

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Teori**

##### **1. Belajar dan Pembelajaran**

Kegiatan belajar berdampak besar pada bagaimana orang berkembang, terutama pada bagaimana kepribadian dan perilaku mereka berkembang. Belajar digambarkan sebagai suatu proses yang berusaha menghasilkan perubahan tingkah laku yang baik baik pada tataran psikologis maupun fisik. Menurut Surya (1997 dalam Rusman et al., 2011, hlm.7), belajar adalah proses pengalaman individu dalam berinteraksi dengan lingkungannya, yang mengarah pada perubahan perilaku secara umum. Perubahan perilaku saat berpartisipasi dalam kegiatan pendidikan adalah tindakan yang mengarahkan siswa ke arah yang tepat. Hal ini sesuai dengan pandangan Sanjaya bahwa belajar adalah kegiatan seseorang yang melibatkan kontak dengan dunia luar dan menghasilkan perubahan tingkah laku yang lebih bermanfaat dari segi pengetahuan, sikap, dan sifat psikomotorik. (Setiawan, 2017, hlm. 60–70).

Belajar merupakan pengembangan pengetahuan, tingkah laku dan keterampilan dengan cara melakukan kegiatan pembelajaran yang dilakukan oleh guru kepada peserta didik dengan menyampaikan sebuah materi secara baik (Hayati, 2022). Hal tersebut sejalan dengan pendapat Suyono & Hariyanto (*dalam* Setiawan, 2017, hlm. 2) belajar merupakan proses yang melibatkan interaksi aktif dengan lingkungan serta materi pembelajaran melalui praktik atau pengalaman tertentu untuk mengubah tingkah laku, pengetahuan, dan keterampilan seseorang.

Belajar dapat mengembangkan keterampilan atau pengetahuan seseorang menjadi lebih baik setelah melakukan proses belajar. Hasil perkembangan dari proses belajar seseorang berbeda-beda tergantung dari kondisi yang dimiliki. Berikut faktor-faktor yang dapat mempengaruhi belajar menurut Setiawan (2017 hlm. 11-14):

a. Faktor Internal

Faktor internal merupakan faktor yang ada pada diri pribadi sebagai orang yang sedang belajar. Berikut 3 komponen yang menyangkut faktor internal:

- 1) Faktor jasmaniah, misalnya kesehatan dan cacat tubuh
- 2) Faktor psikologis, misalnya minat, motivasi, bakat, dan kesiapan
- 3) Faktor kelelahan

b. Faktor Eksternal

Faktor eksternal merupakan faktor yang berasal dari luar diri pribadi.

- 1) Variabel keluarga, seperti tingkat pendidikan orang tua, dinamika anggota keluarga, keadaan ekonomi, dan suasana rumah.
- 2) Aspek pendidikan, seperti teknik mengajar, kurikulum, lingkungan belajar, sumber pengajaran, dan dinamika antara instruktur dan siswa
- 3) Aspek masyarakat, seperti hal-hal yang dilakukan anak-anak di lingkungan sekitar, media, dan bagaimana masyarakat hidup dalam hubungannya dengan lingkungan..

Belajar merupakan kegiatan yang terkadang disalahartikan dan dikacaukan dengan kegiatan yang biasa dilakukan sehari-hari. Namun pada kenyataannya, kegiatan pembelajaran adalah kegiatan yang memiliki ciri tertentu dan dirancang serta diatur sedemikian rupa sehingga mengandung aspek-aspek yang terdiri dari berbagai komponen (Haryanto, 2004, sebagaimana dikutip dalam Setiawan, 2017, halaman 60–70) :

a. Tujuan Belajar

Melalui proses melihat, mendengar, dan mengalami proses belajar memberikan proses belajar yang bermakna.

b. Proses Belajar

Ketika siswa menemukan sesuatu yang baru, instruktur membantu mereka memperluas pengetahuan mereka sehingga mereka dapat mengembangkan pemahaman mereka sendiri. Proses pembangunan ini berlangsung terus menerus

### c. Hasil Belajar

Merupakan konsekuensi belajar yang dihasilkan berdasarkan pemahaman yang dikembangkan sendiri oleh siswa, atas dasar hasil pengalaman belajar sebagai hasil kontak dengan lingkungannya.

Kegiatan belajar dan belajar merupakan dua hal yang tidak dapat dipisahkan, khususnya dalam lingkungan pendidikan. Suatu sistem dari komponen-komponen yang saling berinteraksi satu sama lain membuat belajar menjadi maksimal. Unsur-unsur tersebut terdiri dari tujuan, sumber daya, teknik, dan penilaian. Untuk memastikan bahwa tujuan pembelajaran tercapai, guru harus mempertimbangkan faktor-faktor ini sambil memutuskan taktik pembelajaran terbaik untuk siswa mereka. (Rusman dkk., 2011, hal.42).

## 2. *Metode Blended Learning*

menggunakan pembelajaran campuran untuk menggabungkan pembelajaran online sinkron dan asinkron (Usman, 2019). Blended learning merupakan model penerapan salah satu elemen TPACK, berdasarkan konteks penelitian ini. Ide mendasar di balik pendekatan blended learning, menurut Garrison & Vaughan (2008), adalah memanfaatkan interaksi sinkron dan asinkron selama proses pembelajaran online. Karena menggabungkan penggunaan E-learning selama pembelajaran asinkron, sifat metode ini dapat diadaptasi (Sharif, 2013).

Prosedur pembelajaran pertama dimulai secara bold (online) dengan alur pengerjaan soal pretest kemudian dilanjutkan dengan mempelajari informasi pada website yang diberikan. Ada dua prosedur pembelajaran dalam pendekatan ini. Kedua, pembelajaran sinkron terjadi dalam bentuk penilaian terhadap informasi yang diperoleh melalui pembelajaran online. Pendekatan blended learning memiliki beberapa manfaat, antara lain kemampuan siswa untuk belajar mandiri sekaligus mengakses sumber belajar online, interaksi antara guru dan siswa yang dapat dikelola oleh guru, serta kemampuan untuk meningkatkan kualitas proses pembelajaran (Noviansyah, 2015). Kekurangannya mirip dengan kekurangan e-learning, artinya siswa akan bingung ketika terlibat dalam proses pembelajaran di ruang kelas (Ali, 2015). Kegiatan pembelajaran asinkron terkait dengan

pendekatan pengajaran Blended Learning dapat didukung oleh perangkat lunak berbasis web, kadang dikenal dengan Learning Management System.

### **3. Kemampuan Berpikir Kritis**

Pada abad 21, kemampuan berpikir kritis sangat diperlukan oleh peserta didik untuk menghadapi permasalahan, mencari solusi, dan mampu bersaing di era globalisasi (Saputra, 2020, hlm. 3). Maka dari itu, pembelajaran di abad 21 tidak cukup jika peserta didik hanya memiliki kemampuan mengingat saja, sehingga peserta didik diuntut untuk dapat memiliki kemampuan berpikir kritis agar mampu menganalisis, memecahkan masalah, mengidentifikasi masalah, dan membuat kesimpulan (Permatasari dkk., 2022, hlm. 593).

