

## RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (1)

SMPN 21 SEMARANG	Mata Pelajaran	Kelas/Semester	Alokasi Waktu	
	Ilmu Pengetahuan Alam	IX/2 (dua)	2 JP	
Tujuan Pembelajaran	KD 3.7		KD 4.7	
	3.7 Memahami konsep bioteknologi dan perannya dalam kehidupan manusia.		4.7 Membuat salah satu produk bioteknologi konvensional yang ada di lingkungan sekitar.	
	IPK 3		IPK 4	
	3.7.1 Menjelaskan prinsip dasar bioteknologi. 3.7.2 Menjelaskan perbedaan prinsip dasar pengembangan bioteknologi konvensional dan modern. 3.7.3 Mengidentifikasi penerapan bioteknologi dalam berbagai bidang. 3.7.4 Mengidentifikasi sumber-sumber agen bioteknologi dan produk yang dihasilkan. 3.7.5 Menjelaskan prinsip rekayasa genetika dan hasil produknya. 3.7.6 Menjelaskan keuntungan dan kerugian dari penerapan bioteknologi dalam berbagai bidang. 3.7.7 Menganalisis perbedaan kandungan gizi bahan baku bioteknologi dengan produk bioteknologi. 3.7.8 Menemukan solusi dalam mengatasi pencemaran lingkungan dengan menerapkan prinsip bioteknologi.		4.7.1 Menerapkan prinsip bioteknologi dalam pembuatan salah satu produk bioteknologi konvensional.	
	Tujuan Pembelajaran : Melalui Pembelajaran model PjBL peserta didik dapat mendata, mengidentifikasi, menjelaskan prinsip dasar bioteknologi, perkembangan bioteknologi, penerapan bioteknologi di berbagai bidang serta menjelaskan prinsip rekayasa genetika dan menemukan solusi dalam pencemaran lingkungan dan membuat produk bioteknologi sederhana yang menuntun <i>peserta didik untuk berperilaku jujur, terhadap data dan fakta, mandiri dan kreatif dalam observasi, berperilaku kritis dalam mengajukan pertanyaan dan argumentasi. ( Profil Pelajar Pancasila )</i> Tujuan Pembelajaran Inklusi : Melalui Pembelajaran model PjBL peserta didik dapat mendata, mengidentifikasi, menjelaskan prinsip dasar bioteknologi, perkembangan bioteknologi, penerapan bioteknologi di berbagai bidang serta menjelaskan prinsip rekayasa genetika dan menemukan solusi dalam pencemaran lingkungan dan membuat produk bioteknologi sederhana yang menuntun <i>peserta didik untuk berperilaku jujur, terhadap data dan fakta, mandiri dan kreatif dalam observasi, berperilaku kritis dalam mengajukan pertanyaan dan argumentasi. ( Profil Pelajar Pancasila )</i>			
<b>Materi Pembelajaran</b>	Bioteknologi dan Perkembangan Bioteknologi			
Model, Produk, Deskripsi	Langkah Pembelajaran		PP Pancasila, Literasi, 4C, HOTS	Waktu
<b>Model:</b> PjBL  <b>Produk:</b> Video, foto dan laporan hasil pengamatan siswa	<b>Pendahuluan:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru memberikan salam pembuka, meminta salah satu siswa untuk memimpin doa. ( <i>Profil pelajar Pancasila</i> )</li> <li>• Guru memberikan apersepsi tentang produk bioteknologi di sekitar kita dan pemanfaatan bioteknologi di kehidupan</li> </ul>		<i>Religius dan kemandirian ( Profil pelajar Pancasila )</i>	



Drs S. Agung Nugroho, M.M.  
NIP 196810111993031005

Drs. S. Agung Nugroho, M.M.  
NIP 196810111993031005

## RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (2)

SMPN 21 SEMARANG	Mata Pelajaran	Kelas/Semester	Alokasi Waktu	
	Ilmu Pengetahuan Alam	IX/2 (dua)	2 JP	
Tujuan Pembelajaran	KD 3.7		KD 4.7	
	3.7 Memahami konsep bioteknologi dan perannya dalam kehidupan manusia.		4.7 Membuat salah satu produk bioteknologi konvensional yang ada di lingkungan sekitar.	
	IPK 3		IPK 4	
	3.7.1 Menjelaskan prinsip dasar bioteknologi. 3.7.2 Menjelaskan perbedaan prinsip dasar pengembangan bioteknologi konvensional dan modern. 3.7.3 Mengidentifikasi penerapan bioteknologi dalam berbagai bidang. 3.7.4 Mengidentifikasi sumber-sumber agen bioteknologi dan produk yang dihasilkan. 3.7.5 Menjelaskan prinsip rekayasa genetika dan hasil produknya. 3.7.6 Menjelaskan keuntungan dan kerugian dari penerapan bioteknologi dalam berbagai bidang. 3.7.7 Menganalisis perbedaan kandungan gizi bahan baku bioteknologi dengan produk bioteknologi. 3.7.8 Menemukan solusi dalam mengatasi pencemaran lingkungan dengan menerapkan prinsip bioteknologi.		4.7.1 Menerapkan prinsip bioteknologi dalam pembuatan salah satu produk bioteknologi konvensional.	
<p>Tujuan Pembelajaran :</p> <p>Melalui Pembelajaran model PjBL peserta didik dapat mendata, mengidentifikasi, menjelaskan prinsip dasar bioteknologi, perkembangan bioteknologi, penerapan bioteknologi di berbagai bidang serta menjelaskan prinsip rekayasa genetika dan menemukan solusi dalam pencemaran lingkungan dan membuat produk bioteknologi sederhana yang menuntun peserta didik untuk berperilaku jujur, terhadap data dan fakta, mandiri dan kreatif dalam observasi, berperilaku kritis dalam mengajukan pertanyaan dan argumentasi.</p> <p><b>Tujuan Pembelajaran Inklusi :</b></p> <p>Melalui Pembelajaran model PjBL peserta didik dapat mendata, mengidentifikasi, menjelaskan prinsip dasar bioteknologi, perkembangan bioteknologi, penerapan bioteknologi di berbagai bidang serta menjelaskan prinsip rekayasa genetika dan menemukan solusi dalam pencemaran lingkungan dan membuat produk bioteknologi sederhana yang menuntun <i>peserta didik untuk berperilaku jujur, terhadap data dan fakta, mandiri dan kreatif dalam observasi, berperilaku kritis dalam mengajukan pertanyaan dan argumentasi. ( Profil Pelajar Pancasila )</i></p>				
Materi Pembelajaran	Bioteknologi Pangan			
Model, Produk, Deskripsi	Langkah Pembelajaran		PP Pancasila, Literasi, 4C, HOTS	Waktu
<b>Model:</b>  PBL  <b>Produk:</b>	<b>Pendahuluan:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Guru memberikan salam pembuka, meminta salah satu siswa untuk memimpin doa. (<i>Profil pelajar Pancasila</i>)</li> </ul>		<i>Religius dan kemandirian (</i>	

