dari beberapa pengertian di atas dapat disimpulkan bahwa *project based learning* merupakan model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik yang menuntut peserta didik untuk dapat berkolaborasi, menginvestigasi dan membuat suatu keputusan dalam pembelajaran melalui pembuatan proyek.

2.1.3.1 Langkah-Langkah Model *Project Based Learning*

Menurut *The George Lucas Educational Foundation* (2005), terdapat langkah-langkah dalam pelaksanaan model *project based learning*, diantaranya sebagai berikut :

1. Pertanyaan esensial, pertanyaan dapat berasal dari guru maupun dari peserta didik. Pertanyaan esensial ini harus dapat diselesaikan atau dijawab dengan pembuatan suatu produk

2. Mendesain rencana proyek, dalam tahap ini peserta didik dalam kelompok menentukan tugas masing-masing anggota kelompok, menentukan alat dan bahan, dan merancang prosedur.
3. Menyusun jadwal, disini kelompok membuat *timeline* kegiatan untuk menyelesaikan proyek.
4. Monitoring, kelompok melaporkan hasil rencananya pada guru di jadwal yang sudah ditentukan. Disini guru berhak untuk menyetujui atau tidak rencana proyek yang telah dibuat oleh peserta didik.
5. Menguji hasil, tahap ini kelompok mengeksekusi proyek sesuai dengan rencana dan melihat hasilnya.
6. Evaluasi pengalaman, kelompok dan guru dalam tahap ini dapat mengevaluasi hasil proyek dengan melakukan presentasi. Evaluasi ini juga dapat melibatkan kelompok lain untuk dapat mendiskusikan kelebihan dan kekurangan yang terjadi dalam pelaksanaan proyek.

Sedangkan menurut (Jalinus et al., 2017) terdapat tujuh langkah pada *project based learning*, diantaranya adalah:

1. Perumusan hasil belajar yang diharapkan (*The formulation of expected learning outcomes*)
Pada bagian ini siswa diarahkan untuk mendiskusikan masalah yang muncul pada kehidupan kemudian didorong untuk memiliki motivasi dan solusi untuk memecahkan masalah tersebut. Pada tahap ini bisa dilakukan dengan pendekatan pembelajaran kontekstual.
2. Memahami konsep bahan ajar (*Understanding the concept of teaching material*)
Dalam tahap ini guru menginstruksikan peserta didik untuk mempelajari modul. Hal ini dilakukan untuk membekali pengetahuan peserta didik terkait materi yang sedang dipelajari.
3. Pelatihan keterampilan (*Skills training*)
Pelatihan keterampilan ini dimaksudkan untuk melatih penguasaan teknik-teknik yang diperlukan dalam proses pengerjaan proyek nantinya.
4. Merancang tema proyek (*Designing the project theme*)

Guru dan peserta didik mendiskusikan dan mengidentifikasi masalah. Peserta didik mengidentifikasi masalah kemudian menyelidikinya melalui sumber informasi. Dari beberapa masalah yang timbul, peserta didik dibantu oleh guru kemudian menentukan satu masalah yang akan dijadikan sebagai tema proyek. Selanjutnya peserta didik dibagi menjadi beberapa kelompok. Di setiap kelompok, peserta didik mendiskusikan produk apa yang akan ditawarkan untuk memecahkan masalah di lapangan atau untuk menghasilkan suatu produk inovatif yang dapat bernilai ekonomis, dan mengambil keputusan tentang produk yang akan menjadi proyek mereka. Setelah memutuskan produk, siswa mengajukan draf skripsi kepada guru yang kemudian memberikan saran, masukan, pertimbangan dan persetujuan terhadap skripsi tersebut.

5. Membuat skripsi proyek (*Making the project skripsi*)

Pada tahap ini, skripsi tugas proyek dibuat terdiri dari:

1. Masalah dan solusi
2. Kerangka
3. Estimasi Produksi
 - a. Daftar bahan, barang habis pakai, dan biaya
 - b. Daftar mesin dan biaya mesin/jam
 - c. Estimasi kegiatan produksi dan biaya

4. Melaksanakan tugas proyek (*Executing the tasks of project*)

Pelaksanaan tugas proyek dengan kerja sama tim yang baik, ditunjukkan melalui kualitas kinerja dan pemecahan masalah yang berkaitan dengan proyek untuk mewujudkan desain proyek. Peran guru pada tahap ini adalah menjadi mentor, tutor, supervisor dan evaluator untuk memungkinkan siswa untuk melaksanakan proses pembelajaran melalui proses inkuiri dan konstruksi mengerjakan tugas proyek yang sedang mereka kerjakan.