Menurut Thompson (2008), peningkatan kemampuan siswa meningkatkan kemampuan berpikir pada tingkat awal atau rendah, Ini digunakan sebagai peningkatan yang dibatasi oleh faktor-faktor tertentu dan meningkatkan kapasitas pemikiran tingkat tinggi. sedemikian rupa sehingga dapat diencerkan bahkan dimodifikasi untuk menghasilkan informasi yang lebih komprehensif. Menurut Krulik dan Rudnick, ada empat tingkat pemikiran berbeda yang mungkin diperlihatkan anak-anak: pemikiran tingkat dasar, pemikiran tingkat hafalan, pemikiran kritis, dan pemikiran kreatif. Menurut temuan penelitian-penelitian sebelumnya, sudah menjadi rahasia umum bahwa tingkat berpikir siswa yang paling rendah adalah tingkat ingatan, disebut juga dengan tingkat berpikir otomatis atau reflektif. (Fatmawati dkk., 2014)

Berikut ini merupakan ciri-ciri orang yang berpikir kritis (Sulistiani, 2016 *dalam* Kurniawati & Ekayanti, 2020, hlm. 110), meliputi:

1. Berpikir rasional saat menghadapi permasalahan
2. Dapat membuat keputusan yang tepat saat menyelesaikan masalah
3. Mampu menganalisis, mengelola, serta menggali informasi berdasarkan fakta
4. Dapat menarik sebuah kesimpulan

Kemampuan yang dapat diukur meliputi kemampuan berpikir kritis seseorang. indikasi yang telah dikemukakan oleh para ahli digunakan untuk menguji kemampuan berpikir kritis seseorang. Salah satu indikasi tersebut adalah indikator yang dikemukakan oleh Ennis yang dapat dilihat pada tabel 2.1 di bawah ini:

Tabel 2. 1 Indikator Kemampuan Berpikir Kritis

No.	Indikator	Sub Indikator	Rincian
1.	Memberikan penjelasan sederhana	Memfokuskan pertanyaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi atau merumuskan pertanyaan</li> <li>• Mengidentifikasi atau merumuskan kriteria untuk mempertimbangkan kemungkinan jawaban</li> <li>• Menjaga pikiran terhadap situasi yang sedang dihadapi</li> </ul>
		Menganalisis argumen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi kesimpulan</li> <li>• Mengidentifikasi alasan yang dinyatakan</li> <li>• Mengidentifikasi alasan yang tidak dinyatakan</li> <li>• Mencari persamaan dan perbedaan</li> <li>• Mengidentifikasi dan menangani ketidakrelevan</li> <li>• Mencari struktur dari sebuah pendapat atau argumen</li> <li>• Meringkas</li> </ul>
		Bertanya dan menjawab pertanyaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengapa?</li> <li>• Apa yang menjadi alasan utama?</li> <li>• Apa yang kamu maksud dengan?</li> <li>• Apa yang menjadi contoh?</li> <li>• Apa yang bukan contoh?</li> <li>• Bagaimana mengaplikasikan kasus tersebut?</li> <li>• Apa yang menjadikan perbedaannya?</li> <li>• Apa faktanya?</li> <li>• Apa ini yang kamu katakan?</li> <li>• Apalagi yang akan kamu katakan tentang itu?</li> </ul>
2.	Membangun Keterampilan	Mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya atau tidak	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keahlian</li> <li>• Mengurangi konflik <i>interest</i></li> <li>• Kesepakatan antar sumber</li> <li>• Reputasi</li> <li>• Menggunakan prosedur yang ada</li> <li>• Mengetahui resiko</li> <li>• Kemampuan memberikan alasan</li> <li>• Kebiasaan sehari-hari</li> </ul>
		Mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengurangi praduga atau menyangka</li> </ul>

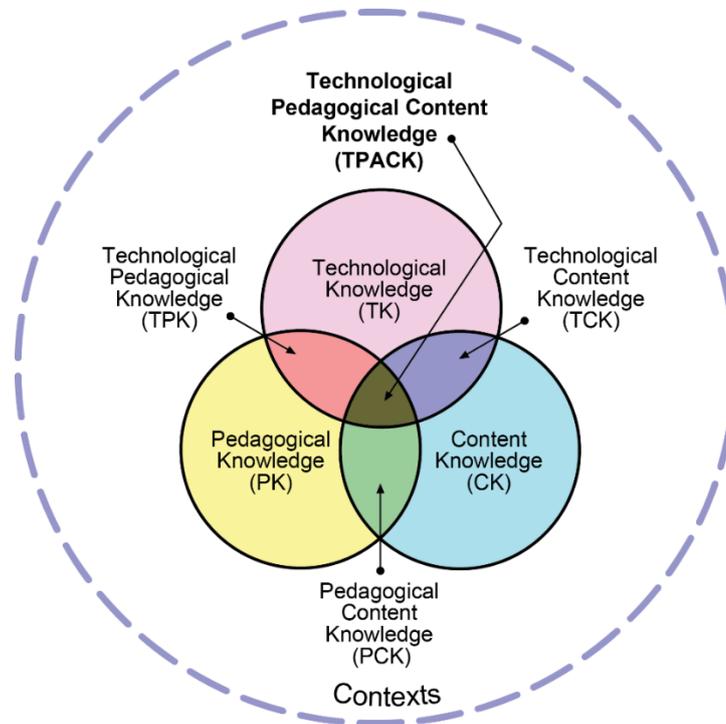
No.	Indikator	Sub Indikator	Rincian
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mempersingkat waktu antara observasi dengan laporan</li> <li>• Laporan dilakukan pengamat sendiri</li> <li>• Mencatat hal-hal yang sangat diperlukan penguatan</li> <li>• Kemungkinan dalam penguatan</li> <li>• Kompeten dalam menggunakan teknologi</li> <li>• Kepuasan pengamat atas kredibilitas</li> </ul>
3.	Membuat kesimpulan	Mendeduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kelas logika</li> <li>• Mengkondisikan logika</li> <li>• Menginterpretasikan pertanyaan</li> </ul>
		Menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengeneralisasi</li> <li>• Berhipotesis</li> </ul>
		Membuat dan menentukan hasil pertimbangan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Latar belakang fakta</li> <li>• Konsekuensi</li> <li>• Mengaplikasikan konsep (prinsip-prinsip, hukum dan asas)</li> <li>• Mempertimbangkan alternatif</li> <li>• Menyeimbangkan, menimbang dan memutuskan</li> </ul>

#### 4. Kerangka TPACK

*Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK)* adalah informasi yang diperlukan untuk berhasil menggabungkan teknologi ke dalam pengaturan pendidikan. Konstruksi (Assar, 2015) tentang Pedagogical Content Knowledge (PCK) merupakan sumber dari sistem pengetahuan ini. Menurut Shulman, tidak cukup membekali guru atau calon guru dengan kemampuan pedagogik yang luas dan keahlian bidang studi seperti sains. Sebaliknya, yang dibutuhkan adalah landasan pengajaran yang berada di persimpangan pedagogi dan materi pelajaran yang diajarkan. Untuk memfasilitasi prosedur pendidikan yang efisien, seorang instruktur ilmiah harus memiliki tingkat PCK yang tinggi. (Assar, 2015).

*TPACK* menggabungkan tiga macam pengetahuan, yaitu *Pedagogical Knowledge (PK)*, *Content Knowledge (CK)*, dan *Technological Knowledge (TK)*. Dari penggabungan tiga macam pengetahuan tersebut, dihasilkan empat

pengetahuan yang baru, yaitu *Pedagogical Content Knowledge (PCK)*, *Technological Content Knowledge (TCK)*, *Technological Pedagogical Knowledge (TPK)*, dan *Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK)* (Romiasih dkk., 2022, hlm. 208). Interaksi komponen-komponen *TPACK* tersebut dapat dilihat dari gambar berikut:



Gambar 2. 1 Kerangka Kerja TPACK dan Komponen Pengetahuannya

Sumber: [www.tpack.org](http://www.tpack.org)

**Technological Knowledge (TK).** Ini mengacu pada keakraban calon instruktur dengan banyak pilihan perangkat keras, perangkat lunak, dan aplikasi yang tersedia untuk tujuan pendidikan, serta pemahaman mereka tentang bagaimana pilihan ini dapat digunakan. Mengingat fakta bahwa kemajuan teknologi harus terus berlanjut dengan cepat, sangat penting untuk memiliki fleksibilitas untuk mempelajari cara memanfaatkan kemajuan terbaru di lapangan dan motivasi untuk menjaga pendidikan tetap terkini dengan mencari alat terbaru yang dapat digunakan untuk proses pendidikan. Pengetahuan Teknologi (TK) berperan dalam proses ini.

**Pedagogical Knowledge (PK).** Kemampuan menyusun RPP, menilai tujuan pembelajaran siswa, dan mengidentifikasi teknik, model, dan taktik pembelajaran

yang tepat adalah fungsi dari pengetahuan guru tentang faktor-faktor tersebut. Selain itu, pengetahuan pedagogis terdiri dari kapasitas untuk mengadopsi dan mengambil teknik pengajaran terbaru atau kapasitas untuk merancang metode pengajaran yang sesuai untuk kelas.