<p>Video, foto dan laporan hasil pengamatan siswa</p> <p><b>Deskripsi:</b></p> <p>Secara kolaboratif merusmukan ide atau saran untuk mengatasi dampak teknologi yang tidak ramah lingkungan</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru memberikan apersepsi tentang bioteknologi di bidang pangan “Bioteknologi di bidang pangan telah berkembang dengan sangat pesat, menurut kalian apakah produk bioteknologi yang ada sekarang ini aman untuk dikonsumsi?” “ Adakah cara untuk mengetahui bahwa produk bioteknologi pangan yang ada aman dan boleh dimanfaatkan untuk pemenuhan kebutuhan manusia ?”</li> <li>Guru mengingatkan kembali tentang prinsip dasar bioteknologi tradisional dan modern.</li> <li>Guru menyampaikan manfaat dari materi pelajaran yang dipelajari hari ini.</li> <li>Guru menanyakan kepada peserta didik tentang kesiapan mereka untuk membuat produk bioteknologi pangan yang telah dirancang.</li> </ul>	<p><i>Profil Pelajar Pancasila )</i></p> <p>Kritis dan komunikatif C4</p> <p>Kritis, komunikatif, problem solving, C4 literasi</p>	
<p><b>Alat, Bahan, dan Media sumber belajar</b></p> <p><b>Buku :</b></p> <p>Buku siswa Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Buku Siswa <i>Ilmu Pengetahuan Alam SMP/MTs Kelas IX</i>. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2017.</p>	<p><b>Inti:</b></p> <p><b>Fase 4</b> Memonitoring keaktifan dan perkembangan proyek</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Guru meminta setiap kelompok untuk menuliskan alat dan bahan yang digunakan beserta rincian biayanya.</li> <li>Peserta didik menyiapkan sendiri alat dan bahan sesuai dengan keperluannya</li> <li>Peserta didik melaksanakan proyek membuat produk bioteknologi pangan secara mandiri</li> <li>Peserta didik mendokumentasikan seluruh proses pembuatan dan uji coba alat maupun bahan yang telah dibuat.</li> <li>Selama penyelesaian proyek, guru memonitor aktivitas yang penting dari peserta didik, menanyakan masalah-masalah yang ditemui pada saat membuat produk yang diminta</li> <li>Guru juga melakukan observasi terhadap apa yang dipraktikkan peserta didik sesuai dengan lembar pengamatan</li> <li>Guru memonitor perkembangan proyek peserta didik dan memberikan masukan tentang alat yang dibuat oleh kelompok siswa</li> <li>Peserta didik menghitung biaya pembuatan produk dan melaksanakan proyek di luar jam sekolah.</li> </ul> <p><b>Penutup:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Guru merefleksi hasil kegiatan pembelajaran</li> <li>Guru menginformasikan kegiatan pembelajaran berikutnya</li> </ul>	<p>Kritis, komunikatif, kolaboratif, C4</p> <p>problem solving, literasi, integritas disiplin ( <i>Profil pelajar Pancasila )</i></p> <p>Kritis, kreatif, kolaboratif, komunikatif, C4 literasi</p>	
<p><b>Penilaian :</b> Tes tulis (berupa pilihan ganda dan uraian) dan tes kinerja</p>			
<p><b>Remedial:</b> Penugasan tentang proyek pembuatan tape dari berbagai bahan</p>			
<p><b>Pengayaan :</b> kolaborasi mandiri mencari jenis tape maupun produk bioteknologi lain yang bisa dikonsumsi masyarakat</p>			

Mengetahui,  
Kepala SMPN 21 Semarang

Drs S. Agung Nugroho, M.M.  
NIP 196810111993031005

Semarang, Oktober 2021  
Guru Mata Pelajaran

Drs. S. Agung Nugroho, M.M.  
NIP 196810111993031005

## **RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (3)**

	<b>Ilmu Pengetahuan Alam</b>	<b>IX/2 (dua)</b>	<b>2 JP</b>
Tujuan Pembelajaran	KD 3.7	KD 4.7	
	3.7 Memahami konsep bioteknologi dan perannya dalam kehidupan manusia.	4.7 Membuat salah satu produk bioteknologi konvensional yang ada di lingkungan sekitar.	
	IPK 3	IPK 4	
	3.7.1 Menjelaskan prinsip dasar bioteknologi. 3.7.2 Menjelaskan perbedaan prinsip dasar pengembangan bioteknologi konvensional dan modern. 3.7.3 Mengidentifikasi penerapan bioteknologi dalam berbagai bidang. 3.7.4 Mengidentifikasi sumber-sumber agen bioteknologi dan produk yang dihasilkan. 3.7.5 Menjelaskan prinsip rekayasa genetika dan hasil produknya. 3.7.6 Menjelaskan keuntungan dan kerugian dari penerapan bioteknologi dalam berbagai bidang. 3.7.7 Menganalisis perbedaan kandungan gizi bahan baku bioteknologi dengan produk bioteknologi. 3.7.8 Menemukan solusi dalam mengatasi pencemaran lingkungan dengan menerapkan prinsip bioteknologi.	4.7.1 Menerapkan prinsip bioteknologi dalam pembuatan salah satu produk bioteknologi konvensional.	
	<p>Tujuan Pembelajaran :</p> <p>Melalui Pembelajaran model PjBL peserta didik dapat mendata, mengidentifikasi, menjelaskan prinsip dasar bioteknologi, perkembangan bioteknologi, penerapan bioteknologi di berbagai bidang serta menjelaskan prinsip rekayasa genetika dan menemukan solusi dalam pencemaran lingkungan dan membuat produk bioteknologi sederhana yang menuntun peserta didik untuk berperilaku jujur, terhadap data dan fakta, mandiri dan kreatif dalam observasi, berperilaku kritis dalam mengajukan pertanyaan dan argumentasi.</p> <p><b>Tujuan Pembelajaran Inklusi :</b></p> <p>Melalui Pembelajaran model PjBL peserta didik dapat mendata, mengidentifikasi, menjelaskan prinsip dasar bioteknologi, perkembangan bioteknologi, penerapan bioteknologi di berbagai bidang serta menjelaskan prinsip rekayasa genetika dan menemukan solusi dalam pencemaran lingkungan dan membuat produk bioteknologi sederhana yang menuntun peserta didik untuk berperilaku jujur, terhadap data dan fakta, mandiri dan kreatif dalam observasi, berperilaku kritis dalam mengajukan pertanyaan dan argumentasi. ( Profil Pelajar Pancasila )</p>		
<b>Materi Pembelajaran</b>	<b>Materi: Penerapan Bioteknologi dalam Kehidupan dalam Bidang Pertanian, Peternakan, Kesehatan, Lingkungan, dan Forensik</b>		
<b>Model, Produk, Deskripsi</b>	<b>Langkah Pembelajaran</b>	<b>PP Pancasila, Literasi, 4C, HOTS</b>	<b>Waktu</b>
<b>Model:</b> PjBL	<b>Pendahuluan:</b>		

