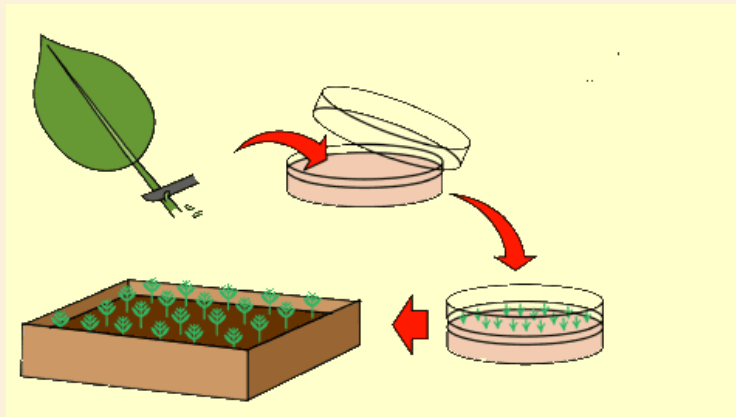


BAB 5

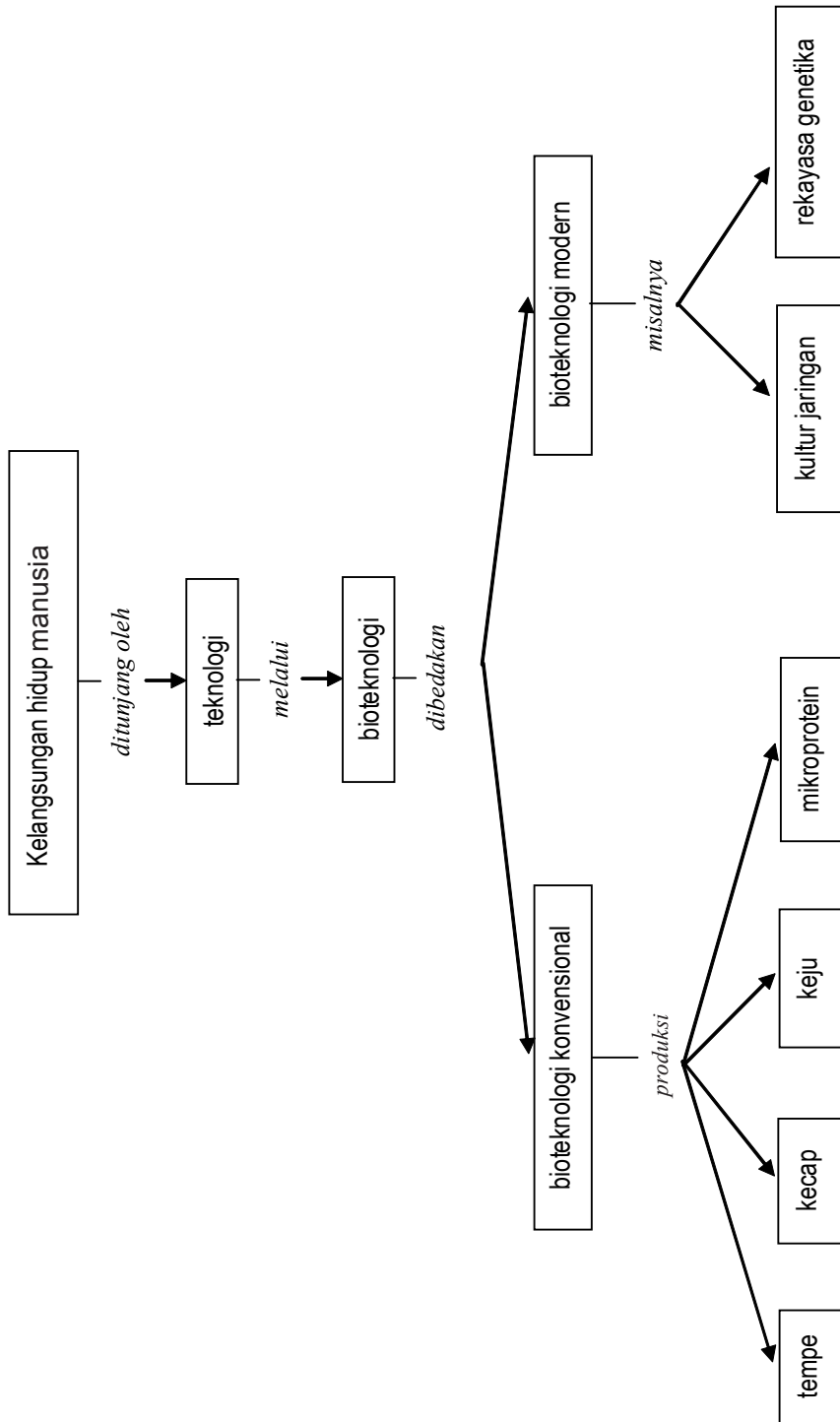
Bioteknologi

- A. Peranan Bioteknologi untuk Mendukung Kelangsungan Hidup Manusia
- B. Penerapan Bioteknologi Sehari-hari



Sumber: www.bbc.co.uk.

Peta Konsep Bioteknologi



Bisakah kamu hidup tanpa teknologi? Mungkin tidak akan bisa. Perhatikan aktivitasmu sehari-hari selalu menggunakan hasil-hasil teknologi. Kamu nonton TV, pergi sekolah dengan kendaraan bermotor, berkomunikasi dengan telepon, bekerja dengan komputer, dan sebagainya. Semuanya yang telah dicontohkan tersebut adalah produk teknologi. Demikian juga yang berkaitan dengan sandang, papan, pangan dan pengobatan juga menerapkan teknologi. sebagai contoh, mungkin kamu pernah melihat semangka tanpa biji, mendengar tentang kloning domba atau anjing. Itu semua adalah hasil penerapan teknologi pada organisme untuk menghasilkan produk yang bermanfaat, dan dikenal dengan Bioteknologi. Apa itu bioteknologi akan kamu pelajari pada bab ini. Sebelum itu ikutilah kegiatan penyelidikan untuk mencermati bioteknologi sederhana.