5. Presentasi laporan proyek (*Presentation of the project report*)

Siswa mempresentasikan proses pengerjaan dan hasil dari tugas proyek di kelas pada akhir pelajaran, kemudian guru dan peserta didik mendiskusikan tentang kekurangan dalam proses dan hasil proyek yang telah dilaksanakan, dan guru

menginterpretasikan siswa penguasaan tugas proyek telah dilakukan. Peserta didik kemudian mempresentasikan persepsinya sendiri, yang dievaluasi satu sama lain. Kemudian guru meluruskan, memberikan tambahan dan mengevaluasi.

Dari pernyataan di atas, langkah-langkah model project based learning yang akan dilakukan pada proses penelitian adalah langkah menurut (*The George Lucas Educational Foundation, 2005*), yaitu terdiri dari enam tahapan, diantaranya: 1) Pertanyaan esensial, 2) mendesain rencana proyek, 3) menyusun jadwal, 4) monitoring, 5) menguji hasil, dan 6) evaluasi pengalaman.

2.1.3.2 Keunggulan dan Kekurangan Model *Project Based Learning*

Pada setiap model pembelajaran pasti memiliki keunggulan dan kekurangannya masing-masing. Hal ini menjadikan motivasi sekaligus tantangan bagi para pendidik untuk dapat selalu berinovasi menciptakan model pembelajaran yang dapat disesuaikan dengan perkembangan zaman. Menurut (Sani, 2014) berpendapat bahwa terdapat beberapa keunggulan dari model *project based learning*, diantaranya sebagai berikut :

1. Peserta didik dapat dengan bebas mendefinisikan permasalahan atau isu.
2. Peserta didik dilibatkan dalam keterampilan perencanaan, proses penelitian, penyelesaian masalah dan berpikir tingkat tinggi.
3. Peserta didik mengembangkan keterampilan menerapkan pengetahuan dan keterampilan dengan konteks yang beragam dalam pelaksanaan proyek
4. Keterampilan interpersonal peserta didik dilatih untuk dapat mampu bekerja sama
5. Mengarahkan peserta didik untuk berpikir kreatif mengenai pengalaman.

Disamping memiliki keunggulan, model *project based learning* ini juga memiliki kekurangan, (Abidin, 2013) mengemukakan kekurangan tersebut diantaranya sebagai berikut:

1. Dalam pelaksanaannya model *project based learning* membutuhkan waktu yang lama dan biaya yang banyak
2. Media dan sumber belajar cenderung banyak digunakan

3. Kesiapan dari guru dan peserta didik harus diperhatikan

Dari pernyataan terkait keunggulan dan kekurangan model *project based learning* diatas, dapat disimpulkan bahwa model *project based learning* memiliki keunggulan dalam hal membebaskan peserta didik dalam pendefinisian masalah, dilibatkan dalam perencanaan, penelitian, melatih pengetahuan dan keterampilan dalam pelaksanaan proyek dan juga melatih kemampuan bekerja sama dan berpikir kreatif. Namun, disamping itu model *project based learning* memiliki kekurangan, yaitu waktu yang lama, biaya yang banyak, persiapan harus matang, banyak menggunakan media dan sumber belajar dan peserta didik ditakutkan hanya memahami materi tertentu yang dipelajari dalam model *project based learning* saja.

2.1.4 Deskripsi Materi Bioteknologi

Secara terminologi bioteknologi berasal dari istilah Latin, terdiri dari tiga kata yaitu *bio* (hidup), *teknos* (teknologi : penerapan), dan *logos* (ilmu). Artinya, ilmu yang mempelajari penerapan prinsip-prinsip biologi. Menurut *European Federation of Biotechnology* (EFB), Bioteknologi sebagai perpaduan dari ilmu pengetahuan alam dan ilmu rekayasa yang bertujuan untuk meningkatkan aplikasi organisme hidup, sel, bagian dari organisme hidup, dan/atau analog molekuler untuk menghasilkan barang dan jasa.

a. Bioteknologi Konvensional

Bioteknologi tradisional mengacu pada teknik konvensional yang telah digunakan selama berabad-abad untuk memproduksi bir, anggur, keju, dan banyak makanan lainnya (Smith, 2009). Bioteknologi konvensional saat ini sangat banyak digunakan oleh masyarakat. Salah satu penggunaan teknik-teknik dalam bioteknologi konvensional yang paling banyak digunakan dan dikenal adalah dalam produksi pangan.