<p><b>Produk:</b> Video, foto dan laporan hasil pengamatan siswa</p> <p><b>Deskripsi:</b> Secara kolaboratif siswa menyajikan hasil pembuatan alat yang berprinsip teknologi ramah lingkungan dan prinsip hemat energi</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru memberikan salam pembuka , meminta salah satu siswa untuk memimpin doa.( <i>Profil pelajar Pancasila</i> )</li> <li>Guru mengingatkan kembali pembelajaran yang telah dilakukan pada pertemuan sebelumnya yaitu tentang prinsip bioteknologi konvensional dan modern.</li> <li>Guru menyampaikan manfaat dari materi pelajaran yang dipelajari hari ini.</li> <li>Guru menanyakan kepada peserta didik tentang kesiapan mereka untuk menyajikan hasil pembuatan tape</li> <li>Guru meminta siswa berkelompok sesuai kelompok masing-masing.</li> </ul>	<p>Religius dan kemandirian ( <i>Profil Pelajar Pancasila</i> )</p> <p>Kritis dan komunikatif C4</p> <p>Kritis, komunikatif, C4</p> <p>problem solving, literasi</p>	
<p><b>Alat, Bahan, dan Media sumber belajar</b></p> <p><b>Buku :</b> Buku siswa Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan. Buku Siswa <i>Ilmu Pengetahuan Alam SMP/MTs Kelas IX</i>. Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan, 2017.</p>	<p><b>Inti:</b> <b>Fase 5</b> Menguji hasil</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Guru menyampaikan aturan teknis presentasi “Setiap kelompok diberi waktu presentasi, demonstrasi alat dan tanya jawab 10 menit”</li> <li>Peserta didik secara berkelompok menyajikan hasil proses pembuatan tape dan solusi permasalahan yang ditemukan selama melakukan proyek.</li> <li>Peserta didik mengkomunikasi hasil proyek pembuatan tape dari berbagai bahan dan hasil perhitungan biaya pembuatan tape bersama kelompok masing-masing dengan cara presentasi dan demonstrasi secara online.</li> <li>Guru menilai laporan rancangan dan hasil pembuatan tape dan hasil perhitungan biaya pembuatan tape sesuai rancangan berdasarkan format penilaian</li> <li>Peserta didik kelompok lain memberikan saran-saran untuk perbaikan</li> </ul> <p><b>Penutup:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Guru merefleksi hasil kegiatan pembelajaran</li> <li>Guru menginformasikan kegiatan pembelajaran berikutnya</li> </ul>	<p>Kritis, komunikatif, kolaboratif, C4</p> <p>problem solving</p> <p>literasi, integritas disipiln</p> <p>( <i>Profil pelajar Pancasila</i> )</p> <p>Kritis, kreatif, kolaboratif, komunikatif C4</p> <p>literasi</p>	
<p><b>Penilaian :</b> Tes tulis (berupa pilihan ganda dan uraian) dan tes kinerja</p> <p><b>Remedial:</b> -</p> <p><b>Pengayaan :</b> -</p>			

Mengetahui,  
Kepala SMPN 21 Semarang

Drs S. Agung Nugroho, M.M.  
NIP 196810111993031005

Semarang, Oktober 2021  
Guru Mata Pelajaran

Drs. S. Agung Nugroho, M.M.  
NIP 196810111993031005



**Ayo, Kita Cari Tahu**

Ada banyak bahan pangan yang memanfaatkan bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari. Coba kamu cari, makanan atau minuman yang merupakan produk bioteknologi dan identifikasilah mikroorganisme yang berperan dalam produksi makanan atau minuman tersebut. Tulislah pada tabel di bawah ini hasil observasi dan identifikasi yang telah kamu lakukan.

No.	Jenis Bahan Pangan	Bahan yang Dipakai	Mikroorganisme yang Berperan
1.	Tempe	Kedelai	<i>Rhizopus oryzae</i>

Bertanyalah pada orang tua atau orang-orang di sekitarmu ketika melakukan observasi!

Lakukan observasi dengan teliti dan catatlah hasil observasimu dengan rinci dan benar!



**Ayo, Kita Diskusikan**

Tahukah kamu bagaimana perbandingan nilai gizi produk bioteknologi. Berikut ini adalah hasil analisis kandungan zat gizi pada kedelai dan tempe.

Tabel 8.2. Kandungan Gizi Kedelai dan Tempe

Zat gizi	Satuan	Komposisi zat gizi 100 gram bdd	
		Kedelai	Tempe
Energi	(kal)	381	201
Protein	(gram)	40,4	20,8
Lemak	(gram)	16,7	8,8
Hidrat arang	(gram)	24,9	13,5
Serat	(gram)	3,2	1,4
Abu	(gram)	5,5	1,6
Kalsium	(mg)	222	155
Fosfor	(mg)	682	326
Besi	(mg)	10	4
Karotin	(mkg)	31	34
Vitamin B1	(mg)	0,52	0,19
Air	(gram)	12,7	55,3
bdd (berat yang dapat dimakan)	(%)	100	100

Sumber: Komposisi Zat Gizi Pangan Indonesia Depkes RI Dir. Bln. Gizi Masyarakat dan Puslitbang Gizi 1991

Coba kamu diskusikan beberapa pertanyaan berikut.

1. Berdasarkan Tabel 8.2, sebagian besar zat gizi pada tempe lebih rendah daripada zat gizi pada kedelai, tetapi mengapa banyak orang menganggap mengkonsumsi tempe lebih baik dari pada mengkonsumsi kedelai? Apakah keuntungan dari mengkonsumsi tempe?
2. Mikroorganisme apakah yang membantu proses fermentasi dalam pembuatan tempe?
3. Menurut kamu, mengapa terdapat perbedaan kandungan gizi pada kedelai dan tempe?

Berdiskusilah dengan teman dalam sekelompokmu dengan tertib dan bertanyalah pada guru kalian bila kamu mengalami kesulitan selama berdiskusi.

LKPD (2)



## Ayo, Kita Lakukan

### Aktivitas 8.1 Membuat Tape

**Tujuan:** Membuat tape dari beberapa bahan yang berbeda

**Apa yang kamu perlukan?**

1. 1 kg bahan yang mengandung karbohidrat (singkong, sukun, ketan, atau bahan lain yang ada di daerahmu),
2. ragi tape yang biasa digunakan di daerahmu, dan
3. daun pembungkus yang biasa digunakan di daerahmu.

**Apa yang harus kamu lakukan?**

1. Lakukan bersama kelompokmu di rumah sebelum pembelajaran mengenai bioteknologi dimulai.
2. Bersihkan bahan-bahan yang mengandung karbohidrat yang kamu pilih.
3. Masaklah bahan-bahan yang dipilih dengan cara mengukus bahan sampai matang
4. Biarkan bahan-bahan tersebut sampai dingin.
5. Taburi bahan-bahan yang dipilih dengan ragi tape dengan merata
6. Bungkus rapat dengan pembungkus daun yang kamu pilih
7. Biarkan selama 3 hari, setelah 3 hari bawa tape ke sekolah untuk dilakukan pengamatan bersama dengan kelompokmu.
8. Catatlah hasil pengamatan ini pada Tabel 8.1.
9. Tanyakanlah kepada kelompok yang lain hasil pengamatan

- terhadap tape yang mereka buat.
10. Tuliskan hasil pengamatan tersebut pada Tabel 8.1.