Kegiatan Penyelidikan



Mengenal organisme yang berperan dalam fermentasi

Alat dan Bahan

- ragi roti (yeast)
- mikroskop
- air
- gula pasir

Prosedur

1. Siapkan dua buah gelas kecil, masing masing isilah dengan air. Ke dalam salah satu gelas tersebut isikan sesendok kecil gula pasir .
2. Ke dalam dua gelas tersebut masukkan seperempat sendok kecil ragi roti.
3. Diamkan kira-kira 15 menit, kemudian amatilah di bawah mikroskop, gambarkan hasil pengamatanmu.
4. Diamkan larutan ragi selama 45 menit, dan amatilah lagi. Perhatikan bentuk sel-sel ragi setelah 45 menit.

Analisis

1. Adakah perbedaan antara sel ragi yang ditumbuhkan dalam air dibandingkan dengan air gula?
2. Menurutmu apakah sel ragi termasuk makhluk hidup? Apakah sel gai memiliki ciri hidup? Beri alasan!



Peranan Bioteknologi untuk Mendukung Kelangsungan Hidup Manusia

Kata-kata IPA

Fermentasi
Bioteknologi
DNA
DNA rekombinan
Rekayasa Genetika
Fermentasi
Makanan fermentatif
Terapi genetik

Pengertian Bioteknologi

Tahukah kamu apa yang dimaksud dengan bioteknologi? Bioteknologi berasal dari kata “Bio” dan “teknologi”, dan secara bebas dapat kamu definisikan sebagai *pemanfaatan organisme hidup untuk menghasilkan produk dan jasa yang bermanfaat bagi manusia*.

Setelah kamu membaca definisi di atas, kamu mungkin akan bertanya, apakah petani yang membajak sawah dengan menggunakan kerbau juga termasuk bioteknologi? Diskusikan dengan teman-temanmu.

Bioteknologi sebenarnya sudah dikerjakan manusia sejak ratusan tahun yang lalu, karena manusia telah bertahun-tahun lamanya menggunakan mikroorganisme seperti bakteri dan jamur ragi untuk membuat makanan bermanfaat seperti tempe, roti, anggur, keju, dan yoghurt. Namun istilah bioteknologi baru berkembang setelah Pasteur menemukan proses *fermentasi* dalam pembuatan anggur.

Di bidang pertanian kita juga sudah menggunakan mikroorganisme sejak abad ke-19 untuk mengendalikan hama serangga dan menambah kesuburan tanah. Mikroorganisme juga sudah digunakan secara luas di dalam mengolah limbah industri dalam dasawarsa ini. Dalam bidang kesehatan dan kedokteran, manusia telah dapat memproduksi vaksin tertentu dengan bantuan virus.

Perkembangan yang pesat dalam bidang biologi sel dan biologi molekuler sejak tahun 1960-an mendorong perkembangan bioteknologi secara cepat. Dewasa ini manusia telah mampu memanipulasi, mengubah, dan/atau menambahkan sifat tertentu pada suatu organisme.

Pengubahan itu dilakukan pada tempat yang sangat penting dan mendasar yaitu pada tingkat DNA (*Deoksiribonucleic Acid* = Asam Deoksiribonukleat), yaitu suatu rantai kimia yang terdapat di dalam inti sel yang mengontrol

seluruh aktivitas sel, termasuk sifat suatu organisme. Atas dasar itu maka definisi bioteknologi sekarang adalah: *Pemanfaatan dan/atau rekayasa proses biologi dari suatu agen biologi untuk menghasilkan produk dan jasa yang bermanfaat bagi manusia.*

Definisi bioteknologi yang terakhir ini lebih dikenal sebagai bioteknologi modern, karena di dalamnya terdapat rekayasa proses, termasuk rekayasa genetika. Sementara itu definisi yang pertama mengacu kepada bioteknologi konvensional (tradisional), dimana manusia hanya menggunakan proses yang terjadi dalam organisme, tanpa melakukan manipulasi, seperti dalam pembuatan tape atau tempe. Perbedaan yang mendasar antara bioteknologi konvensional dengan bioteknologi modern dapat dipelajari dari **Tabel 5.1** berikut.

Tabel 5.1 Perbandingan Bioteknologi Konvensional dan Modern

Karakteristik	Bioteknologi	
	Konvensional	Modern
Tenik yg digunakan	Fermentasi	DNA rekombinan
Keterlibatan manusia	Tidak mengubah sifat (proses) pada agen biologi (organisme) yang digunakan	Mengubah sifat (proses) pada agen biologi yang digunakan
Contoh hasil	Tape, tempe, alkohol, asam cuka, yoghurt	Insulin dari bakteri, Tomat tahan lama (tomat Favr Savr)

Sejarah Singkat Bioteknologi

Bioteknologi bukanlah merupakan ilmu baru dalam peradaban manusia. Bioteknologi telah dilakukan sejak zaman prasejarah, antara lain untuk menghasilkan minuman beralkohol dan makanan yang difermentasikan.

Bioteknologi mengalami perkembangan secara bertahap, sebagaimana ditunjukkan dalam **Tabel 5.2**. Semenjak awal diterapkan, sampai dengan tahun 1857 disebut **era bioteknologi non-mikrobial**. Disebut bioteknologi era non-mikrobial karena pada saat itu belum diketahui bahwa makanan produk fermentasi merupakan

hasil kerja mikroorganismenya. Bioteknologi dimensi baru (**bioteknologi mikrobial**) dimulai sejak 1857 setelah Louis Pasteur menemukan bahwa fermentasi yang terjadi

Tabel 5.2 Sejarah singkat perkembangan Bioteknologi

Peristiwa	Kapan
■ Ragi untuk pembuatan anggur	< 6000 SM
■ Ragi untuk mengembangkan roti	± 4000 SM
■ Tembaga ditambang dengan mikroba di Spanyol	< 1670
■ Mikroba pertama kali dilihat oleh Leewenhoek	1680
■ Mikroba perusak fermentasi ditemukan Louis Pasteur	1876
■ Enzim diekstrak dari ragi dapat membuat alkohol ditemukan Eduard Buchner	1897
■ Penemuan bakteri penghasil aseton, butanol, gliserol	± 1910
■ Struktur rantai ganda ADN terungkap	1953
■ Penemuan bakteri antibiotik baru (streptomisin, sefalosporin, dll)	1953
■ Mikroba digunakan menambang uranium di Kanada	1960-an
■ Ditemukan ADN rekombinan dan percobaan rekayasa genetik pertama berhasil	1973
■ Hibridoma menghasilkan antibodi monoklonal	1973
■ Bahan mentah industri plastik dari mikroba, interferon untuk kanker	80-an
■ Mikroba hasil rekayasa membantu mengekstrak minyak dari tanah. Mikroba secara luas digunakan untuk mengekstrak logam, produksi hidrogen dari bakteri, Antibodi monoklonal digunakan untuk menuntun obat anti kanker, membuat tanaman yang memupuk sendiri dan tanaman yang mampu menolak serangan hama sendiri, lewat rekayasa genetika.	1990-an

dalam pembuatan anggur merupakan hasil kerja mikroorganismenya. Makanan atau minuman yang diproduksi melalui proses fermentasi antara lain tempe, tape, sake (di Jepang), tuak, anggur, dan yoghurt.