***Content Knowledge (CK)***. Apakah instruktur memiliki pemahaman yang menyeluruh tentang materi pelajaran dan Pemahaman ini mencakup konsep-konsep utama dan kerangka teoritis.

***Technological Content Knowledge (TCK)***. Ini adalah kapasitas pendidik untuk menggunakan teknologi untuk mengirimkan informasi. TCK memungkinkan guru untuk menjelaskan informasi (barang) dengan cara yang sebelumnya tidak mungkin karena teknologi. TCK mengacu pada kapasitas guru untuk menggunakan teknologi untuk menghasilkan representasi baru dari materi pembelajaran yang memiliki kualitas unik untuk memodifikasi perspektif siswa.

***Pedagogical Content Knowledge (PCK)***. PCK mengacu pada kapasitas untuk mengkomunikasikan konten kepada siswa. Dalam konteks pendampingan, seorang guru tidak hanya memberikan konten tetapi juga menggunakan strategi khusus untuk mengkomunikasikan konten. Alhasil, PCK juga mengacu pada ketepatan seorang guru memilih pendekatan atau strategi yang tepat sesuai dengan konten yang dikomunikasikan dan sifat siswa yang dibimbing, mengingat tidak semua strategi tepat. digunakan pada setiap jenis baha.

***Technological Pedagogical Knowledge (TPK)***. komponen fundamental dari interaksi simbiosis yang ada antara pendidikan dan teknologi. TPK juga mengacu pada kapasitas guru untuk memilih dan memanfaatkan secara efektif sumber daya teknologi yang tepat untuk memfasilitasi pelaksanaan berbagai perangkat pembelajaran.

***Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)***. Ini adalah kapasitas pendidik untuk mengatur pembelajaran melalui penggabungan berbagai metode pembelajaran dan perangkat teknologi. Hal inilah yang membedakan seorang guru dengan guru lainnya dalam hal keluasan dan kedalaman keahlian dan penguasaannya. TPACK adalah Taman Kanak-kanak optimal yang digunakan dalam pembelajaran untuk menggabungkan CK, PK, dan PCK menjadi satu kesatuan yang kohesif yang dapat menghasilkan pengalaman belajar yang efektif,

efisien, dan lebih menyenangkan. CK adalah singkatan dari konstruktivisme, PK untuk pengetahuan konten pedagogis, dan PCK untuk pengetahuan konten pedagogis. Proses pembelajaran yang dimaksud tidak hanya mengutamakan kemampuan siswa dalam memahami materi pelajaran, tetapi juga pada pembinaan sikap dan karakternya. Menurut Sintawati dan Indriani (2019), seorang guru harus memiliki integritas TPACK agar mampu mengimplementasikan PCK. Hal ini diperlukan agar pendekatan, strategi, prosedur, dan teknik pembelajaran disesuaikan dengan kekhasan substansi topik yang diajarkan.

Guru dan siswa akan terpengaruh dalam beberapa hal sebagai akibat interaksi antara materi dan pedagogi, yang merupakan salah satu komponen TPACK. Menurut Rosyid (2016), seorang guru hendaknya membatasi penggunaan teknologi dalam praktik pembelajaran pada perkembangan siswa selama mereka belajar. Guru harus mulai dengan beberapa teknologi dasar dan kemudian beralih ke teknologi yang lebih populer

## **5. Multimedia Interaktif Articulate Storyline**

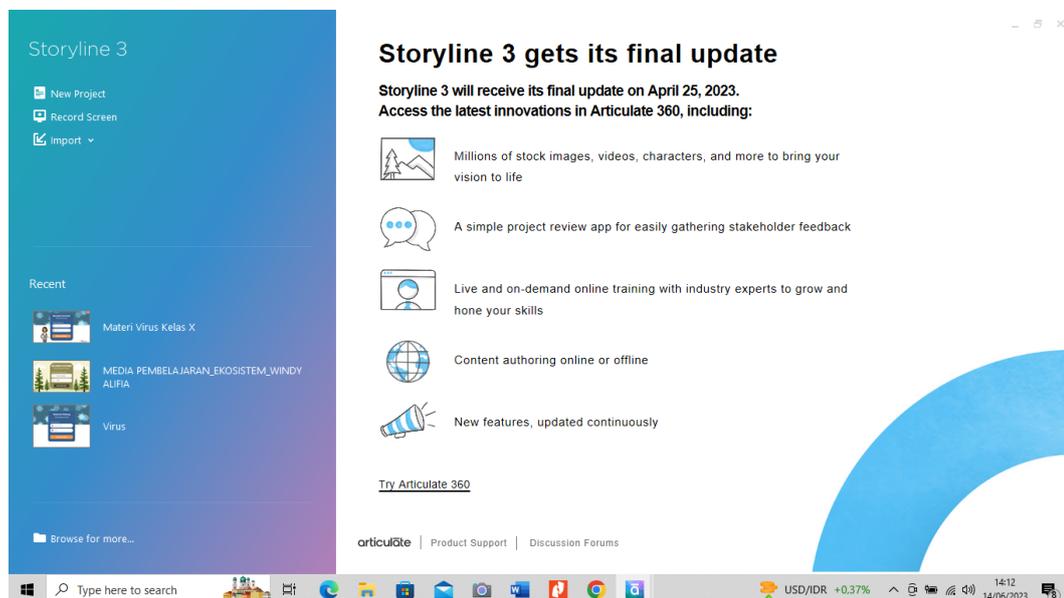
Kemajuan teknologi komputer saat ini telah menghasilkan jaringan yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk terhubung dengan berbagai alat bantu pembelajaran. Setiap orang kini memiliki akses ke informasi dan keahlian di bidang akademik berkat jaringan komputer seperti internet dan web. Penggunaan internet dan web mungkin bermanfaat bagi instruktur serta pengejaran akademik siswa. Guru memiliki kesempatan untuk meneliti informasi dan keahlian dalam mata pelajaran yang mereka ajarkan melalui internet dan web. Guru akan selalu siap memberikan pengetahuan mutakhir kepada anak-anak berkat internet dan web. ini terus-menerus membuka situs penjelajahan di Media khusus dapat digunakan di kelas untuk membantu siswa memahami pesan guru dengan lebih jelas. Itu juga dapat digunakan untuk pembelajaran individu, jika penempatannya sepenuhnya memenuhi kebutuhan pelajar. (Rusman dkk. 2011. hlm.66-67).

Prosedur pembelajaran yang lebih menarik, dinamis, hemat waktu, dan mendorong pembelajaran siswa hanyalah sebagian kecil dari keunggulan multimedia interaktif secara umum. Kegiatan belajar juga dapat dilakukan dimana saja dan kapan saja. (Husein dkk., 2015, hlm 222). Sedangkan tujuan multimedia