**Tabel 8.1** Data Pengamatan Pembuatan Tape

Bahan	Sebelum Diberi Ragi		Setelah Menjadi Tape	
	Tekstur	Rasa	Tekstur	Rasa
Singkong				

Setelah melakukan aktivitas 8.1 coba diskusikanlah pertanyaan berikut.

1. Mengapa dalam pembuatan tape harus ditaburi dengan ragi? Apa yang terdapat pada ragi tape?
2. Mengapa ragi harus ditaburkan pada saat bahan dalam keadaan dingin ?
3. Mengapa pembuatan tape disebut memanfaatkan produk bioteknologi?



**Ayo, Kita Diskusikan**

Bersama kelompokmu coba kamu perhatikan Gambar 8.11!



Sumber: [www.drtaylorwallace.com](http://www.drtaylorwallace.com)

**Gambar 8.11** Perbandingan Jagung Tahan Hama dan Jagung Biasa

Salah satu jagung pada gambar merupakan produk transgenik, memiliki sifat tahan hama dibandingkan dengan jagung satunya. Diskusikan pembuatan jagung transgenik bersama dengan teman kelompokmu.

Berdiskusilah dengan teman dalam sekelompokmu dengan tertib dan bertanyalah pada guru bila kamu mengalami kesulitan selama berdiskusi.

Kamu dapat mencari informasinya melalui berbagai sumber.

1. Bagaimana cara menghasilkan jagung yang memiliki sifat tahan hama?
2. Mengapa jagung transgenik pada gambar tersebut memiliki sifat tahan hama, tidak seperti pada jagung biasa?
3. Apa manfaat dikembangkannya jagung tahan hama bagi manusia?

Lampiran 2 :

1. PENILAIAN SIKAP

A. Penilaian Orang Tua

Nama siswa yang dinilai :  
 Nama orang tua/penilai :  
 Kelas/Semester :

No	Pernyataan	Ya	Tidak
1	Anak saya selalu berdoa sebelum melakukan aktivitas		
2	Anak saya salat lima waktu/beribadah tepat waktu		
3	Anak saya tidak mengganggu kakak/adik/orang tua/saudara ketika beribadah		
4	Anak saya tidak mencontek ketika mengerjakan tugas/ulangan		
5	Anak saya tidak melakukan plagiat (mengambil/menyalin karya orang lain tanpa menyebutkan sumber) dalam mengerjakan setiap tugas.		
6	Anak saya mengemukakan perasaan terhadap sesuatu apa adanya.		
7	Anak saya melaporkan data atau informasi apa adanya.		

**Petunjuk :** Berilah tanda centang(√) pada kolom “Ya” atau “Tidak” sesuai dengan keadaan yang sebenarnya

B. Penilaian Diri

Nama :  
 Kelas/Semester :

No	Pernyataan	Ya	Tidak
1	Saya selalu berdoa sebelum melakukan aktivitas.		
2	Saya sholat lima waktu/beribadah tepat waktu.		
3	Saya tidak mengganggu teman saya yang beragama lain berdoa sesuai agamanya		
4	Saya berani mengakui kesalahan saya.		
5	Saya menyelesaikan tugas-tugas tepat waktu.		
6	Saya berani menerima resiko atas tindakan yang saya lakukan.		
7	Saya mengembalikan barang yang saya pinjam.		
8	Saya meminta maaf jika saya melakukan kesalahan.		
9	Saya melakukan praktikum sesuai dengan langkah yang ditetapkan.		
10	Saya mengikuti kelas pembelajaran daring tepat waktu.		

**Petunjuk :** Berilah tanda centang(√) pada kolom “Ya” atau “Tidak” sesuai dengan keadaan yang sebenarnya

2. PENILAIAN PENGETAHUAN

Kisi-Kisi dan Soal Penilaian Harian Aspek Pengetahuan

Soal Pilihan Ganda

No	Indikator	Jumlah Butir Soal	Nomor Butir Soal
1.	Mengidentifikasi produk bioteknologi yang dibuat dengan bantuan bakteri	1	1
2.	Mengidentifikasi kegiatan yang bukan termasuk bioteknologi	1	2.
3.	Memahami proses pembuatan salah satu produk bioteknologi konvensional	1	3.
4.	Mengidentifikasi mikroorganisme yang berperan dalam pembuatan produk bioteknologi konvensional	1	4.
5.	Mengidentifikasi reaksi kimia fermentasi dalam proses pembuatan produk bioteknologi konvensional	1	5.
6.	Menganalisa proses kimia dalam pembuatan produk bioteknologi konvensional.	1	6.
7.	Memahami penerapan bioteknologi untuk memenuhi kebutuhan produk pangan berkualitas tinggi	1	7.
8.	Menganalisa dampak negatif bioteknologi bagi manusia	1	8.
9.	Memahami aplikasi bioteknologi di bidang kesehatan.	1	9.
10.	Mengidentifikasi mikroorganisme yang berperan dalam pembuatan produk bioteknologi konvensional	1	10.

Kisi-Kisi dan Soal Penilaian Harian Aspek Pengetahuan  
Soal Uraian

No	Indikator	Jumlah Butir Soal	Nomor Butir Soal
1.	Menganalisis perbedaan kandungan gizi bahan baku teknologi dengan produk teknologi	1	1
2.	Menjelaskan proses rekayasa genetika dan hasil produknya	1	2.
3.	Menyebutkan 5 contoh bahan pangan yang merupakan produk hasil bioteknologi yang dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari!	1	3.
4.	Menganalisis dampak negatif penerapan bioteknologi terhadap lingkungan?	1	4.
5.	Mengidentifikasi mengapa perlu dikembangkan bioteknologi hewan dan tumbuhan transgenik.	1	5.