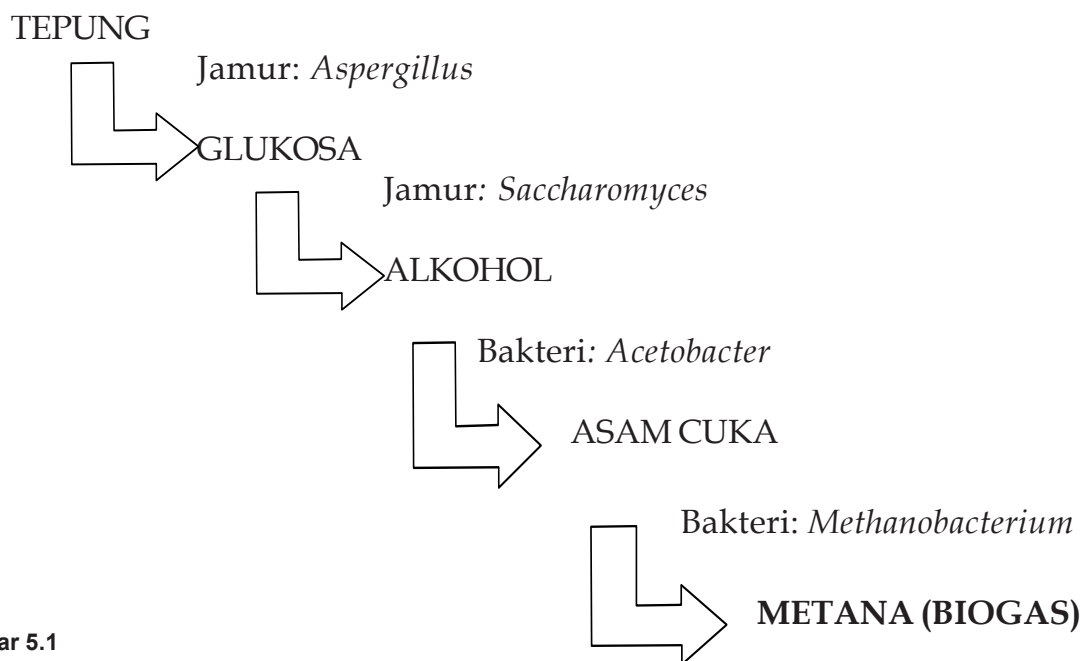
Pada tahun 1920 proses fermentasi yang ditimbulkan oleh mikroorganismenya mulai digunakan untuk memproduksi zat-zat seperti aseton, butanol, etanol, dan gliserin. Fermentasi juga digunakan untuk memproduksi asam laktat, asam sitrat, dan asam asetat dengan menggunakan jasa bakteri. Setelah perang dunia II dihasilkan produk bioteknologi lain misalnya penisilin dari jamur *Penicillium notatum*. Keberhasilan ini diikuti dengan penelitian kemampuan mikroorganismenya lain menghasilkan antibiotik dan zat-zat lain seperti vitamin, steroid, enzim, asam amino, dan senyawa-senyawa protein tertentu.

Perkembangan teknologi mutakhir yang dibarengi dengan perkembangan di bidang biokimia, biologi seluler, dan biologi molekuler melahirkan teknologi enzim dan rekayasa genetika yang akhirnya mengantarkan kita ke suatu era **bioteknologi modern**. Kini bioteknologi telah benar-benar digunakan untuk menjawab berbagai tantangan kehidupan manusia.

Bioteknologi Konvensional

Bioteknologi konvensional adalah bioteknologi yang mengandalkan jasa mikroba untuk menghasilkan produk yang dibutuhkan manusia melalui proses fermentasi (proses peragian). Di dalam pemanfaatan mikroba ini, manusia tidak melakukan manipulasi atau rekayasa proses. Manusia hanya menciptakan kondisi dan bahan makanan yang cocok bagi mikroba untuk berkembang secara optimal.

Contoh rangkaian proses yang digunakan dalam bioteknologi konvensional dapat dilihat pada **Gambar 5.1** Proses terjadi berurutan, dari tepung menjadi glukosa oleh jamur *Aspergillus*, selanjutnya glukosa diubah menjadi alkohol oleh jamur *Saccharomyces*. Rangkaian proses ini telah lama digunak



Gambar 5.1
Bagan jalur mikrobia untuk menghasilkan metana (biogas)