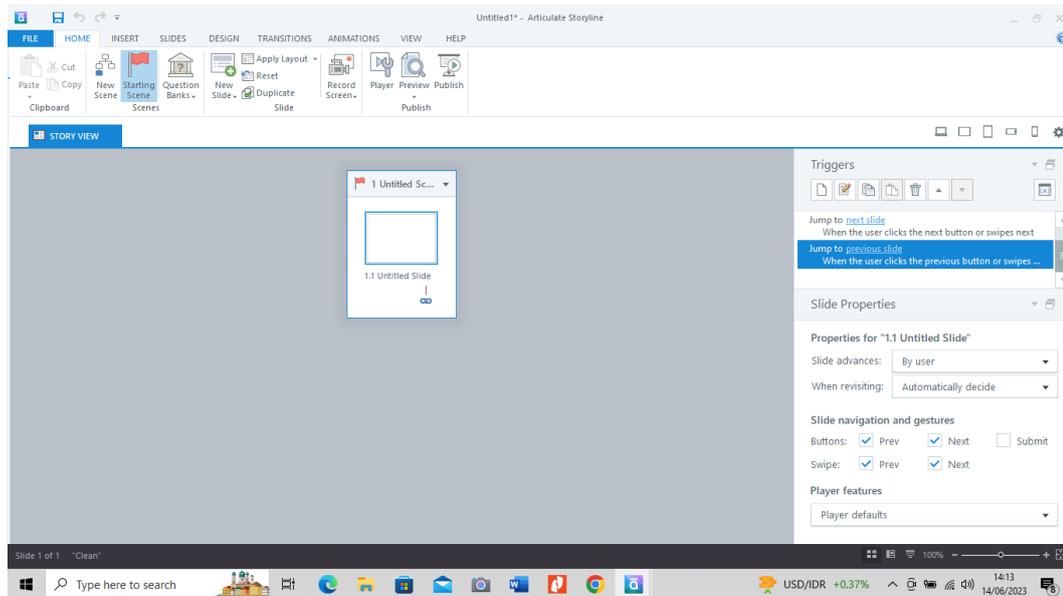
interaktif menurut (Hartati & Safitri, 2017, hlm. 167) yaitu untuk mempermudah dan memperjelas penyajian materi; meningkatkan motivasi peserta didik dalam belajar; mengembangkan kemampuan interaksi peserta didik dengan lingkungan, media belajar, dan sumber belajar lainnya; serta untuk mengatasi keterbatasan waktu, tempat, dan daya indera.

Multimedia interaktif (MMI) dalam pembelajaran, seperti yang telah dilakukan oleh para sarjana sebelumnya Dalam konteks ini, media pembelajaran yang dikembangkan oleh Nurdiani et al. (2019) menerima bahan ajar yang memiliki tampilan bagan, diperjelas dengan teks, grafik bergambar, animasi, dan video, didukung oleh suara narator yang membacakan percakapan dengan lantang, dan menyertakan tombol kontrol yang dioperasikan pengguna. Ini sependapat dengan sudut pandang yang diungkapkan dalam Ritdamaya et al. (2016) tentang pembelajaran melalui multimedia interaktif dan simulasi virtual (Wiyono, 2012).

Salah satu aplikasi yang dapat membantu dalam pembuatan multimedia interaktif adalah *Articulate Storyline 3.0*. *Articulate storyline* merupakan salah satu aplikasi yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran, yang didalamnya dapat menggabungkan teks, audio, video, animasi, dan tombol-tombol interaktif (Indriani dkk., 2021, hlm 28). Berikut adalah tampilan dari aplikasi *articulate storyline 3.0*.



Gambar 2. 2 Tampilan Awal Articulate Storyline 3.0



Gambar 2. 3 Tampilan Awal Articulate Storyline 3.0

*Articulate storyline* memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan aplikasi lainnya seperti *power point*. Kelebihan tersebut diantaranya:

- Pengembangan materi menggunakan *articulate storyline* mudah dilakukan baik yang sudah berpengalaman maupun yang belum berpengalaman
- Fitur-fitur yang disajikan sangat bervariasi mulai dari teks, gambar, audio, video, animasi, tombol interaktif dan lainnya
- Didalam aplikasi *articulate* dapat membuat quiz tanpa menggunakan aplikasi lainnya.
- Dapat membuat media pembelajaran berbasis *game*.

Adapun kelemahan dari *Articulate Storyline 3.0* adalah harga lisensi yang mahal dan tampilan layar media saat diputar tidak bisa *full screen*.

## 6. Tinjauan Materi Bioteknologi

### A. Bioteknologi

Istilah "bioteknologi" berasal dari kata Yunani untuk "kehidupan" dan "teknologi", dan mengacu pada cabang penelitian yang menggunakan konsep biologi. Dalam penggunaan tradisional atau konvensional, istilah "bioteknologi" mengacu pada penerapan teknologi pada kelompok atau bagian organisme hidup untuk mendapatkan komoditas dan jasa dalam skala industri untuk

memenuhi kebutuhan manusia. Sementara itu, seiring kemajuan baru terus terjadi, istilah "bioteknologi" dapat ditegaskan sebagai penerapan prinsip dan rekayasa biologi pada makhluk, sistem, atau proses biologis dengan tujuan meningkatkan potensi organisme dan menghasilkan barang dan jasa. itu untuk keuntungan keberadaan manusia.

## **B. Jenis-jenis Bioteknologi**

Menurut perkembangannya, secara umum bioteknologi dibagi menjadi dua jenis yaitu sebagai berikut:

### **1. Bioteknologi Konvensional (sederhana)**

Istilah "bioteknologi konvensional" mengacu pada penggunaan organisme secara langsung dalam produksi komoditas dan jasa yang bermanfaat bagi manusia. Karena metode dan alat yang digunakan sangat sederhana, bioteknologi ini masih tergolong dasar atau konvensional. Menggunakan mikroorganisme, proses biokimia, dan proses genetik alami semuanya digunakan dalam bioteknologi tradisional. Kalaupun ada rekayasa genetika, itu masih rekayasa genetika sederhana, dan modifikasi genetik selanjutnya tidak dimaksudkan. Rekayasa genetika seringkali hanya dilakukan pada media tumbuh (substrat) dan keadaan lingkungan. Berikut ini adalah keuntungan dan kerugian dari konvensi bioteknologi;

#### **a. Kelebihan**

- 1) Biaya produksi murah
- 2) Teknologi menggunakan peralatan sederhana
- 3) Pengaruh jangka panjang sudah diketahui.

#### **b. Kelemahan**

- 1) Perbaikan genetik tidak terarah
- 2) Memerlukan waktu relatif lama
- 3) Belum ada pengkajian prinsip-prinsip ilmiah
- 4) Hasil tidak dapat diperkirakan sebelumnya
- 5) Tidak dapat mengatasi mengatasi ketidaksesuaian *genetic*
- 6) Reproduksi dalam skala kecil
- 7) Proses relatif belum steril
- 8) Kualitas hasil belum terjamin.

Bioteknologi konvensional dimanfaatkan dalam beberapa bidang:

**a. Bidang Makanan**

Dalam bidang makanan Proses yang dibantu mikroorganisme, misalnya dengan fermentasi, hasilnya antara lain : yoghurt , keju , tempe, roti, kecap, ,cuka, dan sebagainya.

1) Yogurt

Mikroorganisme *Streptococcus thermophilus* atau *Lactobacillus bulgaricus* digunakan dalam produksi yogurt, yang merupakan minuman susu fermentasi. Asam laktat akan dihasilkan sebagai produk sampingan saat laktosa dalam susu dipecah oleh bakteri tersebut. Proses fermentasi memecah protein susu, yang mengakibatkan susu menjadi lebih kental. Ini adalah salah satu efek dari fermentasi. Produk susu akhir akan memiliki rasa asam dan akan sangat kental. Fermentasi dengan asam laktat adalah istilah yang diberikan untuk proses penguraian khusus ini, dan produk akhirnya juga memiliki nama.



*Gambar 2. 4 Yoghurt*

*Sumber: [www.uniwiwied.com](http://www.uniwiwied.com)*

2) Keju

Keju adalah bahan kuliner yang dibuat dengan mengentalkan, atau memecah, komponen susu padat. Mikroorganisme *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* digunakan untuk melakukan prosedur penebalan ini.

Mikroba ini akan membuat enzim yang dikenal sebagai renin, yang akan menyebabkan protein dalam susu menggumpal dan kemudian terpisah menjadi cair dan padat.

Selain itu, gula laktosa yang terdapat pada susu akan diubah oleh enzim renin menjadi asam dan protein penyusun dadih. Dadih ini akan melalui prosedur lebih lanjut, seperti perebusan dan pengemasan, hingga menjadi produk jadi yang dikenal dengan nama keju..