**PENILAIAN HARIAN BIOTEKNOLOGI**

**A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, atau d!**

1. Produk berikut yang dibuat dengan bantuan bakteri adalah....
  - A. yogurt
  - B. tahu
  - C. sabun
  - D. minyak goreng
2. Berikut ini yang **bukan** termasuk bioteknologi adalah....
  - A. pemanfaatan jamur untuk membuat tape
  - B. pemanfaatan jamur untuk membuat kecap
  - C. menggabungkan dua sifat tanaman dengan cara okulasi
  - D. pemanfaatan bakteri untuk membuat asam cuka
3. Adonan roti yang sudah diberi khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) harus ditutup rapat dengan tujuan agar....
  - A. khamir melakukan respirasi aerob yang akan menghasilkan alkohol dan karbondioksida
  - B. khamir melakukan respirasi anaerob yang akan menghasilkan alkohol dan karbondioksida
  - C. khamir melakukan respirasi anaerob yang akan menghasilkan alkohol dan oksigen
  - D. khamir melakukan respirasi aerob yang akan menghasilkan alkohol dan oksigen
4. Jamur *Aspergillus wentii* berperan dalam pembuatan....
  - A. tape
  - B. oncom
  - C. tempe
  - D. kecap
5. Reaksi kimia yang terjadi pada peristiwa fermentasi, seperti pada pembuatan tape adalah....
  - A. glukosa + O<sub>2</sub> → CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + energi
  - B. glukosa + O<sub>2</sub> → CO<sub>2</sub> + alkohol + energi
  - C. glukosa → CO<sub>2</sub> + alkohol + energi
  - D. glukosa → CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + energi
6. Yang membuat roti mengembang pada saat dipanggang adalah....
  - A. karbondioksida yang dihasilkan *Saccharomyces cerevisiae*
  - B. alkohol yang dihasilkan *Saccharomyces cerevisiae*
  - C. telur yang dimasukkan ke dalam adonan roti
  - D. gula yang dimasukkan ke dalam adonan roti
7. Semakin meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia, mendorong dikembangkannya bioteknologi yang dapat memenuhi kebutuhan bahan pangan dengan kualitas yang tinggi. Upaya yang dapat dikembangkan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah....
  - A. pengembangan teknik fermentasi makanan
  - B. pengembangan protein sel tunggal
  - C. pengembangan hewan transgenik
  - D. pengembangan kloning
8. Bioteknologi dalam penerapannya tidak selalu bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari, akan tetapi juga berdampak tidak baik bagi kita. Yang **bukan** dampak buruk dari bioteknologi....
  - A. hasil limbah yang tinggi hasil dari sisa produk bioteknologi
  - B. mengurangi plasma nutfah di Indonesia
  - C. alkohol yang dihasilkan selama proses fermentasi merusak kesehatan bila dikonsumsi

- D. menciptakan hasil pangan dengan nilai gizi yang tinggi
9. Pembuatan insulin dengan menyisipkan gen pembentuk insulin dengan gen bakteri adalah salah satu contoh aplikasi bioteknologi yang disebut ....
- rekayasa genetika
  - kloning
  - transplantasi
  - mutasi
10. Minuman yoghurt yang terbuat dari air susu dapat mengobati lambung dan usus yang terluka, proses pembuatan yoghurt tersebut karena hasil kerja dari....
- Rizhopus oryzae*
  - Streptococcus thermophilus*
  - Neurospora sitophila*
  - Aspergillus wentii*

## B. Soal Uraian

1. Perhatikan data gizi bahan makanan berikut.

Zat gizi	Satuan	Komposisi zat gizi 100 gram bdd	
		Kedelai	Tempe
Energi	(kal)	381	201
Protein	(gram)	40,4	20,8
Lemak	(gram)	15,7	8,8
Hidrat arang	(gram)	24,9	13,5
Serat	(gram)	3,2	1,4
Abu	(gram)	5,5	1,6
Kalsium	(mg)	222	155
Fosfor	(mg)	682	326
Besi	(mg)	10	4
Karotin	(mkg)	31	34
Vitamin B1	(mg)	0,52	0,19
Air	(gram)	12,7	55,3
bdd (berat yang dapat dimakan)	(%)	100	100

Data tabel di atas merupakan komposisi zat gizi pada kedelai dan tempe. Berdasarkan tabel tersebut komposisi gizi kedelai lebih bagus daripada tempe, tetapi mengapa banyak orang mengatakan mengkonsumsi tempe lebih baik daripada mengkonsumsi kedelai?

- Salah satu teknik rekayasa genetik yang dikembangkan adalah kloning, yang dilakukan untuk menghasilkan keturunan yang memiliki sifat identik dengan induknya. Coba kalian jelaskan bagaimana proses kloning dilakukan oleh para ilmuwan!
- Bioteknologi berkembang dengan sangat pesat. Sebutkan 5 contoh bahan pangan yang merupakan produk hasil bioteknologi yang dapat kamu temukan dalam kehidupan sehari-hari!
- Perkembangan bioteknologi terus meningkat, sejalan dengan peningkatan kebutuhan pangan masyarakat. Menurut kamu apa dampak negatif dengan penerapan bioteknologi bagi lingkungan?
- Sebutkan 3 alasan mengapa perlu dikembangkan bioteknologi hewan dan tumbuhan transgenik?

## KUNCI JAWABAN SOAL PILIHAN GANDA

No	Kunci Jawaban	Skor
1.	A	1
2	C	1
3	B	1
4	D	1
5	C	1
6	A	1
7	B	1
8	D	1
9	C	1
10	B	1
	Jumlah skor	10

## SOAL URAIAN

No	Kunci Jawaban	Skor
1.	Karena keunggulan yang dimiliki tempe yaitu kandungan energi dan lemak yang lebih rendah dari kedelai sehingga tidak membuat badan gemuk, terhindar dari resiko penyakit kolesterol yang dapat menimbulkan penyumbatan pembuluh darah, juga aman dikonsumsi penderita diabetes. Kelebihan tempe lainnya adalah kandungan karotin dan air yang lebih tinggi dari kedelai sehingga baik untuk kesehatan mata dan melancarkan metabolisme tubuh.	2
2	Proses kloning dilakukan dengan memasukkan inti sel somatis dari bagian tubuh hewan kemudian dimasukkan ke dalam sel telur yang sudah dipisahkan intinya lalu menanamkan sel telur tersebut ke dalam hewan lain agar dapat tumbuh dan berkembang sampai dilahirkan	2
3	Tempe, Keju, Yogurt, Oncom, Tape.	1
4	Dampak negatif penerapan bioteknologi bagi lingkungan adalah timbulnya polusi gen yang menyebabkan berkurangnya plasma nutfah dan variasi genetik pada tumbuhan juga membunuh serangga sehingga mengganggu kestabilan ekosistem di masa mendatang.	2
5	<ol style="list-style-type: none"> <li>Jumlah penduduk yang semakin bertambah sehingga jumlah pangan yang berasal dari hewan dan tumbuhan perlu ditingkatkan agar dapat memenuhi kebutuhan pangan bagi penduduk.</li> <li>Kandungan gizi dalam pangan yang perlu ditingkatkan agar dapat meningkatkan kesehatan masyarakat. Melalui pengembangan hewan dan tumbuhan transgenik, hal tersebut dapat dilakukan.</li> <li>Perlunya bahan pangan yang murah agar dapat dinikmati oleh seluruh lapisan masyarakat. Budidaya hewan dan tumbuhan biasanya mengeluarkan biaya yang besar agar hewan dan tumbuhan dapat tumbuh optimal juga terhindar dari penyakit. Hewan dan tumbuhan transgenik dapat dimodifikasi gennya agar tahan terhadap hama dan penyakit</li> </ol>	3
Jumlah skor		10

#### Kisi-Kisi dan Soal Penilaian Harian Aspek Pengetahuan **INKLUSI**

##### Soal Pilihan Ganda

No	Indikator	Jumlah Butir Soal	Nomor Butir Soal
1.	Mengidentifikasi produk bioteknologi yang dibuat dengan bantuan bakteri	1	1.
2.	Mengidentifikasi kegiatan yang bukan termasuk bioteknologi	1	2.
3.	Memahami proses pembuatan salah satu produk bioteknologi konvensional	1	3.
4.	Mengidentifikasi mikroorganisme yang berperan dalam pembuatan produk bioteknologi konvensional	1	4.
5.	Mengidentifikasi mikroorganisme yang berperan dalam pembuatan produk bioteknologi konvensional	1	5.

