

Bab 6

Bioteknologi

Kalian tentu mengenal makanan seperti rempeyek kedelai, tahu, kecap, tauge, dan susu kedelai. Dari bahan dasar apa makanan tersebut dibuat? Samakah proses pembuatannya? Adakah bahan lain yang diperlukan untuk membuat produk makanan tersebut?

Kacang kedelai adalah bahan dasar untuk pembuatan produk-produk makanan di atas. Dengan cara pengolahan yang berbeda, butiran-butiran kacang kedelai diubah menjadi produk dengan nama atau sebutan bermacam-macam.

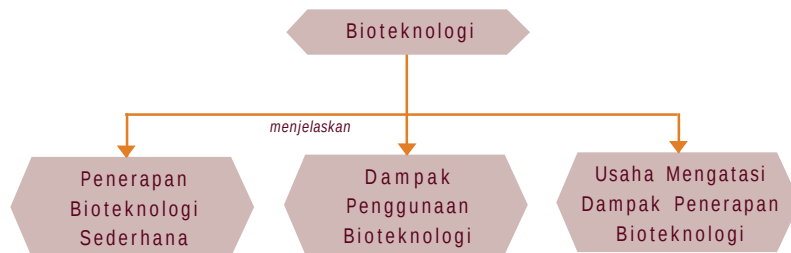
Untuk mengubah suatu bahan makanan menjadi produk makanan yang lain tentu harus memiliki pengetahuan cara pengolahan makanan. Biologi yang terus berkembang turut memberi sumbangan dalam meningkatkan kesejahteraan manusia terutama dalam pemenuhan kebutuhan makanan. Bioteknologi merupakan salah satu contoh bentuk nyata sumbangan dari biologi.

Contoh di atas adalah salah satu penerapan bioteknologi dalam industri makanan atau minuman. Pada bahasan ini kalian akan diajak untuk dapat mendeskripsikan penerapan bioteknologi dalam mendukung kelangsungan hidup manusia melalui produksi pangan.



Peta Konsep

Untuk mempermudah memahami materi ini, perhatikan peta konsep berikut ini.



Kata Kunci

Setelah kalian memahami peta konsep di atas, perhatikan kata-kata kunci berikut yang merupakan kunci dan cara memahami materi ini.

- Bioteknologi
- Kultur Jaringan
- Hidroponik



A. Pendahuluan

Bioteknologi adalah penggunaan makhluk hidup dan proses di dalamnya untuk menghasilkan produk tertentu. Bioteknologi memanfaatkan bakteri, ragi, kapang, alga, sel tumbuhan, atau jaringan hewan. Penerapan bioteknologi memadukan berbagai disiplin ilmu, seperti mikrobiologi, biokimia, genetika, biologi molekuler, kimia, rekayasa proses, dan teknik kimia.

Saat ini telah dikembangkan berbagai penerapan bioteknologi, contohnya teknik rekombinasi gen, kultur jaringan, hidroponik, radiasi, dan inseminasi buatan.



Kegiatan 6.1

Untuk mengenal produk-produk makanan hasil penerapan bioteknologi serta peranan organismenya, diskusikan dengan teman-teman dan guru kalian. Kemudian lengkapi tabel berikut ini.

Tabel 6.1 Produk-produk Makanan Hasil Bioteknologi dan Organisme yang Digunakan

No.	Produk	Bahan Makanan	Mikroorganisme
1.	Tempe	.....	.....
2.	Kecap	.....	.....
3.	Keju	.....	.....
4.	Yoghurt	.....	.....
5.	Roti	.....	.....
6.	Oncom	.....	.....
7.	Tape	.....	.....
8.	Nata de coco	.....	.....
9.	Bir	.....	.....
10.	Brem bali	.....	.....

Berdasarkan data dalam tabel di atas, jawablah pertanyaan berikut ini.

1. Adakah bahan makanan yang dapat dibuat menjadi lebih dari satu produk makanan? Sebutkan!
2. Produk makanan apa saja yang dalam pembuatannya memerlukan bantuan jamur?
3. Produk makanan apa saja yang dalam pembuatannya memerlukan bantuan bakteri?



B. Penerapan Bioteknologi Sederhana

Produk bioteknologi sudah dikenal baik oleh masyarakat seperti tape, tempe, brem bali, bir, anggur, cuka, keju, yoghurt, dan roti. Proses ini sudah dikenal orang sejak lama. Seiring dengan perkembangan teknologi pendukungnya, proses pengolahannya sudah dikembangkan lebih modern di pabrik-pabrik dalam produksi yang besar. Namun secara sederhana kita dapat menerapkan proses tersebut.