Bioteknologi konvensional dimanfaatkan pada beberapa bidang di bawah ini, di antaranya:

1) Bidang Produksi Pangan

Dengan penggunaan bioteknologi bahan pangan akan menjadi lebih berkualitas, lebih segar, lebih tahan lama dan meningkatkan nilai gizi bahan pangan, sehingga memiliki peluang besar dalam meningkatkan nilai ekonomi bahan

pangan tersebut (Primrose, 1987). Dalam bidang pangan, salah satu proses yang digunakan dalam bioteknologi konvensional adalah proses fermentasi. Fermentasi merupakan suatu proses mikroorganisme melalui aktivitas enzim, merubah kimia pada suatu substrat organik (Suprihatin, 2010).

Terdapat banyak produk pangan hasil bioteknologi konvensional yang dalam pembuatannya menggunakan proses fermentasi, diantaranya adalah sebagai berikut :

a. Tempe

Proses fermentasi dengan menggunakan kapang *Rhizopus sp*, yaitu *R. Chlamidosporus*, *R. oryzae*. Pertama spora dari kapang ini akan tumbuh dan membentuk benang-benang yang akan mengikat biji kedelai seperti dapat dilihat pada gambar 2.1. Proses fermentasi yang terjadi menyebabkan adanya perubahan kimia protein karena adanya enzim proteolitik sehingga terjadi degradasi protein kedelai menjadi asam amino. Dalam proses pertumbuhan jamur, akan membuat enzim protease menguraikan protein kompleks yang ada pada kedelai menjadi asam amino yang mudah dicerna oleh tubuh.



Gambar 2.1

Tempe

Sumber: (Badan Standardisasi Nasional, 2019)

b. Kecap

Olahan fermentasi berbahan kedelai lainnya adalah kecap. Dalam proses pembuatan kecap menggunakan bantuan dari bakteri *Aspergillus wentii*. Pada proses fermentasi, bakteri akan merombak protein menjadi asam amino, rasa asam dan aroma yang khas. Setelah difermentasi kedelai akan dikeringkan kemudian direndam dengan air garam.

c. Keju

Keju merupakan olahan susu yang melalui proses koagulasi atau pengentalan untuk memisahkan zat-zat padat di dalamnya. Proses ini dilakukan oleh bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Enzim renin akan dihasilkan dari bakteri ini sehingga terjadi penggumpalan dan merubah susu menjadi cair dan padat. Kemudian enzim renin ini juga akan mengubah gula menjadi asam dan protein yang ada pada dadih. Dadih ini yang nantinya akan diproses melalui pematangan dan pengemasan yang kemudian dikenal sebagai keju seperti terlihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2

Keju

Sumber: (Gupta, 2022)

d. Yoghurt

Yoghurt merupakan olahan fermentasi berbahan susu. Yoghurt memiliki rasa dan aroma yang khas yaitu asam dan manis. Rasa asam ini berasal dari penguraian laktosa menjadi asam laktat oleh bakteri *Streptococcus thermophiles* dan *Lactobacillus bulgaricus*. Untuk bakteri *Streptococcus thermophilus* berperan pada pembentukan citarasa. Sedangkan *Lactobacillus bulgaricus* berperan pada pembentukan aroma.

e. Tape

Tape merupakan salah satu produk pangan yang dibuat dengan melalui proses penanganan bahan pangan mengandung pati, seperti singkong dan ketan oleh ragi yang mengandung kapang, khamir, bakteri amilolitik dan bakteri asam laktat (BAL). Contoh tape singkong dapat dilihat pada gambar 2.3 di bawah ini.



Gambar 2.3
Tape Singkong
Sumber: (Fadli, 2022)

2) Bidang Pertanian

Bioteknologi konvensional yang terkenal dan sudah banyak dikembangkan pada bidang pertanian terdiri dari kultur jaringan, persilangan dan hidroponik. Kultur jaringan merupakan Kultur jaringan adalah suatu teknik mengisolasi bagian tanaman seperti protoplas, sel, jaringan dan organ, kemudian menumbuhkannya dalam media buatan dengan kondisi terkontrol dan aseptik (Gunawan, 1988).