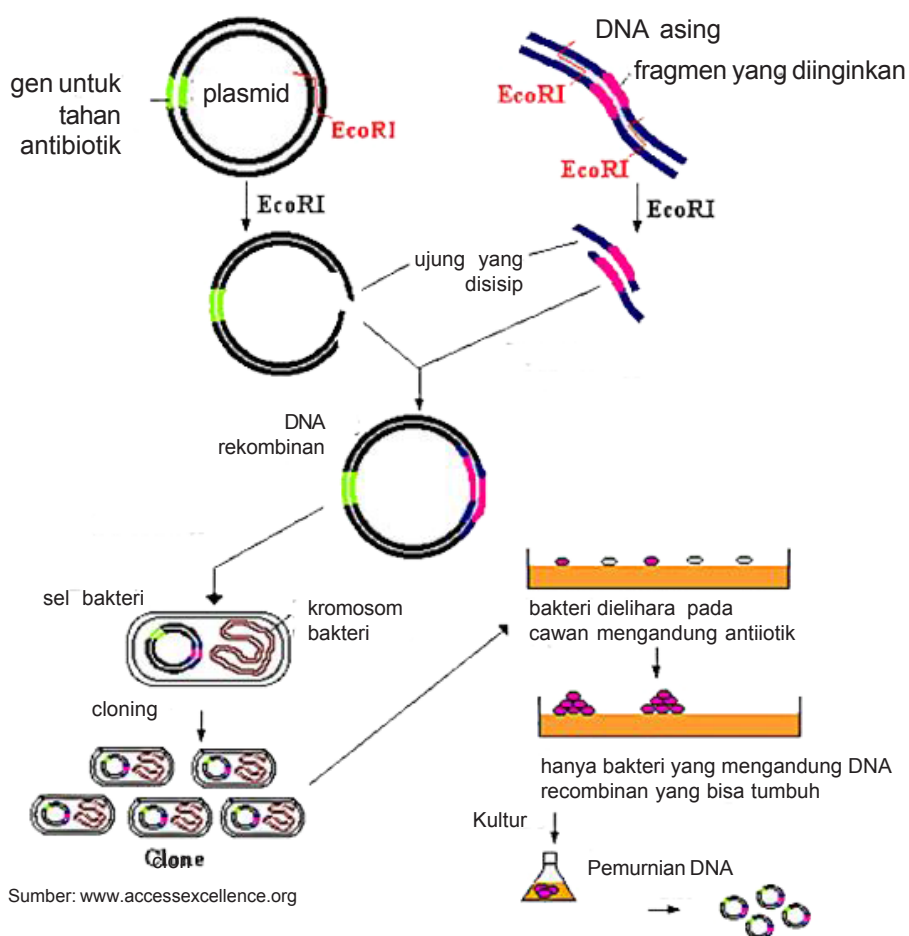
Contoh lain yang lebih populer dapat kamu lihat ketika seseorang membuat tape. Pembuat tape sebenarnya hanya memelihara jamur ragi tape (mikroba pembuat tape) pada ketela pohon atau nasi ketan yang dijadikan substrat bagi jamur ragi. Pemeraman ketela pohon atau nasi ketan yang telah ditaburi ragi sebagai upaya untuk menciptakan kondisi yang sesuai untuk pertumbuhan jamur ragi, karena jamur ragi menyukai tempat yang gelap dan hangat.

Bioteknologi Modern (Rekayasa Genetika)

Berbeda dengan bioteknologi konvensional, bioteknologi modern (khususnya rekayasa genetika) berusaha mengubah sifat organisme sehingga memiliki kemampuan seperti yang diinginkan. Sebagai contoh misalnya, bakteri pada masa dahulu tidak mampu menghasilkan insulin yang diperlukan oleh manusia, pada saat sekarang orang sudah berhasil menambah sifat baru kepada bakteri tersebut, sehingga mampu menghasilkan insulin.

Bioteknologi modern juga digunakan untuk merekombinasi DNA. DNA dipotong kemudian disambung dengan DNA baru yang membawa sifat *unggul*. DNA baru hasil penggabungan inilah yang disebut DNA rekombinan.

Bagaimana DNA rekombinan itu dibuat? Perhatikan Gambar 5.2



Gambar 5.2
Urut-urutan pembuatan DNA rekombinan.

Tahap-tahap dalam membentuk DNA rekombinan.

1. Mula-mula orang mencari DNA unggul, misalnya diambil dari makhluk hidup lain atau membuatnya. Orang pada saat sekarang sudah berhasil membuat DNA ini.
2. Menyiapkan wahana (vektor), yaitu alat untuk memasukkan DNA itu ke dalam makhluk hidup yang akan diubah sifatnya. Wahana biasanya berupa virus atau plasmid dari bakteri. Plasmid adalah DNA yang bentuknya melingkar, terdapat di luar DNA inti bakteri. DNA plasmid mampu keluar masuk sel dan bisa bergabung dengan kromosom sel organisme lain. DNA plasmid yang telah bergabung ini dapat pula lepas kembali.
3. Memasukkan DNA rekombinan ke dalam sel
4. Kloning (perbanyak) DNA rekombinan. DNA yang sudah dimasukkan ke dalam sel, diperlakukan sedemikian rupa sehingga bakteri yang dimasuki DNA itu menggandakan DNA tersebut di dalam selnya.
5. Memelihara sel agar menghasilkan produk yang diinginkan, sesuai dengan sifat yang dibawa oleh DNA yang disisipkan

Makhluk hidup yang telah disisipi sifat (DNA) baru biasanya akan memiliki sifat baru itu. Makhluk hidup yang demikian itu disebut **makhluk hidup transgenik (GMO= Genetic Manipulating Organism)**.

Intisari Subbab



1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan bioteknologi!
2. Bedakan antara bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern!
3. Berilah contoh produk-produk yang dihasilkan melalui bioteknologi konvensional.
4. Apa yang dimaksud dengan makhluk hidup transgenis?
5. Apa yang dimaksud dengan rekayasa genetika?



Penerapan Bioteknologi Sehari-hari

Kata-kata IPA Transgenik Mikoprotein

Sebagaimana uraian sebelumnya, banyak produk bahan makanan yang proses pembuatannya memanfaatkan kerja mikroba, misalnya tempe. *Nata de coco* (sari kelapa atau kolang-kaling dari air kelapa) juga produk bioteknologi konvensional yang pembuatannya dibantu bakteri *Acetobacter xylinum*. *Nata de coco* ini berupa massa kenyal berwarna putih yang terbentuk dari serabut hemiselulosa yang terbentuk padapermukaan medium cair tempat hidup bakteri *Acetobacter xylinum*.

Contoh lain adalah tape dan anggur yang dibuat dengan memanfaatkan *Saccharomyces cerevisiae*. Keju juga merupakan produk bioteknologi konvensional yang memanfaatkan bakteri *Propionibacterium shermanii* (**Gambar 5.3**).



Susu setelah mulai menggumpal



Gumpalan dicetak dan dipress



Bakal keju diolesi larutan garam



Keju dimatangkan beberapa minggu

Sumber: www.jalankenangan.net

Gambar 5.3

Keju merupakan hasil olahan susu yang memanfaatkan kerja bakteri *Propionibacterium shermanii*

Pembuatan Yoghurt yang memanfaatkan *Lactobacillus sp* dapat kamu ikuti pada **Lab Mini 5.1**. Penerapan bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari, antara lain:



Lab Mini 5.1

a. Menggunakan mikroorganisme untuk mengubah bahan pangan

- 1) *Aspergillus oryzae* atau *Aspergillus soyae* bersama *Saccharomyces rouxii* atau *Pediococcus soyae* atau *Torulopsis sp* digunakan dalam pembuatan kecap. Mikroorganisme tersebut mengubah campuran kedelai dan padi-padian menjadi kecap (Indonesia), Shoyu (Jepang), Chiang-yu (Cina), dan soy-sauce (Eropa).
- 2) *Aspergillus wentii* digunakan untuk memfermentasikan biji-bijian, kedelai, dan garam menjadi tauco.
- 3) *Rhizopus oryzae*, *R. oligosporus*, *R. stolonifer*, *R. chlamydosporus* dimanfaatkan oleh orang untuk memfermentasikan kedelai yang sudah dikupas kulitnya. Miselium jamur tersebut akan mengikat keping-keping biji kedelai membentuk produk yang disebut tempe.
- 4) Makanan lain yang dibuat menggunakan jasa mikroorganisme melalui proses fermentasi adalah oncom (*Neurospora*), tape (*Aspergillus oryzae*, *Saccharomyces*, *Rhizopus sp.*, *Hansenula sp.*, dan *Torulopsis, sp.*); roti, kue, anggur, dan bir, (*Saccharomyces*), serta keju, mentega, yoghurt (*Streptococcus lactis*)

Membuat Yoghurt

Prosedur

1. Ambillah segelas susu, dan masaklah pada suhu 90 derajat celsius, dan biarkan mendidih sampai kurang lebih 1 jam.
2. Angkat dari atas api dan dinginkan sampai suam-suam kuku.
3. Tambahkan ke dalam susu itu bibit yoghurt (dapat digunakan yoghurt yang sudah jadi) satu atau dua sendok makan penuh.
4. Tunggu selama 2 atau 3 hari sampai terbentuk padatan di bagian atas air susu tersebut. Itulah yoghurt yang bisa diminum.

b. Mikroorganisme yang menjadi bahan pangan

Seperti sudah dijelaskan bahwa mikroorganisme tidak hanya dapat mengubah bahan pangan, tapi justru dapat menjadi bahan pangan itu sendiri.

- 1) Protein Sel Tunggal (PST). Istilah protein sel tunggal digunakan untuk menyatakan protein mikroorganisme untuk membedakan dengan protein yang berasal dari hewan dan tumbuhan. PST mengacu kepada sel mikroorganisme yang dikeringkan seperti bakteri, alga dan jamur yang sebelumnya ditumbuhkan di dalam sistem biakan yang berskala besar. Meskipun mikroorganisme ini ditumbuhkan untuk menghasilkan protein, tetapi juga mengandung karbohidrat, lemak, vitamin, mineral, dan senyawa nitrogen bukan



Tahukah Kamu???

Tahukah kamu bahwa sebagian dari makanan ringan (*snack*) yang digemari anak-anak dibuat dari mikoprotein? Dibandingkan dengan protein hewan, produksi mikoprotein memiliki beberapa keuntungan, misalnya proses pembuatannya cepat. Sebagai contoh 1 kg pakan untuk sapi menghasilkan 14 gram protein dalam 68 gram daging. Jamur *Fusarium graminearum*, menghasilkan 136 gram protein di dalam 1080 gram massa sel basah yang terbuat dari 1 kg karbohidrat ditambah dengan nitrogen anorganik.

protein seperti asam nukleat. Produksi PST pertama yang memberikan harapan berasal dari Jerman, diperoleh dengan jalan menumbuhkan *Saccharomyces cerevisiae* di dalam medium molase (limbah pabrik gula) dan garam amonium. Hasil proses ini dikonsumsi oleh manusia sebagai pengganti protein. Limbah pabrik bubur kayu berupa sulfit juga telah digunakan sebagai bahan baku dengan memanfaatkan khamir *Candida utilis* untuk menghasilkan protein bagi manusia dan hewan.

- 2) Mikoprotein. Mikoprotein merupakan produk makanan yang berasal dari miselium jamur (tubuh jamur). Pada pembuatan mikoprotein ini, digunakan jasa jamur *Fusarium graminearum*. Mikoprotein dihasilkan melalui fermentasi menggunakan glukosa sebagai bahan baku dan zat hara lain serta gas amoniak dan garam amoniak.



Kegiatan 5.1

Bagaimana memanfaatkan jasa mikrobia untuk menguji kualitas bahan makanan?

Apa yang kamu perlukan

- larutan metilin biru
- air susu sapi
- pipet tetes
- gelas ukur
- tabung reaksi dan raknya
- termometer

Apa yang harus kamu lakukan

1. Siapkan tabung reaksi yang bersih/teril, isilah dengan 10 ml contoh air susu yang akan diuji kualitasnya.
2. Teteskan ke dalam tabung tersebut 1 ml metilin biru, goyangkan sehingga tercampur merata.
3. Peram/simpanlah di tempat yang bersuhu hangat (37 o C)
4. Amati setelah 1 jam, 2 jam, dan 3 jam.

Gunakan pedoman berikut untuk menarik kesimpulan:

Warna luntur setelah	Kualitas air Susu
8 jam	baik sekali
6 - 8 jam	baik
2 - 6 jam	cukup
kurang dari 2 jam	buruk

Berpikir kritis

Bila di dalam air susu terdapat bakteri, bakteri ini akan meragi (memfermentasikan) gula susu (laktosa) dan mereduksi warna metilin biru yang ada di dalam air susu tersebut sehingga warna susu menjadi luntur.

Manakah air susu yang mengandung banyak bakteri, yang warnanya cepat luntur atautkah lama lunturnya?

Bandingkan hasilmu dengan kelompok lain, Manakah air susu yang berkualitas baik?

Produk Bioteknologi Modern

Produk bioteknologi modern antara lain berupa makhluk hidup transgenik, yaitu makhluk hidup yang telah diubah sifatnya sehingga memiliki keunggulan tertentu. Contoh makhluk transgenik adalah bakteri yang mampu menambang tembaga, bakteri yang mampu membersihkan lingkungan yang tercemar, bakteri yang mampu mengubah bahan pencemar menjadi bahan lain yang tidak berbahaya, jagung yang memiliki kadar protein tinggi, dan jeruk yang tahan penyakit busuk akar (**Gambar 5.4**), tomat (Favr Savr) yang tahan lama, kapas yang tahan hama, kentang dengan kandungan vitamin A tinggi, dan sebagainya.



Sumber: www.ditlin.hortikultura.go.id

Gambar 5.4

Tanaman jeruk transgenik memiliki daya tahan terhadap penyakit busuk akar

Berikut ini makhluk hidup transgenik yang mampu menghasilkan produk-produk bermanfaat bagi manusia.