1. Pembuatan Tempe Kedelai



Gambar 6.1 Tempe merupakan contoh produk bioteknologi sederhana
Sumber: www.rakuten.co.jp

Tempe kedelai adalah bahan makanan hasil fermentasi biji kedelai oleh kapang (jamur). Jenis jamur yang digunakan biasanya jenis *Rhizopus oligosporus*, karena memiliki aktivitas enzim proteolitik (pengurai protein) tinggi. Dibandingkan tempe dari bahan lain, seperti dari kacang, lamtoro, ampas tahu, bengkok, maka tempe kedelai lebih dikenal oleh masyarakat. Telah diakui dunia bahwa tempe adalah makanan asli Indonesia yang kandungan gizinya patut diperhitungkan. Cara pemanfaatan tempe antara lain digoreng, disayur lodeh, oseng-oseng, kering tempe, tempe burger, rolade tempe, dan sebagainya.

Tempe digemari orang bukan hanya rasanya yang gurih dan lezat, tetapi juga karena kaya gizi. Dengan kadar protein 18,3 per 100 gram, merupakan alternatif sumber protein nabati. Selain itu, tempe

kedelai juga mengandung beberapa asam amino yang diperlukan tubuh manusia. Untuk mengetahui kandungan gizi tempe kedelai dibanding dengan bahan bakunya (kedelai kuning dan kedelai hitam) dapat dilihat pada Tabel 6.2 berikut.

Tabel 6.2 Komposisi Zat Gizi Tempe Kedelai dalam 100 gram

No.	Zat Gizi	Tempe Kedelai	Kedelai Kuning	Kedelai Hitam
1.	Energi	149,0 kal	400,0 kal	385,0 kal
2.	Air	64,0 gram	10,2 gram	12,3 gram
3.	Protein	18,3 gram	35,1 gram	33,3 gram
4.	Lemak	4,0 gram	17,7 gram	15,0 gram
5.	Karbohidrat	12,7 gram	32,0 gram	35,4 gram
6.	Serat	-	4,2 gram	4,3 gram
7.	Abu	1,0 gram	4,0 gram	4,0 gram
8.	Kalsium	129,0 mg	226,0 mg	213,0 mg
9.	Besi	10,0 mg	8,5 mg	9,5 mg
10.	Vitamin B1	0,17 mg	0,66 mg	0,65 mg
11.	Vitamin B2	-	0,22 mg	0,23 mg

Sumber: Pembuatan Tempe dan Tahu Kedelai (2003)

Dengan melihat kandungan gizi tersebut, yang dulunya tempe hanya dijadikan konsumsi kelas rakyat, namun sekarang sudah dinikmati segala lapisan. Bahkan restoran elit dan hotel berbintang pun menyajikan tempe dalam ragam penyajian yang lebih canggih. Bahkan para ahli di Jepang dan Amerika Serikat tertarik melakukan penelitian tempe, terutama berkaitan dengan teknologi fermentasi.

Secara tradisional tempe dibuat dengan langkah-langkah sebagai berikut.



Gambar 6.2 Cara menyortir biji kedelai

a. Penyortiran

Tujuannya untuk memisahkan benda yang tidak diinginkan, dan memilih biji yang baik. Caranya, biji kedelai diletakkan pada tampah/nyiru kemudian ditampi.



Gambar 6.3 Cara mencuci biji kedelai

b. Pencucian I

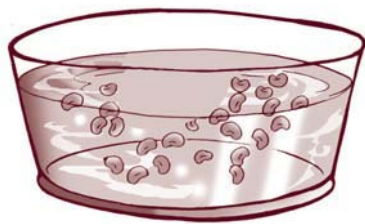
Biji kedelai dimasukkan ke dalam ember berisi air, dan lebih baik dicuci pada air yang mengalir. Tujuan pencucian ini adalah menghilangkan kotoran yang melekat atau bercampur dengan biji kedelai.



Gambar 6.4 Merebus kedelai

c. Perebusan I

Perebusan pertama berlangsung sekitar 30 menit sehingga diperoleh biji kedelai setengah matang.



Gambar 6.5 Perendaman kedelai

d. Perendaman

Perendaman berlangsung semalam atau kurang lebih 8 jam hingga menghasilkan kondisi asam. Tujuan perendaman ini selain melunakkan kedelai juga untuk mencegah pertumbuhan bakteri pembusuk selama fermentasi.



Gambar 6.6 Cara pengupasan kulit kedelai

e. Pengupasan kulit

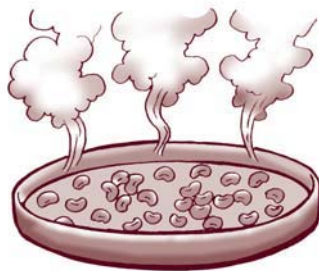
Keesokan harinya dilakukan pengupasan kulit. Caranya, kedelai diremas-remas dalam air sampai kulitnya terkelupas. Tujuan pengupasan kulit ini adalah agar ragi tumbuh dengan baik.