*Gambar 2. 5 Keju*

*Sumber: [www.webkuliah.com](http://www.webkuliah.com)*

### 3) Roti

Memanggang roti juga memanfaatkan proses yang dibantu dengan yeast atau ragi. Adonan yang terbuat dari tepung difermentasi dengan menambahkan ragi, yaitu sejenis jamur yang menyebabkan adonan menjadi lebih dingin. Gas karbon dioksida dan alkohol akan dihasilkan sebagai hasil dari prosedur ini. Rasa dan aroma roti dapat diubah dengan penambahan alkohol, sedangkan pemuai roti disebabkan oleh adanya gas karbon dioksida. Karena gas mengembang saat terkena suhu tinggi, adonan akan terlihat lebih lapang dan lebih besar setelah dipanaskan di dalam oven.



*Gambar 2. 6 Roti*

*Sumber: [www.lifestyle.okezone.com](http://www.lifestyle.okezone.com)*

#### 4) Kecap

Fermentasi kedelai menjadi kecap adalah contoh bioteknologi dalam tindakan. Jamur *Aspergillus goesii* akan dimanfaatkan dalam proses fermentasi kedelai. Setelah itu dikeringkan kemudian direndam dalam larutan garam selama beberapa waktu. Prosedur merendam kedelai dalam larutan garam untuk membuat kecap disebut sebagai "penghentian garam", dan merupakan salah satu langkah dalam produksi kecap. Protein akan dipecah oleh jamur *Aspergillus goii* menjadi asam amino yang merupakan komponen perasa dan juga memberikan asam dan aroma yang khas.



*Gambar 2. 7 Kecap*

*Sumber: [www.seriousseats.com](http://www.seriousseats.com)*

## 5) Tempe

Tempe adalah masakan khas Indonesia yang sering dimakan dan dianggap sebagai salah satu makanan paling populer di tanah air. Teknik pembuatan tempe dengan menggunakan air dingin sebagai bahannya. Pada benih kedelai ditumbuhkan jamur *Rhizopus oryzae* dan *Rhizopus oligosporus* untuk melakukan proses fermentasi. Hifa adalah filamen yang akan dihasilkan oleh jamur. Karena adanya benang-benang tersebut maka biji kedelai mampu menyambung satu sama lain dan membentuk struktur yang rapat.



*Gambar 2. 8 Tempe*

*Sumber: www.minews.id*

### **b. Bidang Pertanian**

Di bidang pertanian, bioteknologi memberi andil dalam usaha pemenuhan kebutuhan makanan. Bioteknologi konvensional dalam bidang pertanian diantaranya adalah:

#### 1) Kultur Jaringan

Proses menciptakan manusia baru dari jaringan hidup yang memiliki sifat yang sama dengan induknya dikenal sebagai kultur jaringan. Berdasarkan teori sel Schleiden dan Schwann yang menyatakan bahwa sel tumbuhan bersifat totipoten, telah dilakukan kultur jaringan tumbuhan. Totipotensi adalah kemampuan setiap sel tumbuhan (dari mana sel itu diperoleh) untuk berkembang menjadi tumbuhan yang sempurna bila diberi kondisi yang tepat. Penggunaan jaringan meristem akan meningkatkan keberhasilan kultur jaringan.

## 2) Pembastaran

Pemuliaan, juga dikenal sebagai persilangan, adalah ketika dua tanaman individu dari jenis yang sama tetapi dengan variasi yang berbeda disatukan untuk menghasilkan spesies baru. Memproduksi jenis tanaman pangan unggul dengan proses penyaringan merupakan cara tercepat, hemat biaya, dan termudah. Padi varietas X yang memiliki hasil gabah tinggi dan tidak cepat layu disilangkan dengan padi varietas Y yang tahan hama dan masa panen lebih singkat. Hasilnya adalah padi varietas Z yang memiliki produksi gabah tinggi dan tidak cepat layu. Sebagai hasil dari penyatuan ini, varietas padi baru dapat dikembangkan yang memiliki semua kualitas yang diinginkan dari kedua varietas induk, termasuk produksi gabah yang tinggi, ketahanan terhadap hama, ketahanan rebah, dan umur panen yang pendek.

## 3) Hidroponik

Metode pertanian yang dikenal sebagai hidroponik melibatkan menanam tanaman di bahan selain tanah. Ini juga mencakup budidaya tanaman dalam pot atau wadah lain yang menggunakan air atau bahan berpori, seperti pecahan genteng, pasir sungai, batu, kerikil, spons, sabut kelapa, arang kayu, dan bahan sejenis lainnya.

### c. Bidang Industri

Teknik ini merupakan salah satu cara untuk mengubah sampah yang sudah mengandung senyawa berbahaya (logam berat) menjadi sampah yang tidak terlalu berbahaya. *Xanthomonas campestris* dan *Pseudomonas foetida* adalah dua contoh jenis bakteri yang mungkin menyebabkan hal ini., digunakan dalam bioremediasi. Caranya dengan menyebarkan kuman ke dalam limbah pabrik yang terkontaminasi.

### d. Bidang Pengobatan

Dalam bidang kedokteran misalnya, vaksin yang dibuat dari mikroorganisme yang toksinnya telah dihancurkan dan antibiotik penisilin yang digunakan untuk terapi, yang diekstraksi dari bakteri dan jamur, efektif untuk meningkatkan kekebalan tubuh.

### **e. Bidang Peternakan**

Di lapangan, misalnya, sapi yang telah dipilih manusia untuk menghasilkan susu dengan kandungan krim yang lebih tinggi dan domba Ankon yang berkaki pendek dan hewan bengkok karena mutasi alami.

## **2. Bioteknologi Modern**

Karena bioteknologi modern memainkan peran penting dalam bidang kedokteran, pengaruhnya hanya akan tumbuh setelah penyelidikan lebih lanjut dan penerapan standar etika. Bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern di bidang kedokteran hampir identik. Namun, hasil yang diperoleh melalui penggunaan bioteknologi modern di bidang medis secara signifikan lebih baik dan lebih dapat diandalkan. Hal ini karena bioteknologi modern dibantu oleh alat-alat lain yang berteknologi maju, seperti produksi antibodi monoklonal, vaksin, antibiotik, dan hormon.

Mikrobiologi, biokimia, genetika, biologi sel, teknik kimia, dan enzim adalah contoh ilmu pendukung yang dimanfaatkan dalam bioteknologi. Saat ini, bioteknologi digunakan tidak hanya dalam studi mikroba, tetapi juga dalam studi tanaman dan hewan. Penggunaan agen biologis, pelaksanaan prosedur tertentu, pembuatan produk turunan, dan integrasi berbagai bidang ilmiah adalah empat prinsip dasar bioteknologi. Peluang dan tantangan yang dihadirkan oleh bioteknologi kontemporer, antara lain:

### **a. Kelebihan**

- 1) Hasil dapat diperhitungkan
- 2) Dapat mengatasi kendala ketidaksesuaian genetik
- 3) Perbaikan genetic dapat dilakukan secara terarah
- 4) Menghasilkan individu yang memiliki sifat baru (tidak sama) dengan sifat alaminya.

### **b. Kelemahan**

- 1) Biaya produksi relative mahal
- 2) Menjadikan jenis tanaman mono kultur
- 3) Menyebabkan degradasi gen jenis lokal
- 4) Memerlukan teknologi canggih

5) Pengaruh jangka panjang belum diketahui.

Karena pengolahan dilakukan tidak hanya pada kondisi lingkungan dan media tanam, tetapi juga pada susunan gen dalam kromosom makhluk hidup, maka bioteknologi modern sangat erat kaitannya dengan rekayasa genetika. Hal ini disebabkan karena bioteknologi modern mengolah baik keadaan lingkungan maupun media tumbuhnya. Namun, tidak semua aplikasi bioteknologi kontemporer memanfaatkan metode rekayasa genetika. Contoh dari metode ini termasuk kultur jaringan dan kloning. Karena sifat kompleks dari instrumen yang digunakan dalam proses kultur jaringan dan kloning, kedua jenis bioteknologi ini dianggap sebagai contoh bioteknologi kontemporer. Tujuan dari rekayasa genetika adalah untuk menciptakan makhluk transgenik, yang didefinisikan sebagai organisme di mana gen yang ditemukan dalam kromosomnya telah dimodifikasi untuk memberikan kualitas yang diinginkan pada keturunannya. Oleh karena itu masuk akal untuk menegaskan bahwa hasil rekayasa genetika lebih terarah dan dapat diantisipasi sebelumnya.