Tabel 5.3 Produk Bioteknologi Modern

Produk	Manfaat
Insulin manusia	Mengobati kencing manis
Inferon	Mencegah infeksi virus
Hormon Pertumbuhan	Mengobati kekerdilan
Protein Hepatitis-B	Vaksin melawan Hepatitis B
Urokinase	Menghilangkan bekuan darah
Gen beta-globulin	Mengobati thalasemia
Antibodi monoklonal	Diagnosis penyakit menurun (misalnya <i>sick cell anemiae</i> , Gambar 7-8)
Erythropoetin	Mengobati anemia, dan merangsang pembentukan sel darahan baru

Tabel 5.4 Penyakit Menurun dan Gen Terapinya

Penyakit	Gen yang disisipkan
Hemofili	Faktor VIII
Kanker otak	Interleukin-2
Kanker paru-paru	Antisense ras
AIDS	Selubung protein HIV
Kanker indung telur	Thymidin kinase

Bioteknologi modern banyak pula digunakan untuk menyembuhkan penyakit menurun. Penyembuhan penyakit menurun ini dilakukan dengan jalan menyisipkan gen yang kurang pada penderita. Proses ini disebut *terapi genetik*. **Tabel 5.4** menunjukkan contoh-contoh penyakit menurun dan gen yang disisipkan untuk penyembuhannya.

Kopi super juga sedang diusahakan oleh perusahaan Escagenetics, Amerika Serikat. Oleh perusahaan ini kopi diubah susunan genetiknya sehingga berubah rasa, kandungan kafein, serta meningkat proporsi bahan padatnya yang dapat diekstraksi guna pembuatan kopi *instant* yang mudah larut. Perusahaan lain, Sungene sedang mengembangkan bunga matahari yang memiliki asam oleat

berkadar tinggi yang diduga mampu mencegah penyakit jantung.

Hormon pertumbuhan sapi juga sering digunakan untuk meningkatkan produksi air susu pada sapi. Sapi-sapi yang diberi hormon ini dapat meningkatkan produksi air susunya sampai 20%.

Pada saat sekarang orang masih melakukan pemupukan pada lahan pertaniannya, karena padi yang ditanam menghabiskan unsur-unsur hara di dalam tanah. Di masa depan dengan bioteknologi modern, dimungkinkan orang menggabungkan gen tanaman polongan dengan gen padi, sehingga diharapkan dapat diperoleh padi yang dapat memupuk sendiri karena mampu mengikat bakteri yang dapat mengambil nitrogen dari udara. Perhatikan **Gambar 5.5**



Sumber: www.geocities.com

Gambar 5.5

Padi perlu dipupuk dan disiangi, di masa depan orang akan membuat padi transgenik yang mampu memupuk sendiri

Hasil lain dari rekayasa genetika adalah Tomat Flavr Savr. Tomat ini merupakan makanan hasil modifikasi genetik pertama yang dipasarkan ke konsumen. Ke dalam tomat ini dimasukkan gen ikan mas, yang dapat mengubah kebiasaan alami tomat untuk melunak ketika masak, sehingga tomat akan cukup keras selama transportasi dan penjualan.

Pada saat ini yang sedang menanti persetujuan dan sedang menanti ijin komersial adalah (1) kapas, tembakau, kentang, dan kedelai yang tahan herbisida; (2) kapas, tembakau, apel yang tahan hama, (3) jeruk, semangka, jagung, ketimun, pepaya, kentang yang anti virus.

Kultur Jaringan

Kultur jaringan (**Gambar 5.6**) merupakan teknik untuk memperoleh bibit tanaman dengan cara menumbuhkan sebagian jaringan tumbuhan dalam media khusus. Teknik ini bertujuan memperoleh bibit tanaman baru yang lebih baik, lebih cepat, dan lebih banyak dalam waktu yang tidak terlalu lama. Melalui cara ini perbanyakan tanaman dilakukan secara vegetatif.



Sumber: www.tfkhdyt.blogspot.com

Gambar 5.6

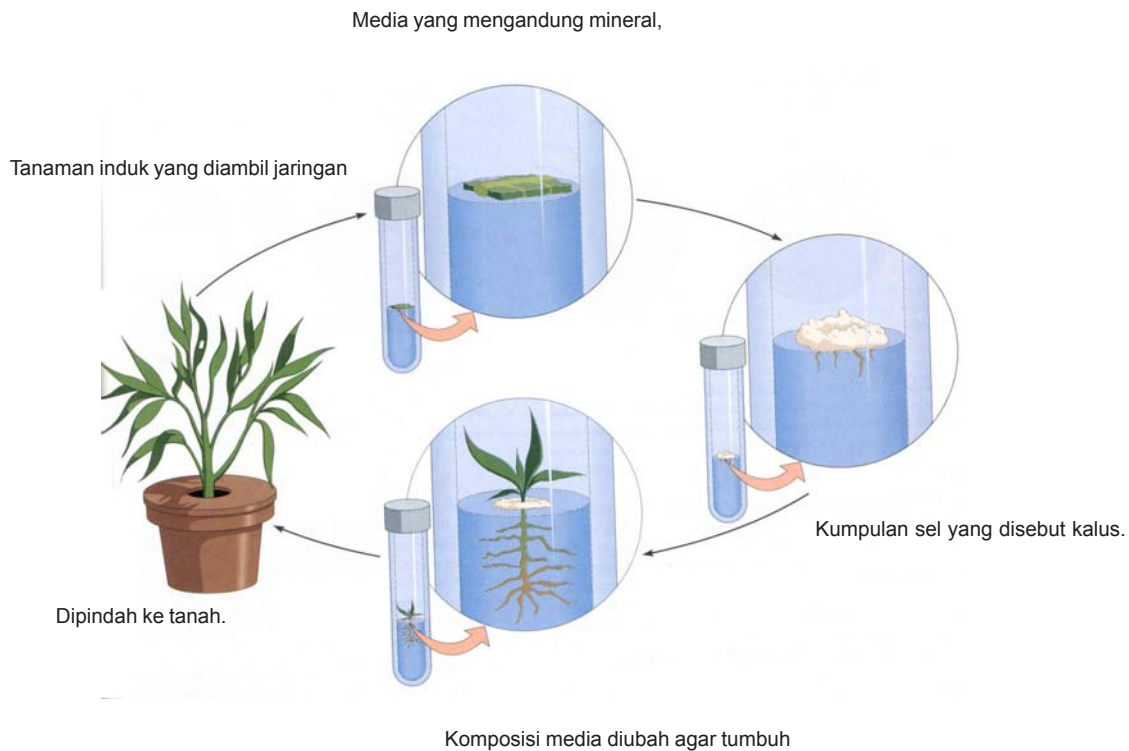
Tanaman yang ditumbuhkan dalam botol kultur jaringan

Teori yang melandasi teknik ini adalah teori *totipotensi*, yang artinya setiap sel tumbuhan memiliki kemampuan untuk tumbuh menjadi individu bila ditempatkan pada lingkungan yang sesuai. Dengan demikian individu-individu

yang dihasilkan akan mempunyai sifat yang sama persis dengan induknya.