Gambar 6.7 Pencucian tahap II



Gambar 6.8 Perebusan tahap II



Gambar 6.9 Ditiriskan dan didinginkan



Gambar 6.10 Kedelai dicampur dengan ragi

f. Pencucian II

Sekali lagi kedelai yang sudah dikupas kulitnya dicuci. Caranya, mirip mencuci beras yang akan dimasak. Tujuannya untuk menghilangkan kotoran yang masih ada dan kulit kedelai yang terkelupas.

g. Perebusan II

Setelah kedelai dikupas kulitnya dan dicuci lagi, kemudian direbus hingga kedelai menjadi matang. Tujuannya adalah agar kedelai lebih lunak, menghilangkan bau, menambah rasa, dan membunuh bakteri yang mungkin tumbuh selama perendaman.

h. Penirisan dan pendinginan

Setelah kedelai masak, tuang di tampah/nyiru dan diratakan tipis-tipis. Biarkan dingin sampai permukaan kedelai kering agar terhindar dari pertumbuhan mikroorganisme yang tidak dikehendaki. Tampah yang dipakai untuk penirisan dan pendinginan pilih yang benar-benar bersih bebas dari kotoran dan zat yang menghambat pertumbuhan ragi, misalnya garam.

i. Peragian

Tahap ini merupakan kunci keberhasilan dalam membuat tempe kedelai. Taburkan ragi pada kedelai dan aduk sampai rata. Setelah itu, diangin-anginkan sebentar. Fungsi ragi selain untuk fermenter, juga sebagai pengikat keping-keping kedelai oleh miselium.



Gambar 6.11
Membungkus tempe



Gambar 6.12
Cara pemeram
tempe

j. Pembungkusan

Campuran kedelai dan ragi dibungkus dengan menggunakan daun pisang yang bagian luarnya dilapisi kertas atau dibungkus menggunakan plastik dengan ukuran tertentu. Tujuan pembungkusan adalah untuk menciptakan keadaan anaerob, karena jamur *Rhizopus* akan bekerja dalam menguraikan kedelai dalam keadaan anaerob.

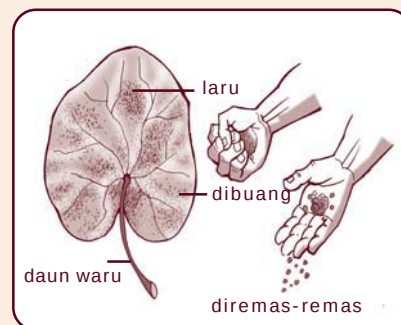
k. Pemeraman

Bila pembungkusnya daun, maka pemeraman dilakukan dalam bakul bambu yang ditutup karung goni dengan suhu kurang lebih 30°C. Tetapi bila pembungkusnya plastik, pemeramannya diletakkan di rak-rak bambu. Setelah diperam semalam, jika pembungkusnya plastik, maka plastik pembungkus tersebut ditusuk-tusuk dengan lidi. Tujuannya agar udara segar dapat masuk dalam bahan tempe, setelah itu diperam satu malam lagi.

Info MEDIA

Laru Daun

Pada proses pembuatan tempe, pasti kita melakukan peragian. Ragi yang digunakan dapat berasal dari laru daun yang terdapat pada daun waru, daun jati atau daun pisang bekas pembungkus tempe. Karena tidak semua permukaan daun tersebut mengandung laru, maka bagian daun yang mengandung laru dipisahkan sedang sisa daun yang lain dibuang. Setelah itu laru daun diremas-remas lalu dicampurkan ke dalam biji kedelai yang hendak dilakukan peragian. Untuk 1 kg kedelai diperlukan 2-3 helai daun yang mengandung laru.



2. Pembuatan Tape Singkong

Yang dimaksud tape adalah suatu hasil yang dibuat dari bahan-bahan sumber pati, seperti ubi, singkong, dan beras ketan, dengan diberi ragi dalam proses pembuatannya.

Singkong adalah salah satu jenis umbi-umbian yang cukup banyak dikenal masyarakat Indonesia. Umbi tanaman singkong selain dapat dikonsumsi langsung juga dapat dibuat tapioka, gaplek, kerupuk, tape, dan sebagainya.

Tape singkong dapat diolah lebih lanjut menjadi minuman alkohol, sirup glukosa, sari tape, asam cuka, dan sebagainya.

Untuk lebih jelasnya, perhatikan langkah-langkah pembuatan tape singkong berikut ini.

a. Pengupasan kulit

Kulit singkong dikupas dengan cara menyayat kulit secara memanjang lalu menarik bagian kulitnya. Setelah itu dikerik sampai lendirnya hilang, yaitu sampai singkong terasa kesat.



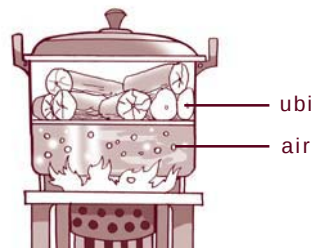
Gambar 6.13 Mengupas singkong

b. Pencucian

Singkong dicuci hingga bersih, kemudian dipotong kecil-kecil atau dibiarkan utuh.



Gambar 6.14 Mencuci singkong



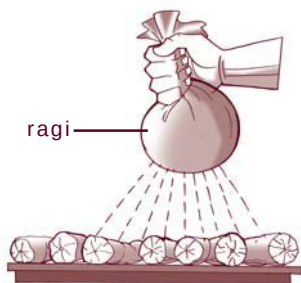
Gambar 6.15 Mengukus singkong

c. Pengukusan

Dengan menggunakan dandang, singkong dikukus sampai matang atau setengah matang, tergantung selera kita mau tape yang agak keras atau yang lembek.

d. Pendinginan

Singkong dipindahkan di atas nyiru, kemudian dibiarkan dingin.