#### Kisi-Kisi dan Soal Penilaian Harian Aspek Pengetahuan **INKLUSI**

##### Soal Uraian

No	Indikator	Jumlah Butir Soal	Nomor Butir Soal
1.	Menyebutkan 5 contoh bahan pangan yang merupakan produk hasil bioteknologi yang dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari!	1	1.
2.	Menganalisis dampak negatif penerapan bioteknologi terhadap lingkungan?	1	2.
3.	Mengidentifikasi mengapa perlu dikembangkan bioteknologi hewan dan tumbuhan transgenik.	1	3.

#### **PENILAIAN HARIAN BIOTEKNOLOGI ( INKLUSI )**

##### **A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, atau d!**

1. Produk berikut yang dibuat dengan bantuan bakteri adalah....

- yogurt
- tahu
- sabun

- D. minyak goreng
2. Berikut ini yang **bukan** termasuk bioteknologi adalah....
- pemanfaatan jamur untuk membuat tape
  - pemanfaatan jamur untuk membuat kecap
  - menggabungkan dua sifat tanaman dengan cara okulasi
  - pemanfaatan bakteri untuk membuat asam cuka
3. Adonan roti yang sudah diberi khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) harus ditutup rapat dengan tujuan agar....
- khamir melakukan respirasi aerob yang akan menghasilkan alkohol dan karbondioksida
  - khamir melakukan respirasi anaerob yang akan menghasilkan alkohol dan karbondioksida
  - khamir melakukan respirasi anaerob yang akan menghasilkan alkohol dan oksigen
  - khamir melakukan respirasi aerob yang akan menghasilkan alkohol dan oksigen
4. Jamur *Aspergillus wentii* berperan dalam pembuatan....
- tape
  - oncom
  - tempe
  - kecap
5. Minuman yoghurt yang terbuat dari air susu dapat mengobati lambung dan usus yang terluka, proses pembuatan yoghurt tersebut karena hasil kerja dari....
- Rizhopus oryzae*
  - Streptococcus thermophilus*
  - Neurospora sitophila*
  - Aspergillus wentii*

## B. Soal Uraian

- Bioteknologi berkembang dengan sangat pesat. Sebutkan 5 contoh bahan pangan yang merupakan produk hasil bioteknologi yang dapat kamu temukan dalam kehidupan sehari-hari!
- Perkembangan bioteknologi terus meningkat, sejalan dengan peningkatan kebutuhan pangan masyarakat. Menurut kamu apa dampak negatif dengan penerapan bioteknologi bagi lingkungan?
- Sebutkan 3 alasan mengapa perlu dikembangkan bioteknologi hewan dan tumbuhan transgenik?

## KUNCI JAWABAN INKLUSI SOAL PILIHAN GANDA

No	Kunci Jawaban	Skor
1.	A	1
2	C	1
3	B	1
4	D	1
5	A	1
Jumlah skor		5

## SOAL URAIAN

No	Kunci Jawaban	Skor
1	Tempe, Keju, Yogurt, Oncom, Tape.	1
2	Dampak negatif penerapan bioteknologi bagi lingkungan adalah timbulnya polusi gen yang menyebabkan berkurangnya plasma nutfah dan variasi genetik pada tumbuhan juga membunuh serangga sehingga mengganggu kestabilan ekosistem di masa mendatang.	1
3	<ol style="list-style-type: none"> <li>Jumlah penduduk yang semakin bertambah sehingga jumlah pangan yang berasal dari hewan dan tumbuhan perlu ditingkatkan agar dapat memenuhi kebutuhan pangan bagi penduduk.</li> <li>Kandungan gizi dalam pangan yang perlu ditingkatkan agar dapat meningkatkan kesehatan masyarakat. Melalui pengembangan hewan dan tumbuhan transgenik, hal tersebut dapat dilakukan.</li> <li>Perlunya bahan pangan yang murah agar dapat dinikmati oleh seluruh lapisan masyarakat. Budidaya hewan dan tumbuhan biasanya mengeluarkan biaya yang besar agar hewan dan tumbuhan dapat tumbuh optimal juga terhindar dari</li> </ol>	3

No	Kunci Jawaban	Skor
	penyakit. Hewan dan tumbuhan transgenik dapat dimodifikasi gennya agar tahan terhadap hama dan penyakit	
	Jumlah skor	5

### 3. PENILAIAN KETERAMPILAN

#### 1. Penilaian Kinerja:

NO	Indikator	Skor			
		1	2	3	Jml
1	Menyiapkan alat dan bahan				
2	Melakukan pengamatan				
3	Menulis hasil pengamatan				
4	Menafsirkan hasil pengamatan				
5	Mempresentasikan hasil pengamatan				

#### Rubrik :

NO	Indikator	Rubrik
1	Menyiapkan alat dan bahan	3. Menyiapkan seluruh alat dan bahan yang diperlukan. 2. Menyiapkan sebagian alat dan bahan yang diperlukan. 1. Tidak menyiapkan seluruh alat dan bahan yang diperlukan.
2	Melakukan pengamatan	3. Melakukan pengamatan dengan prosedur yang benar. 2. Melakukan pengamatan dengan prosedur yang kurang benar. 1. Tidak mampu melakukan pengamatan dengan benar.
3	Menulis hasil pengamatan	3. Menulis hasil pengamatan benar dan lengkap. 2. Menulis hasil pengamatan benar tapi kurang lengkap. 1. Tidak menulis hasil pengamatan, atau menulis namun kurang lengkap dan tidak benar.
4	Menafsirkan hasil pengamatan	3. Mampu memberikan penafsiran hasil pengamatan dengan benar. 2. Mampu memberikan penafsiran hasil pengamatan tetapi kurang benar. 1. Tidak mampu memberikan penafsiran hasil pengamatan dengan benar.
5	Mempresentasikan hasil pengamatan	3. Mampu mempresentasikan hasil praktikum dengan benar, bahasa mudah dimengerti, dan disampaikan secara percaya diri. 2. Mampu mempresentasikan hasil praktik dengan benar, bahasa mudah dimengerti, tetapi disampaikan kurang percaya diri. 1. Mempresentasikan hasil praktik dengan kurang benar, bahasa sulit dimengerti, dan disampaikan tidak percaya diri.