Teknik kultur jaringan diterapkan dengan cara mengambil sedikit jaringan dari daun, pucuk, atau ujung akar tanaman yang sebelumnya telah disucihamakan. Selanjutnya potongan jaringan tersebut ditanam pada botol-botol steril yang telah diisi dengan media tanam. Dalam media tersebut terkandung unsur hara yang sudah ditakar dan hormon pertumbuhan yang sesuai. Setelah beberapa lama, dari potongan jaringan tersebut akan tumbuh tunas baru atau kalus. Kalus selanjutnya akan berkembang jadi tunas yang dapat menghasilkan akar dan selanjutnya tumbuh menjadi individu baru, yang disebut *plantlet*.

Setelah *plantlet* dalam botol tersebut cukup besar dapat dipindah ke media tanah seperti pada umumnya. Proses menanam dengan teknik kultur jaringan dapat kamu amati melalui skema pada **Gambar 5.7**.



Sumber: www.tfkhdtyt.blogspot.com

Gambar 5.7

Skema menanam tanaman dengan teknik kultur jaringan.

Dampak Penerapan Bioteknologi

Bioteknologi semula diharapkan dapat membantu memecahkan berbagai persoalan dunia yang dihadapi oleh umat manusia, seperti kekurangan pangan, penyakit, hambatan-hambatan di dalam melakukan aktivitas manusia sendiri seperti pertambangan dan lain sebagainya.

Banyak contoh-contoh masalah umat manusia dapat diatasi melalui bioteknologi ini; namun perlu juga disadari bahwa dampaknya juga tidak sedikit. Dampak penerapan bioteknologi terdapat pada berbagai aspek kehidupan seperti etika/moral, lingkungan hidup, sosial ekonomi, dan kesehatan.

Dampak di Bidang Sosial Ekonomi

Produk bioteknologi dapat merugikan petani kecil. Penggunaan hormon pertumbuhan sapi (*bovine growth hormone*/BGH) dapat meningkatkan produksi susu sapi sampai 20%. Bila tidak diatur penggunaannya hal ini akan menggusur peternak kecil. Bioteknologi dapat menimbulkan kesenjangan ekonomi.

Dalam waktu yang tidak terlalu lama lagi, jeruk, tembakau, coklat, kopi, gula, kelapa, vanili, ginseng dan opium akan dapat dihasilkan melalui modifikasi genetika tanaman lain. Keadaan ini akan menyingkirkan tanaman aslinya. Dunia ketiga sebagai penghasil tanaman-tanaman tadi akan menderita kerugian besar.

Pelepasan makhluk transgenik ke alam bebas dapat menimbulkan dampak berupa pencemaran biologi yang bisa lebih berbahaya daripada pencemaran kimia dan nuklir. Dengan keberadaan rekayasa genetika, perubahan genotip tidak dirancang secara alami sesuai dengan kebutuhan dinamika populasi, melainkan menurut kebutuhan pelaku bioteknologi itu. Bila tidak dilakukan secara bijaksana, perubahan drastis ini berpotensi menimbulkan bahaya yang besar.



Jurnal IPA

Tulislah di dalam Jurnal IPA-mu, kemungkinan dampak apa yang muncul kalau bioteknologi konvensional seperti pembuatan tempe dan tape dilakukan secara besar-besaran?

Dampak di Bidang Etika/Moral

Menyisipkan gen makhluk hidup kepada makhluk hidup lain memiliki dampak etika yang serius. Menyisipkan gen makhluk hidup lain yang tidak berkerabat dianggap sebagai pelanggaran terhadap hukum alam dan sulit diterima masyarakat. Mayoritas orang Amerika berpendapat bahwa pemindahan gen itu tidak etis, 90% menentang pemindahan gen manusia ke hewan, dan 75% menentang pemindahan gen hewan ke hewan lain.

Dampak di Bidang Kesehatan

Produk rekayasa di bidang kesehatan ini memang sudah ada yang menimbulkan masalah yang serius. Contohnya adalah penggunaan insulin hasil rekayasa telah menyebabkan 31 orang meninggal di Inggris. Tomat Flavr Savr diketahui mengandung gen resisten terhadap antibiotik. Susu sapi yang disuntik dengan hormon BGH disinyalir mengandung bahan kimia baru yang punya potensi berbahaya bagi kesehatan manusia. Bahan pangan transgenik yang tidak berlabel juga membawa konsekuensi bagi penganut agama tertentu. Bagaimana hukumnya bagi penganut agama Islam, kalau gen babi disisipkan ke dalam buah semangka? Penerapan hak paten pada organisme hasil rekayasa merupakan pemberian hak pribadi atas organisme. Hal ini bertentangan dengan banyak nilai-nilai budaya yang menghargai nilai intrinsik makhluk hidup.

Intisari Subbab



Jawablah dengan singkat dan jelas! Tulislah jawabanmu di buku Jurnal-mu

1. Semangka tertentu menurut kabar telah disisipkan gen babi. Coba kamu jelaskan kemungkinan dampaknya secara moral dan ekonomi?
2. Kalau Amerika Serikat berhasil membuat coklat dari alang-alang, mengapa hal itu dapat merugikan Indonesia?
3. Jelaskan dampak bioteknologi modern bagi lingkungan hidup?
4. Bagaimana para pakar membuat organisme yang tidak mampu menghasilkan produk menjadi mampu pada bioteknologi modern?
5. Sebutkan beberapa produk bioteknologi modern!



Rangkuman



A. Penerapan Bioteknologi untuk Mendukung Kelangsungan Hidup Manusia

1. Bioteknologi sebenarnya bukanlah ilmu baru, karena bioteknologi konvensional sudah ada sejak manusia ada. Teknik fermentasi telah digunakan oleh manusia sejak dahulu kala untuk membuat berbagai ragam makanan fermentatif seperti tempe, tape, oncom, tahu, legem, terasi, susu masam, dan sebagainya.
2. Sejalan dengan berkembangnya teknologi dan ilmu pengetahuan terutama biologi sel dan biologi molekuler, orang melakukan intervensi untuk mengubah beberapa sifat makhluk hidup sesuai dengan keinginannya. Perubahan itu dilakukan dengan menyisipkan atau mengganti DNA (pembawa sifat) makhluk hidup itu dengan potongan DNA lain yang “unggul”.