Memanfaatkan metode rekayasa genetika memungkinkan penggunaan bioteknologi modern dalam industri produksi pangan. Proses mengekstraksi gen untuk menghasilkan produk baru melalui produksi DNA baru dikenal sebagai rekayasa genetika. Dalam proses memanipulasi materi genetik, gen tertentu dapat ditambahkan, dihilangkan, atau diganti. Organisme transgenik diproduksi sebagai hasil modifikasi genetik di beberapa titik dalam proses. Berikut adalah beberapa contoh yang diambil dari bioteknologi kontemporer:

**a. Tanaman Transgenik**

Tanaman transgenik adalah tanaman yang informasi genetiknya telah berubah selama perkembangannya. Tanaman ini berfungsi sebagai alternatif tanaman yang tahan hama, memungkinkan produksi tanaman yang luas. Selain itu tanaman dapat dimodifikasi sedemikian rupa sehingga dapat memusnahkan hama yang menyerangnya.



*Gambar 2. 9 Tanaman Transgenik*

*Sumber: [www.sindonews.com](http://www.sindonews.com)*

Untuk membuat suatu tanaman transgenik, dilakukan beberapa tahapan:

- 1) Langkah pertama adalah menemukan atau mencari gen yang bila diaktifkan akan menghasilkan produksi karakteristik tertentu (karakteristik yang diinginkan).
- 2) Gen yang diinginkan dapat diperoleh dari organisme lain, termasuk tumbuhan, hewan, jamur atau bakteri.
- 3) Selama tahap kloning gen, DNA asing akan dimasukkan ke dalam vektor kloning, yang merupakan agen pembawa DNA seperti plasmid (DNA yang digunakan untuk transfer gen).
- 4) Mengikuti langkah 3, vektor kloning akan dipindahkan ke dalam bakteri sehingga DNA dapat direplikasi bersamaan dengan pertumbuhan bakteri.
- 5) Jika gen yang diinginkan telah direplikasi dalam jumlah yang cukup, maka gen asing tersebut akan ditransmisikan ke sel tanaman dari area tertentu pada tanaman, salah satunya daun. Proses ini akan berlanjut sampai semua sel tanaman memiliki gen asing.
- 6) Ada beberapa cara transfer gen yang dapat dilakukan, yang paling menonjol adalah teknik senjata gen, metode transformasi DNA yang dimediasi oleh bakteri *Agrobacterium tumefaciens*, dan elektroporasi, yaitu metode transfer DNA dengan penggunaan listrik..

Tiga jenis ciri yang lebih baik, antara lain tahan serangga, tahan herbisida, dan buah yang tidak mudah busuk, telah dihasilkan oleh sejumlah tanaman transgenik.

#### **b. Hewan Transgenik**

Ada hewan transgenik selain tanaman transgenik. Hewan transgenik pada awalnya digunakan sebagai subjek uji oleh para ilmuwan untuk mengidentifikasi banyak penyakit yang menyerang berbagai hewan dan mengembangkan pengobatan untuk mereka. Pada tahap selanjutnya, penggunaan rekayasa genetika pada hewan dimaksudkan untuk menciptakan ternak yang menghasilkan susu dan daging berkualitas tinggi, ikan yang cepat tumbuh dan mengandung vitamin tertentu, dan seterusnya.



*Gambar 2. 10 Glow Fish*

*Sumber: [www.trustbb.info](http://www.trustbb.info)*

### **3. Teknik Yang Digunakan Dalam Bioteknologi Modern**

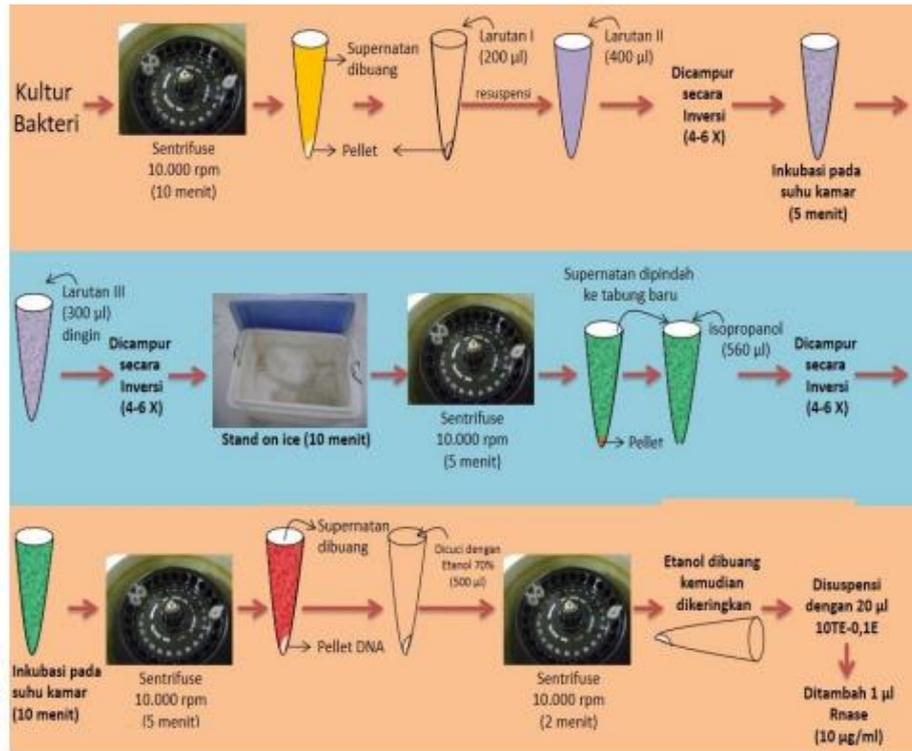
Teknik DNA rekombinan, atau metode untuk mengubah struktur DNA suatu organisme dengan memasukkan gen asing ke dalamnya, telah digunakan secara luas dalam bioteknologi modern untuk memberi organisme kemampuan baru yang sebelumnya tidak mereka miliki. Bioteknologi konvensional mengandalkan reaksi cepat untuk menghasilkan suatu produk. Produk transgenik dibuat menggunakan metode ini. Penciptaan DNA rekombinan memerlukan:

### **a. Isolasi DNA**

Dilakukan untuk menyeleksi DNA yang dikehendaki. Langkah-langkah proses isolasi DNA, berikut:

- 1) Isolasi jaringan Hal pertama yang harus dilakukan adalah memutus jaringan yang akan digunakan.
- 2) Selaput sel dan dinding sel yang tidak aktif Homogenisasi, sentrifugasi dengan kecepatan lebih dari 1000 rpm, menggunakan larutan pelisis sel, atau ekstraksi buffer adalah semua metode yang dapat digunakan untuk menyingkirkan dinding dan membran sel yang tergeletak. Karena substansi gen target terletak di inti sel, diperlukan lisis nukleus. Larutan lisis sel ini bertujuan untuk melisiskan sel yang tidak memiliki DNA agar memudahkan isolasi atau pemisahan sel yang mengandung inti sel dari komponen sel lain yang tidak berfungsi.
- 3) Ekstraksi dengan menggunakan larutan Supernatan yang dihasilkan dibuang, dan larutan tersebut kemudian diekstraksi untuk mengekstrak apa pun yang ingin diekstraksi.
- 4) Pemurnian Produk dari proses ekstraksi dan senyawa lain yang ada dibersihkan pada tahap ini. Untuk memaksimalkan efisiensi fungsi enzim, larutan yang disediakan diinkubasi pada 650 derajat Celcius selama sepuluh menit sementara RNase hadir. Dimasukkannya RNase sangat membantu untuk menghilangkan kontaminasi RNA sehingga DNA yang tidak rusak dapat dipisahkan. Ini dicapai melalui proses pencernaan RNA.
- 5) Pengendapan Tujuan dari metode ini adalah untuk mengendapkan protein histon sehingga untaian DNA tidak lagi menggulung dan menempel pada protein histon. Ini akan memungkinkan untuk melihat DNA. Pada tahap ini, larutan pengendapan ditambahkan setetes demi setetes, kemudian campuran tersebut divortex untuk memastikan bahwa larutan tersebut benar-benar seragam.