#### Petunjuk Penskoran :

Skor akhir menggunakan skala 1 sampai 100

Perhitungan skor akhir menggunakan rumus :

$$\frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100 = \text{skor akhir}$$

### MATERI PEMBELAJARAN

Tempe merupakan bahan makanan yang terbuat dari fermentasi kedelai dengan bantuan jamur pada ragi. Tempe lebih mudah dicerna oleh tubuh dibandingkan kedelai dan memiliki kandungan antioksidan yang mampu menangkal radikal bebas penyebab kanker.

Tempe merupakan salah satu produk pangan hasil bioteknologi karena proses pembuatannya melibatkan mikroorganisme. Selain tempe, apa saja makanan sehari-hari yang merupakan produk dari bioteknologi? Apakah produk dari bioteknologi hanya berupa makanan saja? Untuk mengetahui jawabannya, ayo pelajari ringkasan materi berikut.

## **Bioteknologi Pangan**

### **1. Pengertian Bioteknologi**

Bioteknologi adalah pemanfaatan makhluk hidup untuk membantu pekerjaan atau menghasilkan produk bermanfaat bagi manusia. Bioteknologi dimulai sejak tahun 1857 setelah Louis Pasteur menemukan hasil fermentasi yang dilakukan oleh mikroorganisme.

Pada tahun 1920, fermentasi melibatkan mikroorganisme mulai digunakan untuk membuat larutan kimia yang kompleks, seperti pembuatan alkohol. Mikroorganisme adalah makhluk hidup yang berukuran sangat kecil dan harus menggunakan mikroskop untuk melihatnya.

Pemanfaatan bioteknologi untuk pembuatan makanan dalam kehidupan sehari-hari, contohnya pada pembuatan tempe, tape, oncom dan sebagainya. Perkembangan bioteknologi pangan selanjutnya masuk ke masa bioteknologi modern yang menerapkan prinsip genetika, biokimia, dan biomolekuler.

Bioteknologi modern seperti penemuan enzim-enzim yang membantu proses rekayasa genetika (genetic engineering) yang memungkinkan ilmuwan dapat menyusun materi genetik setiap organisme sehingga menghasilkan hewan dan tumbuhan yang memiliki kualitas tinggi, misalnya ikan hasil rekayasa genetik yang berukuran lebih besar daripada ikan normal.

### **2. Bioteknologi Pangan Konvensional**

Bioteknologi Pangan Konvensional adalah bioteknologi yang menggunakan mikroorganisme sebagai alat untuk menghasilkan produk dan jasa, misalnya jamur dan bakteri menghasilkan enzim tertentu untuk metabolisme tubuh sehingga diperoleh produk yang diinginkan. Contohnya tape, dibuat dengan memanfaatkan mikroorganisme pada ragi.

Mikroorganisme mengubah zat organik menjadi zat organik lain yaitu singkong difermentasi menjadi tape dengan menggunakan khamir (jenis jamur pada ragi) yaitu *Saccharomyces cerevisiae* saat proses pembuatan tape. Berikut tape singkong dan khamir :

bioteknologi pangan

(a) tape singkong, (b) khamir *Saccharomyces cerevisiae*

Mikroorganisme pada ragi tape ada 3 jenis yaitu *Aspergillus* sp., *Saccharomyces cerevisiae* dan *Acetobacter aceti*. Mikroorganisme pada tape bekerja secara sinergis, artinya mikroorganisme bekerja saling bergantian untuk mengubah bahan baku dari singkong atau beras ketan menjadi tape.

Berikut proses pembuatan tape :

proses pembuatan tape

Ketika pembuatan tape terjadi fermentasi amilum menjadi glukosa yang dibantu *Aspergillus* sp, untuk mengubah glukosa menjadi alkohol dibantu *Saccharomyces cerevisiae*, untuk merubah alkohol menjadi asam cuka dikendalikan oleh *Acetobacter acetii*.

Proses perubahan ini terjadi karena adanya kerja enzim-enzim pada sel ragi yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Fermentasi tape memanfaatkan respirasi anaerob (pernapasan tanpa oksigen) pada mikroorganisme. Contoh lain bioteknologi pangan konvensional yaitu yogurt, keju, tempe, kecap, roti dan minuman beralkohol.

Yoghurt adalah hasil fermentasi susu menggunakan bakteri *Streptococcus thermophilus* atau *Lactobacillus bulgaricus* yang dapat mengubah laktosa pada susu menjadi asam laktat, pecahnya protein pada susu menyebabkan susu menjadi kental dan terasa. Proses penguraian ini disebut fermentasi asam laktat dan hasil akhirnya menjadi yogurt.

Keju adalah bahan makanan yang dihasilkan dengan memisahkan zat-zat padat pada susu melalui proses pengentalan (koagulasi); dilakukan dengan bantuan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Yang dapat menghasilkan enzim renin, sehingga protein pada susu akan menggumpal dan membagi susu menjadi cair dan padatan (dadih).

Tempe adalah makanan tradisional khas Indonesia hasil fermentasi. Fermentasi dilakukan dengan menumbuhkan jamur *Rhizopus oryzae* dan *Rhizopus oligosporus* pada biji kedelai. Pada proses pertumbuhan, jamur menghasilkan benang-benang yang disebut hifa. Hifa mengakibatkan biji kedelai saling terikat dan membentuk struktur yang kompak.

Berikut contoh tempe dan bakteri *Rhizopus* :

bakteri pada tempe

(a) tempe, (b) jamur *Rhizopus Orizae*

Saat pertumbuhan jamur, jamur membuat suatu enzim protease yang dapat menguraikan protein kompleks pada kedelai menjadi asam amino yang lebih mudah dicerna oleh tubuh manusia. Berikut kandungan gizi pada kedelai dan tempe :

kandungan gizi tempe

Kecap adalah produk hasil bioteknologi yang terbuat dari kacang kedelai. Kedelai difermentasi menggunakan jamur *Aspergillus wentii*, kemudian kedelai hasil fermentasi dikeringkan dan direndam dalam larutan garam. Pembuatan kecap dilakukan melalui proses perendaman kedelai dengan larutan garam, sehingga pembuatan kecap dinamakan fermentasi garam.

Jamur *Aspergillus wentii* merombak protein menjadi asam-asam amino, komponen rasa, asam, dan aroma khas.

Pembuatan roti memanfaatkan fermentasi yang dibantu oleh yeast (khamir) yaitu *Saccharomyces cerevisiae*. Yeast merupakan jamur yang ditambah pada adonan tepung dan menimbulkan proses fermentasi yang menghasilkan gas CO<sub>2</sub> dan alkohol.

Minuman beralkohol : Pembuatan minuman beralkohol menggunakan fermentasi dengan bantuan jamur *Aspergillus oryzae*. Jamur *Aspergillus oryzae* menghasilkan enzim amilase yang dapat menguraikan amilum menjadi glukosa atau gula. Selanjutnya, gula difermentasikan lanjut menjadi alkohol dan gas karbondioksida.