Gambar 6.16 Cara menabur ragi

e. Peragian

Setelah dingin, ragi ditaburkan secara merata. Bila tape dibuat dalam jumlah banyak sebaiknya ragi tersebut dibungkus dengan kantong kain, kemudian ditepuk-tepukkan secara merata pada singkong yang telah didinginkan tersebut.



Gambar 6.17 Cara pemeraman tape

f. Pemeraman

Singkong yang telah beragi itu diatur ke dalam keranjang yang dialasi daun pisang yang bersih, dikerudungi dan ditutupi dengan daun rapat-rapat. Kemudian diperam selama 2-3 hari pada suhu kamar. Selama masa pemeraman tidak boleh dibuka dan tidak boleh terkena tangan agar tape yang dihasilkan tidak kecut (masam).



Tugas 6.1

Membuat Tape Singkong

Buatlah tape singkong dengan bahan baku singkong (ketela pohon) 1 kg untuk tiap kelompok.

Tiap kelompok kelompok terdiri atas 5 siswa. Tempat pelaksanaan di laboratorium sekolah dan waktunya di luar jam pelajaran. Setelah jadi, tape hasil kegiatan ditampilkan di depan kelas. Diskusikan hasilnya.

3. Hidroponik

Dalam bidang pertanian, bioteknologi memberi andil dalam usaha pemenuhan kebutuhan makanan. Beberapa hasil bioteknologi dalam bidang pertanian antara lain kultur jaringan, hidroponik, pembuatan tumbuhan kebal hama, dan tumbuhan yang mampu mengikat nitrogen sendiri.

Pada bagian ini kita akan mempelajari teknik tanam dengan sistem hidroponik, karena di antara hasil bioteknologi bidang pertanian, teknik ini paling memungkinkan untuk kita lakukan.

Hidroponik (*hydroponics*) adalah cara bercocok tanam tanpa menggunakan tanah sebagai media tanamnya. Di kalangan umum, istilah ini dikenal sebagai "bercocok tanam tanpa tanah". Termasuk juga bercocok tanam di dalam pot atau wadah lainnya yang menggunakan air atau bahan yang bersifat porus, seperti pecahan genting, pasir kali, kerikil, spons, sabut kelapa, arang kayu, dan sebagainya.



pasir



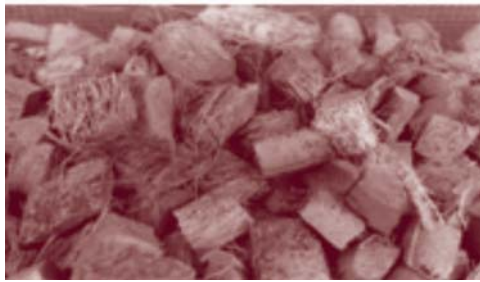
batu bata



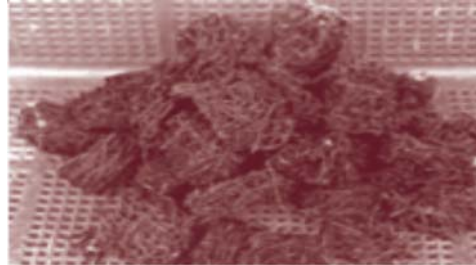
pecahan genting



arang kayu



sabut kelapa



batang pakis haji

Gambar 6.18 Media tanam yang dapat digunakan dalam hidroponik
Sumber: Aneka Jenis Media Tanam dan Penggunaannya

Istilah hidroponik lahir tahun 1936, untuk memberi hasil percobaan DR.WF.Gericke, seorang agronomis dari Universitas California, USA. Hasil percobaannya berupa tomat setinggi 3 meter yang penuh buah dan ditanam dalam bak berisi mineral hasil uji cobanya. Maka sejak itu hidroponik berarti *hydros* adalah air dan *ponics* untuk menyebut pengerjaan atau bercocok tanam. Dalam perkembangannya hidroponik tidak lagi sebatas di laboratorium saja, tetapi dengan teknik yang sederhana dapat diterapkan siapa saja, termasuk ibu rumah tangga.

a. Keunggulan hidroponik

Kelebihan sistem tanam hidroponik antara lain sebagai berikut.

- 1) Perawatan lebih praktis dan gangguan hama lebih terkontrol.
- 2) Pemakaian pupuk lebih hemat.
- 3) Tanaman hidroponik dapat tumbuh lebih pesat dengan keadaan tidak kotor dan tidak rusak.
- 4) Beberapa jenis tanaman bisa dibudidayakan di luar musim.
- 5) Tanaman hidroponik dilakukan pada lahan atau ruang yang terbatas, misalnya: di atap, dapur, atau garasi.

b. Metode hidroponik

Pada dasarnya metode hidroponik dibagi menjadi 2 bagian, yaitu:

1) Hidroponik substrat

Metode ini tidak menggunakan air sebagai media, tetapi menggunakan media padat (bukan tanah) yang dapat menyerap atau menyediakan nutrisi, air, dan oksigen serta mendukung akar tanaman seperti halnya fungsi tanah. Media yang dapat digunakan dalam hidroponik substrat antara lain batu apung, pasir, serbuk gergaji, atau gambut.