Kemudian persilangan yaitu perkawinan antara dua tanaman yang varietasnya berbeda, tetapi spesiesnya sama. Teknik ini merupakan cara yang murah, sederhana, dan mudah untuk menghasilkan tanaman dengan varietas unggul. Selanjutnya hidroponik, merupakan teknik menanam dengan menggunakan air atau bahan yang bersifat porous untuk media tanamnya.

3) Bidang Industri

Bioteknologi dalam bidang industri diterapkan pada teknik yang dinamakan bioremediasi, teknik ini merupakan proses pengelolaan limbah menggunakan mikroba tertentu seperti *Xanthomonas campestris* dan *Pseudomonas foetida*. Tujuan dari teknik bioremediasi ini adalah untuk mengurangi resiko bahaya limbah yang mengandung logam berat.

b. Bioteknologi Modern

Pesatnya perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan memberikan dampak pada perkembangan bioteknologi. Bioteknologi modern lebih fokus pada pemanfaatan materi genetik organisme yang meliputi DNA dan RNA. Bioteknologi modern yang berkembang saat ini meliputi penggunaan teknik rekayasa genetika untuk menghasilkan organisme baru yang sifatnya lebih unggul dan memiliki

tingkat produktivitas tinggi (Faridah & Sari, 2019). Pemanfaatan bioteknologi modern diterapkan pada beberapa bidang diantaranya:

1) Tanaman Transgenik

Tanaman transgenik adalah yang disisipi gen asing dari spesies tanaman lain untuk mendapatkan sifat tanaman yang diinginkan. Dalam penerapan bioteknologi modern terutama pada tanaman transgenik memiliki keunggulan dimana tanaman transgenik akan lebih resisten terhadap virus, insekta atau bakteri tertentu, tanaman juga lebih toleran terhadap herbisida, toleran terhadap cuaca. Seperti pada tanaman jagung yang lebih resisten terhadap hama berupa larva penggerek batang dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4

Larva penggerek pada batang jagung

Sumber: (Mackean & Hayward, 2014)

Contoh produk tanaman transgenik adalah pada padi disebut dengan *golden rice*. Dengan menyisipkan gen pengkode berupa *Phyton synthase*, *Lysopene cyclase* dan *Phytoene desaturase* padi biasa menjadi kaya akan gizi dengan produksi provitamin A (beta-karoten) yang lebih tinggi dapat dilihat pada gambar 2.5.



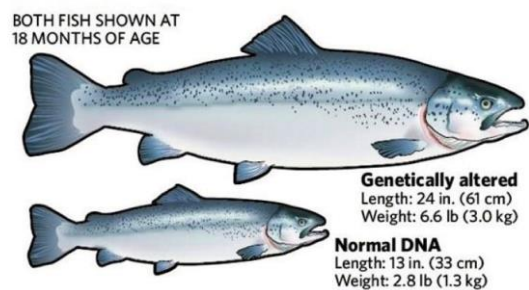
Gambar 2.5

Golden Rice

Sumber: (Mayer, 2022)

2) Hewan Transgenik

Hewan transgenik adalah hewan yang sudah direkayasa materi genetiknya sehingga dihasilkan hewan yang memiliki sifat yang diinginkan. Teknik yang digunakan dalam transgenik hewan cukup beragam, salah satunya adalah dengan menyuntikkan fragmen DNA secara mikro pada sel telur yang telah mengalami pembuahan. Contoh hewan transgenik adalah pada ikan salmon yang dapat mencapai ukuran dewasa hanya dalam waktu 16 sampai 18 bulan saja, lebih cepat daripada ikan salmon pada umumnya dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6

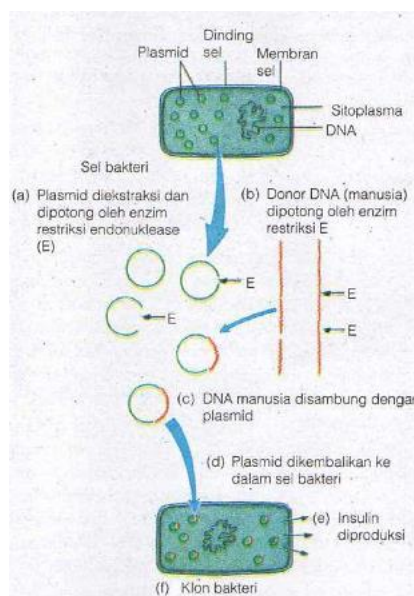
Hewan Transgenik

Sumber: (Johnson, 2010)