B. Penerapan Bioteknologi Sehari-hari

1. Dari hasil proses ini telah diperoleh banyak makhluk hidup transgenik yang memiliki sifat unggul. Keunggulan itu misalnya: ada tanaman yang sangat tinggi nilai gizinya, ada tanaman yang tahan hama, karena mampu menghasilkan zat yang dapat membunuh hama, ada bakteri yang dapat menghasilkan enzim,. Di samping itu terdapat banyak penyakit menurun yang kemungkinan besar dapat disembuhkan dengan menyisipkan gen-gen tertentu ke dalam selnya.
2. Kemajuan yang diperoleh di dalam bidang bioteknologi ini terutama rekayasa genetika telah membawa angin segar bagi peningkatan kesejahteraan dan harapan hidup manusia. Tapi dibalik terdapat banyak dampak yang negatif di berbagai bidang kehidupan seperti etika, moral, lingkungan, sosial ekonomi, dan sebagainya.
3. Kemajuan yang diperoleh di dalam bidang bioteknologi ini terutama rekayasa genetika telah membawa angin segar bagi peningkatan kesejahteraan dan harapan hidup manusia. Tapi dibalik terdapat banyak dampak yang negatif di berbagai bidang kehidupan seperti etika, moral, lingkungan, sosial ekonomi, dan sebagainya.



Evaluasi



Reviu Perbendaharaan Kata

Pasangkan Kata-kata Kunci IPA berikut (tidak semua kata kunci digunakan) dengan pernyataan di bawahnya.

- a. kloning
- b. bioteknologi konvensional
- c. bioteknologi modern
- d. totipotensi
- e. kultur jaringan
- f. fermentasi
- g. transgenik
- i. mikoprotein
- j. bioteknologi

1. Produk makanan yang berasal dari miselium jamur (tubuh jamur) bertambah banyaknya individu suatu spesies untuk mempertahankan jenisnya.
2. Pembentukan sel-sel secara invitro yang memiliki sifat sama dan identik dengan induk
3. Pemanfaatan organisme hidup untuk menghasilkan produk dan jasa yang bermanfaat bagi manusia.

4. Bioteknologi yang mengandalkan jasa mikroba untuk menghasilkan produk yang dibutuhkan manusia melalui proses fermentasi.
 5. Rekayasa genetika berusaha mengubah sifat organisme sehingga memiliki kemampuan seperti yang diinginkan.
 6. Makhluk hidup yang telah disisipi sifat (DNA) baru biasanya akan memiliki sifat baru itu.
 7. Setiap sel tumbuhan memiliki kemampuan untuk tumbuh menjadi individu bila ditempatkan pada lingkungan yang sesuai
 8. Teknik untuk memperoleh bibit tanaman dengan cara menumbuhkan sebagian jaringan tumbuhan dalam media khusus
4. Setiap sel tumbuhan memiliki kemampuan untuk berkembang menjadi individu baru jika ditumbuhkan dalam media yang sesuai. Sifat tersebut dikenal dengan istilah _____
 - a. totipotensi
 - b. genetik
 - c. fenotif
 - d. genotif
 5. Penyembuhan penyakit menurun dengan jalan menyisipkan gen yang kurang pada penderita. Proses ini disebut ____
 - a. terapi genetik
 - b. terapi alternatif
 - c. rekayasa genetika
 - d. terapi medis

Pengecekan Konsep

Pilihlah kalimat atau kata berikut untuk melengkapi kalimat.

1. Proses reproduksi vegetatis yang bertujuan menghasilkan makhluk hidup yang secara genetik sama disebut _____
 - a. fertilisasi
 - b. perkembangbiakan seksual
 - c. kloning
 - d. mutasi
2. Contoh dari bioteknologi konvensional adalah _____
 - a. fermentasi
 - b. kloning
 - c. individu transgenik
 - d. planlet
3. Planlet adalah individu baru dan kecil hasil dari teknik perbanyak tumbuhan yang dikenal dengan _____
 - a. fermentasi
 - b. kultur jaringan
 - c. klon
 - d. rekayasa genetika
6. *Aspergillus oryzae* atau *Aspergillus soyae* bersama *Saccharomyces rouxii* atau *Pediococcus soyae* digunakan dalam pembuatan _____
 - a. kecap
 - b. tape
 - c. tempe
 - d. taucu
7. *Rhizopus oryzae*, *R. oligosporus*, *R. stolonifer*, *R. chlamydosporus* dimanfaatkan oleh orang untuk membuat _____
 - a. kecap
 - b. tape
 - c. tempe
 - d. taucu
8. Produk bioteknologi modern yang disebut insulin digunakan untuk pengobatan terhadap penyakit _____
 - a. thalasemia
 - b. diabetes
 - c. hepatitis
 - d. anemia

Pemahaman Konsep

Jawablah pertanyaan berikut di dalam buku IPA-mu

1. Analisislah apa yang menyebabkan bioteknologi berkembang seperti dewasa ini?
2. Apa keuntungan dari proses pembuatan bibit tanaman melalui kultur jaringan.
3. Pikirkan apa yang akan timbul pada tatanan masyarakat kita andaikata bioteknologi berhasil mengkloning manusia dengan sifat-sifat yang dikehendaki?

Pengembangan Keterampilan

1. (a) Ambillah sepotong tempe yang masih segar. Ambillah benang-benang halusny, dan amatilah di bawah mikroskop. Gambarlah hasil pengamatanmu.
 - (b) Keesokan harinya lakukan pengamatan yang sama pada tempe tersebut. Catat hasil pengamatanmu, dan bandingkan dengan pengamatan pertama.
 - (c) Lakukan lagi kegiatan yang sama pada hari ke tiga dan keempat.
 - (d) Perubahan apa yang tampak pada jamur yang tampak pada tempe. Buatlah gambar untuk menunjukkan perbedaannya.
2. Carilah dan tulislah ringkasan dari koran yang berceritera tentang kloning.
3. Buatlah suatu tulisan tentang hasil bioteknologi yang diterapkan dalam kehidupanmu sehari hari. Carilah sumber informasi dari bacaan ataupun dari internet.