Media tanam sebelum digunakan harus dilakukan sterilisasi dahulu. Cara paling umum dilakukan adalah dengan penguapan atau dengan bahan kimia.

Larutan nutrisi atau pupuk diberikan dengan cara disiramkan atau dialirkan melalui sistem irigasi, setiap pemberian larutan nutrisi, harus dapat melembapkan barisan tanaman secara seragam. Banyaknya penyiraman tergantung dari pertumbuhan tanaman, jenis substrat, dan iklim. Permukaan substrat yang kasar dan tidak teratur harus lebih sering disiram.



Gambar 6.19 Tanaman tomat hidroponik dengan media pasir
Sumber: Hidroponik (2002)

2) Hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*)

Metode ini dilakukan dengan cara meletakkan akar tanaman pada lapisan air yang dangkal. Air tersebut dialirkan dan mengandung nutrisi sesuai kebutuhan tanaman. Perakaran berkembang di dalam larutan nutrien.



Gambar 6.20 Hidroponik dengan metode NFT

Sumber: Hidroponik (2002)

c. Larutan nutrien

Larutan nutrien atau zat hara, adalah makanan bagi tanaman yang berupa campuran garam-garam pupuk yang dilarutkan dan diberikan secara teratur. Karena pada sistem hidroponik, media tanam hanya sebagai penopang akar, sehingga garam-garam pupuk harus mengandung semua unsur yang diperlukan tanaman.

Zat-zat hara untuk keperluan hidroponik dapat diperoleh di pasaran dalam bentuk formula yang sudah jadi, seperti Hyponex atau Margaflor.

d. Merakit hidroponik

Jenis tanaman yang dapat ditanam secara hidroponik, baik di kebun maupun di rumah antara lain, cabai, paprika, tomat, asparagus, bunga kol, seledri, selada, semangka, labu, jagung manis, terung, dan tanaman hias.

Berikut ini cara merakit hidroponik untuk menanam tanaman seperti tomat, paprika, dan melon.

1) *Persiapan lahan*

Untuk menghindari tanaman dari pengaruh lingkungan, sebaiknya dibangun rumah plastik. Ukurannya disesuaikan dengan luas lahan. Bagian alas/lantai dibuat bedengan dengan lebar sekitar 70 cm dan panjangnya sesuai lahan yang tersedia. Tinggi bedengan sekitar 20-30 cm. Kemudian bedengan ditutup dengan plastik hitam yang agak tebal untuk mencegah penularan penyakit yang berasal dari tanah.

2) *Persiapan wadah*

Sebagai wadah untuk menanam hidroponik dapat digunakan polibag atau kantong plastik hitam ukuran tinggi 50 cm dan diameter 30 cm. Dipilih warna hitam agar sinar matahari tidak mampu menembus akar, jadi tidak ada kemungkinan ganggang tumbuh dan merusak akar. Pada dasar polibag dilubangi untuk keluar air dan samping polibag juga dilubangi 4 tempat.

3) *Memasukkan media tanam*

Lapisan pertama masukkan ijuk atau sabut kelapa yang sudah disterilkan/ditumbuk sebagai filter, lalu di atasnya diberi pasir setinggi 30 cm. Media ini harus dalam keadaan steril.

4) *Penanaman bibit*

Setiap polibag hanya ditanam satu bibit saja. Polibag yang sudah ditanami bibit diatur di atas bedengan.

5) *Penyiraman larutan nutrisi*

Penyiraman paling mudah dilakukan dengan menggunakan gembor atau *hand sprayer*. Larutan nutrisi dapat diperoleh di toko obat pertanian yang khusus untuk hidroponik, atau dapat digunakan NPK, urea, dan TSP sebagai pupuk makro, sedangkan pupuk mikro pilih pupuk yang mengandung Mn, Fe, Zn, dan Cu. Penggunaan pupuk makro sesuaikan fase pertumbuhan.

6) *Perawatan lain*

Beberapa jenis perawatan yang perlu dilakukan adalah:

- a) Pengikatan atau pengajiran, agar tanaman dapat berdiri tegak, setelah umur 1 minggu. Ajir dapat terbuat dari kayu atau bilah bambu.
- b) Pemangkasan, daun-daun yang sudah tua sebaiknya dipangkas. Untuk beberapa tanaman seperti paprika cabang yang tidak dipilih sebagai cabang untuk berproduksi, dipangkas menggunakan gunting yang tajam.
- c) Pemberantasan hama, disemprot dengan insektisida sesuai dosis yang dibutuhkan.



Kegiatan 6.2

Menanam Tomat dengan Sistem Hidroponik

A. Tujuan

Mengetahui cara menanam tomat dengan sistem hidroponik.