Pemerintah memberi batasan dalam pengonsumsian alkohol melalui BPOM (Badan Pengawas Obat dan Makanan) dengan memberikan rekomendasi batasan alkohol pada makanan dan minuman sebanyak – banyaknya 5%, jika lebih dari 2%, BPOM menyatakan makanan dan minuman tersebut berbahaya untuk kesehatan.

Baca Juga: Cara Merangkum Pelajaran Sejarah (Banyak Tulisan) dengan Super Mudah!

### 3. Bioteknologi Pangan Modern

Bioteknologi modern dalam produksi pangan dilakukan dengan menerapkan teknik rekayasa genetik. Rekayasa genetik adalah kegiatan manipulasi gen untuk mendapatkan produk baru dengan cara membuat DNA baru yaitu menambah atau menghilangkan gen tertentu. Contoh membuat organisme transgenik.

Melalui rekayasa genetik, para ahli bioteknologi dapat menyusun pola gen sehingga menghasilkan organisme yang sifat-sifatnya sesuai kebutuhan. Teknik ini disebut DNA rekombinan, yaitu proses mengkombinasikan DNA suatu organisme ke organisme lain.

Pengaturan pola genetik melibatkan penggunaan gen organisme lain yang disisipkan ke pita DNA organisme tertentu. Organisme yang menggunakan bagian gen organisme lain di dalam tubuhnya disebut organisme transgenik.

Tumbuhan, hewan, dan bakteri transgenik tidak hanya digunakan untuk keperluan penelitian namun juga untuk memenuhi kebutuhan di bidang medis dan pertanian.

Tanaman transgenik adalah tanaman yang mengalami perubahan susunan materi genetik. Tanaman transgenik merupakan alternatif agar tanaman tahan hama sehingga hasil panen melimpah. Tanaman dapat direkayasa agar mampu membunuh hama yang menyerang tumbuhan.

Pada tahun 2003 sekitar 67.7 juta hektar yang ditanami oleh 7 juta petani di 18 negara mulai menanam jenis tanaman transgenik yaitu kacang kedelai dan tanaman kapuk yang memiliki ketahanan herbisida dan insektisida. Berikut teknik rekayasa genetik tanaman dengan bantuan *Agrobacterium tumefaciens* :

Teknik rekayasa genetika dilakukan melalui 5 tahapan yaitu :

- 1). Menyiapkan fragmen DNA yang disisipkan pada DNA tanaman tertentu
- 2). Menyiapkan vektor (perantara) menggunakan plasmid atau virus
- 3) Potongan DNA yang akan disisipkan digabung (rekombinasi) dengan vektor
- 4) DNA rekombinan disisipkan pada sel-sel tanaman
- 5) tanaman akan tumbuh menjadi tanaman dengan sifat baru sesuai dengan DNA yang disisipkan.

Melalui transgenik, juga dikembangkan kacang tanah dan kacang kedelai tanpa menimbulkan alergi bagi yang mengkonsumsi. Hasil produksi tanaman transgenik yang lolos uji lapangan dapat dipasarkan secara bebas.

Berikut contoh beras golden rice :

beras golden

### 4. Bioteknologi Hewan

Hewan transgenik pada awalnya merupakan bahan penelitian ilmuwan untuk menemukan penyakit yang menyerang hewan tertentu dan cara penanggulangannya. Selanjutnya, rekayasa genetik hewan bertujuan menghasilkan hewan ternak yang memproduksi susu dan daging berkualitas, ikan yang cepat besar dan mengandung vitamin tertentu.

Bioteknologi juga digunakan untuk rekayasa reproduksi pada hewan misalnya proses kloning. Kloning adalah menyalin satu individu menjadi individu lain yang identik secara fisik dan genetik. Kloning merupakan reproduksi aseksual yang bertujuan menghasilkan individu baru yang seragam.

Proses kloning pada domba :

proses kloning

Cara mengkloning domba A yaitu, pertama ambil beberapa sel tubuh dari domba A kemudian ambil sel telur dari domba B. Sel tubuh domba A diambil inti selnya saja dan sel telur domba B diambil inti selnya sehingga tersisa badan sel telurnya. Inti sel domba A disuntikkan ke dalam sel telur domba B.

Selanjutnya sel tersebut akan berkembang menjadi embrio dan diimplantasikan atau ditanam di rahim domba lain (domba C). Setelahnya akan lahir domba yang mirip dan identik dengan domba A. Domba yang lahir memiliki sifat yang identik dengan domba pendonor inti sel, pada ilustrasi ini domba A pendonor inti selnya.

Insulin adalah hormon yang dihasilkan oleh pankreas, berperan penting dalam pencernaan karbohidrat. Insulin digunakan untuk mengobati pasien Diabetes melitus.

#### 5. Dampak dari Bioteknologi

Bidang Lingkungan : Tanaman atau hewan transgenik memiliki susunan gen yang telah dimodifikasi yaitu penambahan atau pengurangan gen organisme tersebut. Organisme transgenik ini jika tidak dikelola dengan baik maka dapat mencemari keanekaragaman gen yang ada di lingkungan alami atau merusak plasma nutfah disebut "polusi gen".

Misalnya tanaman jagung tahan herbisida, ketika ditanam di lahan alami maka serbuk sari dapat membawa gen jagung transgenik dan menyerbuki jagung alami. Hal ini membuat gen-gen pada jagung alami terkontaminasi dengan gen-gen dari jagung transgenik.

Bidang Kesehatan : di dalam organisme transgenik terdapat gen asing yang seharusnya tidak ada bahkan tidak untuk dikonsumsi oleh manusia. Gen ini dikhawatirkan memicu munculnya penyakit baru atau bahkan kanker. Berdasar hasil penelitian tanaman kedelai transgenik yang mengandung gen kacang Brazil bisa memicu alergi pada orang yang sensitif kacang Brazil.

Gen asing tersebut dikhawatirkan dapat memicu bakteri resisten sehingga muncul bakteri yang lebih ganas. Contoh produk bioteknologi misalnya alkohol dapat disalahgunakan untuk dibuat menjadi minuman beralkohol yang apabila dikonsumsi terus menerus dapat menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan.

Bidang Sosial dan Ekonomi : produk bioteknologi juga berpengaruh terhadap bidang sosial dan ekonomi. Orang yang memiliki modal dapat mengembangkan pertanian transgenik yang dapat meningkatkan hasil panen menjadi berlimpah dengan kualitas sangat baik.

Ini membuat petani tradisional kalah bersaing dalam pemasaran sehingga merugikan petani tradisional. Jika terus berlanjut maka menimbulkan kesenjangan perekonomian yang semakin besar. Begitu pula negara maju yang telah mengembangkan organisme transgenik yang memasarkan produknya diperdagangan internasional.

Membuat produk negara berkembang akan kalah sehingga penghasilan negara pun berkurang. Hal ini membuat negara berkembang menjadi bergantung pada produk negara maju.