Penggunaan bioteknologi modern dalam hewan transgenik bertujuan untuk meningkatkan produksi hewan tersebut, kemudian membuat hewan menjadi resisten terhadap penyakit, dan hewan menjadi mampu mensintesis senyawa tertentu yang disebut *gen-pharming*.

3) Kloning

Kloning gen adalah teknik rekayasa genetik yang dilakukan dengan menyisipkan gen dari suatu organisme ke dalam genom organisme lain. Contoh pada penerapan teknik ini adalah pada produksi insulin manusia dengan menggunakan sel bakteri. Adapun prinsip-prinsip kloning gen dapat dilihat pada gambar 2.7 di bawah ini.



Gambar 2.7

Prinsip kloning gen

Sumber: (Mackean & Hayward, 2014)

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Indriana, 2021) berupa analisis tingkat berpikir kritis peserta didik, diperoleh hasil bahwa keterampilan berpikir kritis pada peserta didik menempati tingkat sedang dengan persentase sebesar 76%. Dengan indikator paling tinggi yaitu pada strategi dan taktik dengan persentase sebesar 97% dan indikator membangun keterampilan dasar yang paling rendah dengan presentasi 65%.

Penelitian lain oleh (Sa'adah et al., 2020) menyatakan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik di Indonesia masih tergolong rendah. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya kultur peserta didik Indonesia yang seringkali dominan menghafal materi daripada memahami konsep (Sianturi et al., 2018). Dengan demikian, dapat menggambarkan bahwa peserta didik masih butuh pelatihan dan pengembangan dalam peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Penelitian selanjutnya dari (Hardianti, 2021) menemukan bahwa keterampilan kolaborasi pada peserta didik tergolong kategori sedang dengan persentase 80%. Pada dasarnya kemampuan kolaborasi sangat penting untuk dapat

dimiliki peserta didik sebagai penunjang perkembangan metode pembelajaran yang lebih menekankan pada kemampuan bekerja sama.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya dari (Pratiwi et al., 2020) menemukan bahwa keterampilan kolaborasi peserta didik hanya mencapai kategori cukup dengan persentase sebesar 39,97%. Rendahnya tingkat keterampilan kolaborasi peserta didik ditandai dengan kurangnya kerja sama peserta didik dalam proses pembelajaran dan mengerjakan tugas.

Keterampilan berpikir kritis dan kolaborasi yang masih cukup rendah, menjadi tantangan bagi pengajar untuk selalu eksis dan aktif dalam melatih peserta didik untuk terbiasa dan mampu dalam keterampilan abad 21. Pemilihan model pembelajaran menjadi salah satu penentu peningkatan keterampilan kolaborasi peserta didik (Ode et al., 2017). Maka dari itu, untuk membantu berpikir tingkat tinggi dan kolaborasi peserta didik di kelas guru perlu menggunakan model pembelajaran yang tepat untuk mendorong siswa untuk mengembangkan keterampilan tersebut.

Berdasarkan penelitian oleh (Sumardiana et al., 2019) menyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis dapat ditumbuhkan dengan model pembelajaran *project based learning*. Mendukung hal tersebut, (Fitriani & Istianti, 2017) dalam penelitiannya menyatakan bahwa terjadi peningkatan proses kemampuan berpikir kritis peserta didik dengan menerapkan model *project based learning*. Hal ini ditandai dengan rata-rata kemampuan berpikir kritis pada setiap siklus cenderung naik dan begitupun dengan hasil belajar peserta didik.