B. Alat dan Bahan

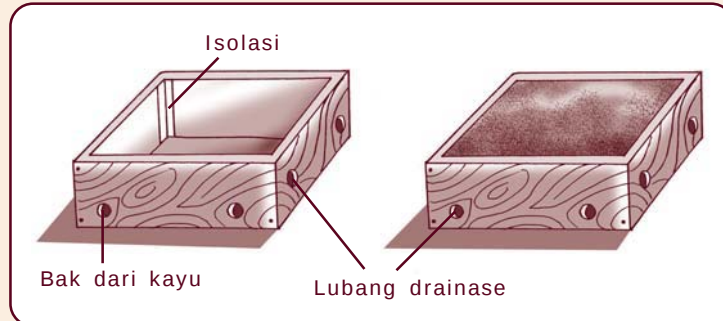
1. Pasir
2. Polibag ukuran tinggi 50 cm dan diameter 30 cm
3. Kotak kayu
4. Biji tomat
5. Sekop atau cetok
6. Alat penyiram
7. Gelas plastik
8. Garpu
9. *Hand sprayer*

C. Cara Kerja

1. Membuat Persemaian

- a. Buat kotak kayu untuk persemaian dengan ukuran 50 cm × 100 cm dan tinggi 6-10 cm, bagian samping diberi lubang untuk pembuangan air.

- b. Masukkan media pasir sampai 3 cm dari permukaan kotak, dan uji dengan air apakah drainase berjalan lancar (lihat Gambar 6.21).



Gambar 6.21 Tempat persemaian yang dibuat dari kayu
Sumber: Hidroponik 2002

- c. Taburkan benih di atas media, tetapi jangan terlalu rapat. Kemudian tutup dengan pasir kurang lebih dengan ketebalan 1 cm.
- d. Letakkan persemaian di tempat yang terlindung dari hujan dan cahaya matahari secara langsung.

2. Merawat Bibit

Biji tomat yang sudah tumbuh diberi larutan mineral dengan dosis yang tepat. Penyiraman dilakukan pagi dan sore menggunakan *hand sprayer*.

3. Penyapihan Bibit

Setelah muncul dua sampai empat daun yang sudah mekar, tanaman dipisahkan dan dipindahkan ke gelas plastik/pot kecil dengan media pasir dan disiram nutrisi pagi dan sore. Cara pemindahan bibit dicabut hati-hati menggunakan garpu (lihat Gambar 6.22)!



Gambar 6.22 Cara pemindahan bibit
Sumber: Hidroponik (2002)

4. Penanaman

Setelah bibit berumur 3 minggu pindahkan ke polibag penanaman! Untuk memudahkan pencabutan, dapat menggunakan garpu.

5. Perawatan Tanaman

Lakukan perawatan tanaman dengan menyiram tiap hari dan memberantas hama yang mengganggu! Pupuk/zat nutrien yang digunakan adalah Margaflor, Lewatit atau Pastrogen, yang dapat diperoleh di toko-toko pertanian. Bila tidak ada zat-zat tersebut dapat digunakan pupuk yang dilarutkan air. Aturannya menurut petunjuk penggunaan.

6. Mencatat Pertumbuhan Tanaman

Hal-hal yang perlu dicatat adalah:

- Umur tanaman pada waktu berbunga.
- Jumlah bunga yang dapat menjadi buah.
- Umur tanaman pada saat dapat dipanen.
- Keadaan buah hasil panen.
- Tinggi tanaman saat berbuah.

Setelah kegiatan tersebut dilaksanakan buat laporan dan kumpulkan kepada guru.



C. Dampak Negatif Penggunaan Bioteknologi

1. Dampak terhadap Lingkungan

Selain membawa keuntungan bagi manusia, aplikasi bioteknologi ternyata menimbulkan akibat buruk oleh penerapan teknologi tersebut. Contohnya, pembuatan tempe atau kecap dalam skala besar dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Air limbah dan kulit kedelai dari proses pembuatan tempe, apabila dibiarkan tergenang dalam waktu cukup lama, limbah tersebut mengubah lingkungan menjadi tidak sehat. Jika air limbah itu dibiarkan mengalir ke dalam kolam-kolam ikan atau

ke lahan-lahan persawahan, kehidupan ikan atau tanaman akan terganggu, bahkan bisa mati. Selain meracuni organisme yang hidup di dalam air, limbah ini juga menimbulkan bau yang tidak enak. Untuk itu maka perlu ditangani secara baik agar tidak mencemari lingkungan.

2. Dampak Sosial

Produk minuman beralkohol seperti bir, anggur, wiski, dan air tape terkadang juga menimbulkan dampak yang buruk bagi lingkungan. Dampak tersebut berupa kebiasaan meminum minuman beralkohol tersebut sehingga mabuk. Minuman beralkohol bila diminum dalam jumlah banyak bersifat memabukkan dan menyebabkan kantuk karena menekan aktivitas otak.