Asam asetat, komponen presipitasi protein, berikatan dengan protein dan menciptakan molekul baru dengan kelarutan yang berkurang, yang menyebabkan endapan protein. Kemudian, larutan disentrifugasi untuk memisahkan komponen sesuai dengan berat molekulnya; komponen yang lebih berat ditemukan di bagian bawah, dan komponen yang lebih ringan ditemukan di bagian atas. Berikut adalah ilustrasi proses isolasi DNA.

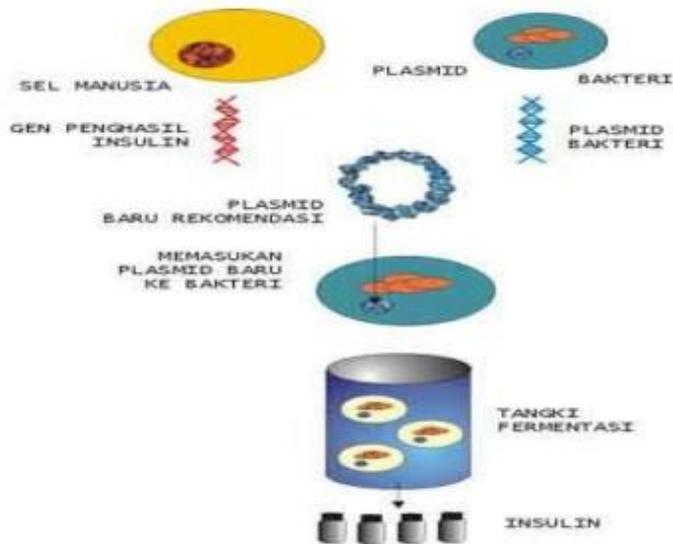


Gambar 2. 11 Teknik Isolasi DNA

Sumber: [www.biofilimu.wordpress.com](http://www.biofilimu.wordpress.com)

## b. Transplantasi Gen atau DNA

Enzim ligase digunakan dalam proses transplantasi gen, yang melibatkan penyisipan gen yang sebelumnya diekstraksi ke dalam DNA vektor plasmid. Enzim ligase memiliki kemampuan untuk menghubungkan ujung-ujung nukleotida, dan hasil dari proses penggabungan ini disebut DNA rekombinan. DNA rekombinan terdiri dari DNA vektor dari percobaan awal dan DNA asing yang diinginkan. Proses pemisahan gen diilustrasikan pada gambar berikut.

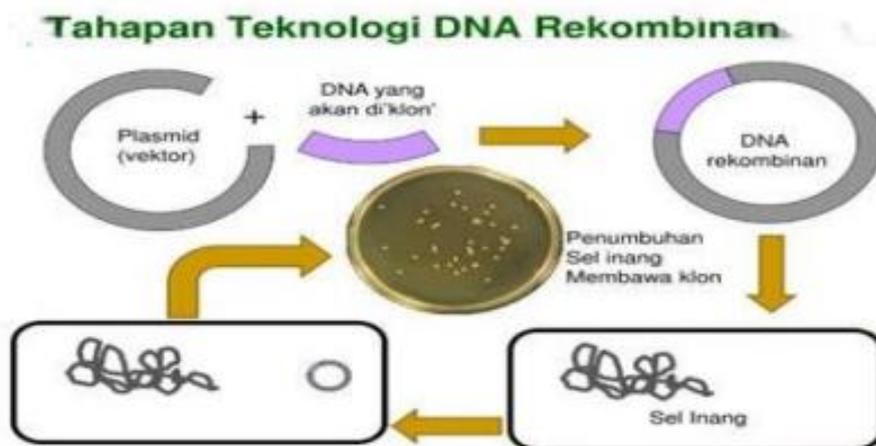


Gambar 2. 12 Proses transplantasi Gen

Sumber: [www.biologigonz.blogspot.com](http://www.biologigonz.blogspot.com)

**c. Memasukkan DNA Rekombinan Ke Dalam Sel Hidup**

Memasukkan DNA rekombinan ke dalam sel hidup sebagai teknik penelitian. Pemanasan dalam larutan NaCl atau elektroporasi adalah dua metode yang dapat digunakan untuk memasukkan DNA rekombinan ke dalam vektor sel yang bersifat bakteri atau virus. Untuk mendapatkan sejumlah besar DNA rekombinan, sel bakteri atau virus harus berkembang biak terlebih dahulu dengan membelah diri. Rekombinasi gen terlihat pada gambar yang dapat ditemukan di bawah.



*Gambar 2. 13 Tahapan Tehnologi DNA Rekombinan*

*Sumber: [www.slideplayer.info](http://www.slideplayer.info)*

Dalam bioteknologi kontemporer, teknik rekayasa genetika diterapkan. Namun, selain teknik-teknik tersebut, ada pendekatan tambahan yang jika digabungkan dapat menghasilkan barang yang unggul. Teknik-teknik ini termasuk yang berikut:

**1. Kultur Jaringan**

Totipotensi tanaman memberikan dasar untuk kultur jaringan, yang merupakan metode buatan untuk pertumbuhan vegetatif jaringan tanaman. Ide dasar di balik kultur jaringan adalah mengolah berbagai jenis jaringan dan sel tanaman dalam media buatan di lingkungan yang steril. Ketika diletakkan di lingkungan yang kondusif untuk perkembangannya, diteorikan bahwa setiap sel tumbuhan memiliki potensi untuk melahirkan makhluk hidup baru. Semua orang baru yang muncul memiliki kualitas yang sama dengan orang tua mereka saat pertama kali dibentuk. Komponen tanaman yang berkembang dalam media kultur disebut sebagai eksplan. Media agar adalah jenis media yang paling sering digunakan, dan berbagai nutrisi, vitamin, dan hormon pertumbuhan ditambahkan ke dalamnya.

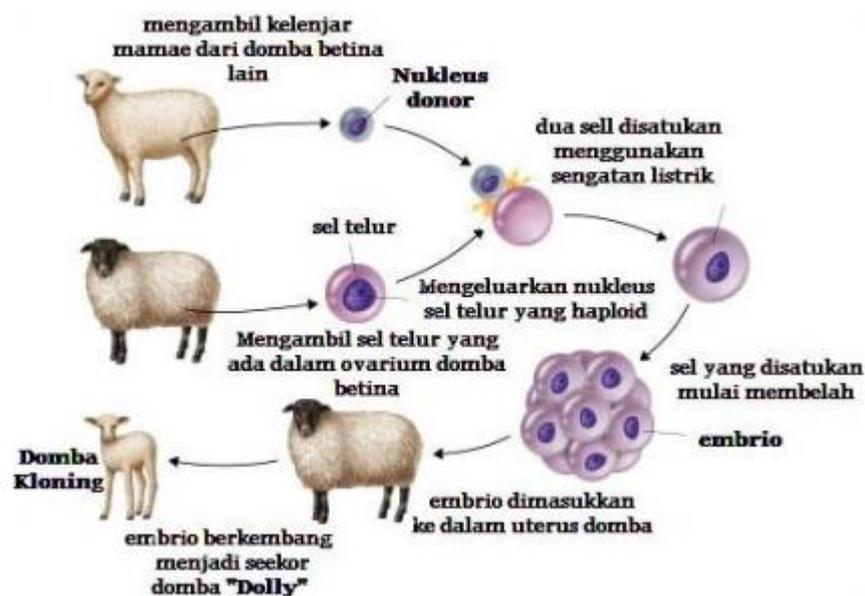
Kultur jaringan tanaman merupakan bagian penting dari bidang bioteknologi merawat tanaman. Kultur jaringan tanaman merupakan salah satu proses kloning tanaman. Klon tumbuhan adalah populasi tumbuhan yang terbentuk dari induk tunggal melalui proses reproduksi aseksual. Rekayasa Sekuens Genetik Kultur jaringan tanaman, juga dikenal sebagai perbanyakan mikro, adalah metode perbanyakan tanaman secara vegetatif yang melibatkan manipulasi jaringan somatik tanaman (jaringan tubuh) dalam kultur aseptik (yang bebas dari kuman) yang dipelihara dalam lingkungan yang tenang. pengaturan. Produksi kultur jaringan tanaman utuh dapat dilakukan dengan menggunakan eksplan, yang didefinisikan sebagai potongan atau bagian dari akar, batang, atau daun yang masih hidup.