Penelitian lain dari (Mariamah et al., 2021) menyatakan bahwa model pembelajaran yang bisa meningkatkan kerjasama anggota kelompok atau kolaborasi salah satunya adalah model pembelajaran *project based learning* (PjBL). Sejalan dengan hal itu, (Panjaitan, 2020) menyatakan bahwa berdasarkan uji manova yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penggunaan model *project based learning* memiliki pengaruh signifikan terhadap keterampilan abad 21 salah satunya adalah keterampilan berpikir kritis dan keterampilan kolaborasi. Dengan persentase peningkatan N-Gain pada keterampilan berpikir kritis sebesar 70% dan pada keterampilan kolaborasi sebesar 60%. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat

pengaruh positif dari penggunaan model *project based learning* terhadap keterampilan berpikir kritis dan keterampilan kolaborasi.

2.3 Kerangka Konseptual

Perkembangan teknologi yang begitu pesat menuntut generasi muda untuk dapat memiliki *skill* dan kemampuan dalam menghadapinya. Memasuki abad 21, peserta didik sepatutnya harus memiliki keterampilan abad 21. Salah satu keterampilan yang sangat penting untuk dimiliki peserta didik adalah keterampilan berpikir kritis. Keterampilan berpikir kritis adalah kemampuan dalam mengambil keputusan dan menilai suatu pernyataan. Namun, tidak cukup hanya dengan memiliki keterampilan berpikir kritis, peserta didik juga perlu memiliki keterampilan kolaborasi untuk dapat menyalurkan hasil ide, keputusan atau gagasannya dengan teman sebaya.

Dalam proses meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan keterampilan kolaborasi diperlukan model pembelajaran yang menunjang perkembangan keterampilan tersebut. Salah satu model pembelajaran yang sesuai dan cocok adalah model *project based learning*. Model pembelajaran ini menuntut peserta didik untuk dapat berpikir kritis dalam menjawab pertanyaan esensial dan harus mampu berkolaborasi dengan teman sekelompok untuk membuat produk sebagai jawaban dari pertanyaan esensial.

Terdapat beberapa keunggulan *project based learning* antara lain: a). dapat meningkatkan motivasi belajar, b). dapat meningkatkan kemampuan untuk memecahkan masalah pemecahan masalah, c). dapat meningkatkan keterampilan siswa dalam mencari dan mendapatkan informasi yang relevan, d). dapat mengembangkan dan mengimplementasikan keterampilan komunikasi dan bekerja sama (Ansori, 2012). Beberapa keunggulan tersebut sangat berperan dalam proses peningkatan keterampilan peserta didik. Seperti pada proses pemecahan masalah, mencari dan mendapatkan informasi yang relevan menuntut peserta didik untuk melatih keterampilan berpikir kritis. Kemudian terdapat pula keunggulan dalam meningkatkan komunikasi dan kerja sama yang berkaitan dengan keterampilan kolaborasi peserta didik.

Model *project based learning* sangat sesuai dengan materi biologi yang penuh dengan hubungan konsep, teknologi dan kehidupan sehari-hari. Salah satu materi dalam biologi yang cocok menggunakan model *project based learning* adalah bioteknologi. Dalam bioteknologi terdapat pemanfaatan organisme secara langsung untuk menghasilkan produk barang dan jasa yang bermanfaat bagi manusia melalui proses fermentasi. Proses tersebut tidak bisa hanya dijelaskan secara lisan. Melainkan perlu dipraktikkan secara langsung prosesnya supaya peserta didik tidak hanya mengetahui tetapi juga memahami konsep.

Berdasarkan uraian diatas, penulis menduga terdapat pengaruh dari model *project based learning* terhadap keterampilan berpikir kritis dan keterampilan kolaborasi peserta didik pada materi bioteknologi di SMA Negeri 1 Taraju. Setelah dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat diketahui tingkat keterampilan berpikir kritis dan kolaborasi peserta didik serta model pembelajaran yang cocok untuk meningkatkan keterampilan tersebut sehingga nantinya bisa menjadi penilaian dan evaluasi pembelajaran untuk meningkatkan kapasitas diri peserta didik khususnya dalam pembelajaran biologi.

2.4 Hipotesis Penelitian

Agar penelitian dapat berjalan sesuai dengan tujuan, maka penulis merumuskan hipotesis atau dugaan sementara sebagai berikut:

- H₀ : Tidak terdapat pengaruh model *project based learning* terhadap keterampilan berpikir kritis dan keterampilan kolaborasi peserta didik pada materi bioteknologi.
- H_a : Terdapat pengaruh model *project based learning* terhadap keterampilan berpikir kritis dan keterampilan kolaborasi peserta didik pada materi bioteknologi.