Alkohol juga bersifat candu. Orang yang sering minum alkohol dapat menjadi ketagihan dan sulit untuk meninggalkan kebiasaan minum minuman beralkohol. Walaupun tidak beracun, alkohol dapat menimbulkan angka kematian yang tinggi, misalnya pengemudi kendaraan yang dalam keadaan mabuk menimbulkan kecelakaan lalu lintas.

Alkohol yang terdapat dalam minuman beralkohol kadarnya bermacam-macam. Secara alami alkohol hasil fermentasi kadarnya 12-15 % karena pada larutan yang berkadar sebesar ini ragi akan mati. Tetapi melalui proses penyulingan dapat diperoleh alkohol sampai 95,5%.



Gambar 6.23 Berbagai dampak sosial akibat minum minuman keras

Sumber: *Essential of Biology (2004)*

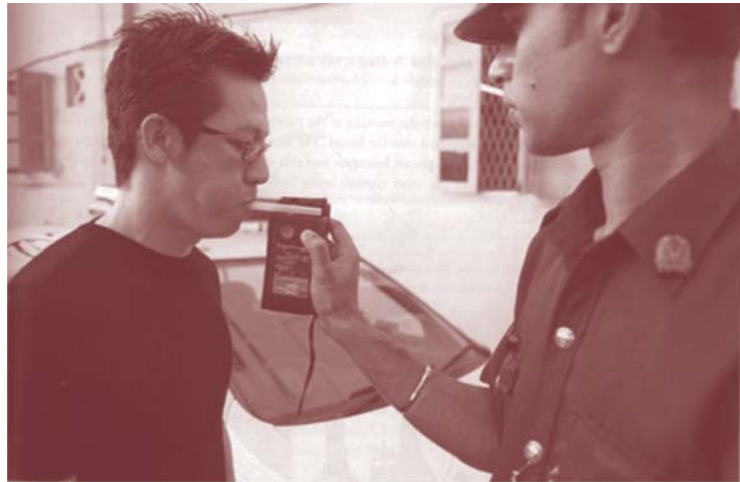


D. Usaha Mengatasi Dampak Penerapan Bioteknologi

Beberapa usaha yang dapat dilakukan untuk mengurangi/mengatasi akibat buruk penggunaan bioteknologi antara lain:

1. Penanganan limbah tempe, yang secara sederhana dapat dilakukan dengan cara:
 - a. Menampung dan menyaring limbah/air limbah tempe ke dalam sebuah bak. Kemudian bak ditutup agar tidak menimbulkan bau.
 - b. Kemudian, mengalirkan air limbah yang sudah disaring ke bak pengumpul. Pada bak ini, air limbah yang berasal dari beberapa kali proses pembuatan tempe akan bercampur secara merata dan seragam.
 - c. Terakhir, mengalirkan air limbah yang berasal dari bak penampung, ke bak kedap udara dan selanjutnya diendapkan selama 20 hari. Di dalam bak kedap udara, benda-benda (polutan) berat yang dapat membahayakan lingkungan diuraikan oleh mikroorganisme secara alami sehingga menjadi tidak berbahaya.
2. Untuk minuman beralkohol dikenai cukai atau pajak yang tinggi sehingga harganya mahal. Akibatnya tidak sembarang orang dapat mengonsumsi. Selain itu juga secara rutin diadakan penyitaan dan pemusnahan minum-minuman keras terutama yang berkadar alkohol tinggi.
3. Di beberapa negara untuk mengurangi kecelakaan, pengemudi mobil di tes kadar alkohol dalam darahnya seperti Gambar 6.23.

Coba kalian sebutkan usaha-usaha yang lain untuk mengatasi dampak penerapan bioteknologi, carilah dari berbagai referensi baik media cetak maupun elektronik.



Gambar 6.24 Polisi lalu lintas sedang mengetes kadar alkohol pengemudi kendaraan
Sumber: *Essential of Biology* (2004)



Tugas 6.2

Buatlah klipng tentang dampak penerapan bioteknologi dalam berbagai bidang dan cara-cara penanggulangannya! Kliping minimal lima judul!

Rangkuman

1. Bioteknologi: penggunaan makhluk hidup dan proses di dalamnya untuk menghasilkan produk tertentu.
2. Bioteknologi dibedakan menjadi bioteknologi konvensional (sederhana) dan bioteknologi modern.
3. Dampak penggunaan bioteknologi
 - a. Dampak terhadap lingkungan
 - b. Dampak sosial

Refleksi

Sebagai bahan refleksi coba sebutkanlah contoh-contoh penerapan bioteknologi baik konvensional maupun modern dalam mendukung kelangsungan hidup manusia melalui produksi pangan.