Karena sifat totipotennya, eksplan memiliki kemampuan untuk membuat tanaman lengkap, juga dikenal sebagai planlet. Kapasitas sel tanaman individu untuk matang menjadi tanaman dewasa disebut sebagai totipotensi pada tanaman.

Dengan kata lain, semua sel yang belum matang pada tumbuhan yang masih membelah secara aktif dianggap sebagai sel totipoten. Ini termasuk terminal akar dan batang, serta meristem sekunder (kambium). Sepotong jaringan tanaman disebut sebagai kalus ketika ditempatkan dalam media kultur yang sesuai dengan jumlah sel yang terbatas dan kemudian dibiarkan berkembang menjadi massa sel yang belum berdiferensiasi. Kultur sedang membutuhkan gula, garam anorganik, nitrogen organik, dan unsur mikro. Selain itu, hormon pertumbuhan seperti auksin dan sitokinin ditempatkan di media untuk merangsang pertumbuhan. Komponen spesifik media kultur ditentukan oleh jenis tanaman yang akan dikloning.

## 2. Klonning

Produksi orang-orang yang secara genetik identik dengan orang tua mereka dapat dilakukan dengan menggunakan kloning, transplantasi, atau pencangkakan nuklir. Prosedur kloning melibatkan penyisipan inti sel donor ke dalam sel telur yang telah dihilangkan inti selnya. Ini memungkinkan sel telur berkembang menjadi organisme baru. Setelah itu, sengatan listrik atau zat kimia diberikan pada sel telur untuk mempercepat pembelahan sel. Ketika embrio kloning telah berkembang ke titik di mana ia dapat ditanam dengan sukses, hal itu dilakukan di dalam rahim betina yang berbeda dari spesies yang sama. Setelah itu, hewan tersebut akan ditanamkan embrio di tubuhnya dan akan melahirkan keturunan hasil kloning.

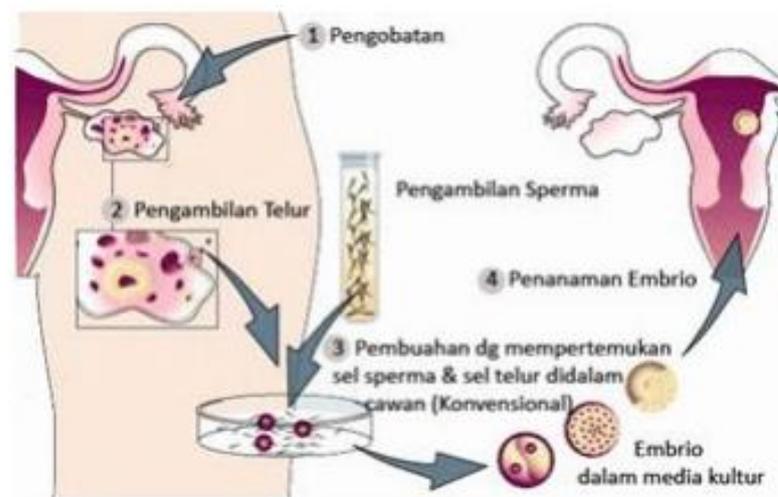


Gambar 2. 14 Proses Kloning Hewan

Sumber: [www.bioedu.id](http://www.bioedu.id)

### 3. Teknik Bayi Tabung

Teknologi fertilisasi in vitro (IVF) dikembangkan untuk membantu pasangan suami istri yang kesulitan memiliki anak. Hal ini disebabkan oleh berbagai kondisi yang mungkin dihadapi baik oleh suami maupun wanita yang tidak memungkinkan terjadinya pembuahan, seperti saluran tuba yang tersumbat. IVF, juga dikenal sebagai fertilisasi in vitro, adalah proses di mana pembuahan terjadi di luar tubuh ibu. Sel telur yang telah dibuahi akan berkembang menjadi embrio. Selain itu, embrio ditempatkan di dalam rahim wanita yang sel telurnya diambil dan digunakan dalam proses fertilisasi in vitro (IVF). Embrio berkembang menjadi manusia utuh yang siap memasuki dunia. Prosedur yang dijelaskan di bawah ini adalah ilustrasi dari metode IVF yang sedang berjalan.



Gambar 2. 15 Proses Tehnik Bayi Tabung

Sumber: <https://nakita.grid.id>

### 4. Fusi Protoplasma

Proses penggabungan dua sel dari jenis jaringan yang berbeda untuk menghasilkan sel hibrid yang memiliki karakteristik dari kedua sel aslinya dikenal dengan teknologi hibridoma dan disebut juga dengan nama protoplasmic fusion. Di hadapan medan listrik, fusi sel akan terjadi. Memanfaatkan metode ini memungkinkan produksi produk transgenik. Metode fusi ptoplasma dapat dipecah menjadi langkah-langkah berikut:

- 1) mempelajari protoplasma yang terdapat pada tumbuhan.

- 2) Penghapusan dinding sel tumbuhan dan pemisahan protoplasma selanjutnya.
- 3) Tentukan apakah protoplasma yang dikumpulkan memiliki aktivitas hidup yang layak atau tidak.
- 4) Menjalani proses fusi protoplasma ketika di hadapan medan listrik.
- 5) Memilih hasil fusi protoplasma.
- 6) Budidaya efek yang diinginkan dari fusi protoplasma.

Produksi hibridoma, juga dikenal sebagai sel hibrid, melibatkan penyatuan protoplasma pada sel hewan atau manusia. Misalnya hasil penyatuan sel yang mampu menghasilkan antibodi (sel limfosit B) dengan sel yang bersifat kanker (sel meloma). Namun, selain bisa membelah selamanya seperti sel kanker, sel hibridoma yang dihasilkan juga bisa membuat sel antibodi seperti limfosit B. Karena setiap sel hibridoma menghasilkan antibodi yang unik, hibridoma yang dihasilkan harus disaring dan dipilih sebelum dapat digunakan dalam aplikasi selanjutnya. Grafik berikut adalah ilustrasi proses fusi protoplasma.

#### **5. Mikroorganisme Sebagai Pembasmi Hama Tanaman**

Banyak bakteri adalah parasit yang hanya mempengaruhi satu jenis makhluk dan tidak membahayakan atau berinteraksi dengan spesies lain. Bakteri tersebut dapat digunakan dalam bioteknologi, juga dikenal sebagai pengendalian biologis, untuk pengendalian hama. *Pseudomonas* adalah nenek moyang bakteri minum, yang merupakan bakteri buatan. Mikroba ini dapat mencegah pembentukan es musim dingin.

Ilustrasi lain adalah penggunaan bakteri patogen *Bacillus thuringiensis* terhadap ulat hama tanaman. Pengembangan bakteri menawarkan sejumlah manfaat. Penggunaan *Bacillus thuringiensis* untuk membasmi ulat hama tidak berdampak buruk bagi lingkungan dan tidak meninggalkan jejak. Menghambat reproduksi hewan hama merupakan strategi lain untuk mengendalikan hama tanaman. Penyemprotan feromon serangga di tanah pertanian adalah rahasianya. Hewan melepaskan molekul yang disebut feromon.

#### **6. Peran Mikroorganisme dalam Mengatasi Pencemaran**

Pencemaran lingkungan merupakan salah satu dampak dari pertumbuhan penduduk dan kemajuan teknologi. Sebenarnya, dunia di sekitar kita masih