Uji Kompetensi

A. Pilihlah satu jawaban yang benar dengan memberi tanda silang (x) pada huruf a, b, c, atau d!

1. Berikut ini ilmu-ilmu yang mendukung dalam penerapan bioteknologi, **kecuali**
 - a. biokimia
 - b. genetika
 - c. fisika
 - d. kimia
2. Perhatikan produk-produk makanan dan minuman berikut.
 1. *Tempe*
 2. *Tahu*
 3. *Tape*
 4. *Bir*
 5. *Sirup*
 6. *Kecap*Produk makanan dan minuman yang memanfaatkan mikroorganisme adalah
 - a. 1,2, dan 3
 - b. 1,2, dan 5
 - c. 2,3, dan 5
 - d. 3,4, dan 6
3. Di bawah ini produk bioteknologi asli Indonesia, **kecuali**
 - a. tahu
 - b. tempe
 - c. kecap
 - d. roti
4. Mikroorganisme yang digunakan untuk membantu membuat tempe adalah
 - a. *Sacharomyces cereviceae*
 - b. *Acetobacter xylinum*
 - c. *Neurospora crassa*
 - d. *Rhizopus oligosporus*
5. Keunggulan tempe kedelai dibanding bahan bakunya yang berupa kedelai adalah
 - a. menghasilkan energi lebih tinggi
 - b. mudah dicerna
 - c. kadar protein lebih tinggi
 - d. lebih murah

6. Perhatikan beberapa tahap pembuatan tempe kedelai berikut.
1. *Pencucian*
 2. *Perebusan*
 3. *Penirisan*
 4. *Peragian*
 5. *Pemeraman*
- Urutan yang benar dalam proses pembuatan tempe adalah
- a. 1-2-3-4-5
 - b. 1-3-2-4-5
 - c. 2-1-3-4-5
 - d. 5-4-3-1-2
7. Dalam proses pembuatan tempe, agar kulit kedelai mudah lepas, dilakukan
- a. perebusan
 - b. perendaman
 - c. penjemuran
 - d. peragian
8. Dalam proses pemeraman tempe, suhu yang sesuai kurang lebih
- a. 30° C
 - b. 32° C
 - c. 34° C
 - d. 35° C
9. Mikroorganisme yang digunakan untuk membuat tape adalah
- a. *Sacharomyces cereviceae*
 - b. *Rhizopus oryzae*
 - c. *Neurospora crassa*
 - d. *Acetobacter xylinum*
10. Kadar alkohol yang dihasilkan dari proses fermentasi tape adalah
- a. 5 - 10 %
 - b. 12 - 15 %
 - c. 30 - 50 %
 - d. lebih dari 75 %
11. Bahan untuk membuat brem padat adalah
- a. tape singkong
 - b. tape ketan
 - c. anggur
 - d. bir hitam

12. Jenis tanaman yang biasa ditanam secara hidroponik adalah
- a. jagung, kacang tanah, cabe
 - b. beringin, terung, semangka
 - c. bougenvil, mangga, kangkung
 - d. cabe, selada, semangka
13. Yang dianggap tanaman hidroponik pertama adalah
- a. cabe
 - b. tomat
 - c. selada
 - d. paprika
14. Berikut ini keunggulan sistem tanaman hidroponik, **kecuali**
- a. dapat dibudidayakan di luar musim
 - b. pemakaian pupuk hemat
 - c. harganya murah
 - d. perawatan lebih praktis
15. Kantong plastik yang digunakan untuk wadah dalam hidroponik dipilih yang berwarna hitam karena
- a. lebih awet dan tahan panas
 - b. tampak lebih bersih
 - c. agar sinar matahari tidak menembus akar
 - d. mudah menyerap panas dari lingkungan
16. Berikut ini adalah unsur-unsur mikro yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman, **kecuali**
- a. nitrogen
 - b. ferrum
 - c. tembaga
 - d. zeng
17. Perbedaan antara hidroponik metode substrat dengan metode NFT adalah
- a. jenis tanamannya
 - b. jenis medianya
 - c. jenis pupuknya
 - d. asal bibitnya
18. Banyak sedikitnya penyiraman tanaman hidroponik metode substrat, tergantung dari faktor berikut ini, **kecuali**
- a. umur tanaman
 - b. iklim
 - c. jenis substrat
 - d. jenis pupuk

19. Substrat yang paling banyak menahan air adalah
- arang kayu
 - batu apung
 - serabut kelapa
 - pasir
20. Meminum alkohol berlebihan dapat menyebabkan kantuk, karena
- banyak menghasilkan energi
 - menekan aktivitas otak
 - mengenyangkan perut
 - merangsang saraf mata

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

1. Apakah yang dimaksud bioteknologi?
2. Jelaskan perbedaan bioteknologi tradisional dengan bioteknologi modern!
3. Mengapa dalam pembuatan tape dapat dihasilkan tape yang rasanya kecut atau masam?
4. Jelaskan perbedaan hidroponik metode NFT dengan metode substrat!
5. Jelaskan cara menangani limbah dari proses pembuatan tempe!

P r o y e k

Membuat Tempe Kedelai

Buatlah tempe kedelai dengan bahan baku kedelai $\frac{1}{2}$ kg untuk tiap kelompok.

Tiap kelompok terdiri atas 5 siswa dan salah satu sebagai ketua. Tempat pelaksanaan di laboratorium sekolah. Setelah selesai, tempe hasil kegiatan ditampilkan di depan kelas. Diskusikan hasilnya.