



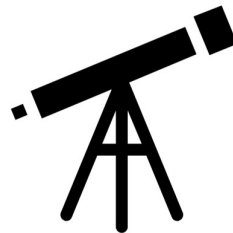
**KERJASAMA  
DINAS PENDIDIKAN KOTA SURABAYA  
DENGAN  
FAKULTAS MIPA UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA**



## **MODUL**

### **MATA PELAJARAN IPA**

**Bioteknologi dan Aplikasinya dalam Kehidupan Sehari-hari**



untuk kegiatan

**PELATIHAN PENINGKATAN MUTU GURU**

**DINAS PENDIDIKAN KOTA SURABAYA**

**TAHUN 2017**

## BIOTEKNOLOGI DAN APLIKASINYA DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI

### A. PENGANTAR

Pada bab ini akan dipaparkan secara rinci konsep-konsep terkait bioteknologi yang meliputi (a) pengertian bioteknologi, (b) disiplin ilmu/cabang biologi yang diimplementasikan dalam bioteknologi, (c) klasifikasi bioteknologi menjadi bioteknologi konvensional/tradisional dan bioteknologi modern, (d) dampak bioteknologi dalam berbagai bidang kehidupan dan (e) praktik-praktik bioteknologi di sekolah.

Materi-materi bioteknologi seperti telah disebutkan di atas harus dikuasai siswa supaya siswa mencapai kompetensi seperti yang tercantum dalam kurikulum, sebagai tolok ukur keberhasilan pembelajaran yang dilakukan di sekolah. Adapun Kompetensi Dasar (KD) dan Standar Kompetensi Lulusan Ujian Nasional (SKL UN) terkait materi bioteknologi adalah sebagai berikut.

3.7 Menerapkan konsep bioteknologi dan perannya dalam kehidupan manusia

4.7 Membuat salah satu produk bioteknologi konvensional yang ada di lingkungan sekitar  
SKL UN SMP yang terkait dengan materi bioteknologi adalah sebagai berikut.

1. Siswa dapat mendeskripsikan pengertian bioteknologi.
2. Siswa dapat menyebutkan disiplin ilmu /cabang biologi yang digunakan dalam bioteknologi.
3. Siswa dapat mengklasifikasikan bioteknologi berdasarkan karakteristik proses dan produk yang dihasilkan.
4. Siswa dapat mendeskripsikan dampak bioteknologi pada berbagai bidang kehidupan.
5. Siswa dapat membuat berbagai produk bioteknologi di sekolah.

### B. TUJUAN

Tujuan yang ingin dicapai dengan disusunnya modul ini untuk peserta diklat adalah sebagai berikut.

1. Peserta Diklat mampu mengkomunikasikan konsep terkait pengertian , disiplin ilmu yang terlibat dalam, klasifikasi, dampak dan praktik-praktik bioteknologi pada teman sejawat maupun siswanya.
2. Peserta Diklat mampu merumuskan indikator setara ujian nasional untuk kompetensi yang berkaitan dengan pengertian , disiplin ilmu yang terlibat dalam, klasifikasi, dampak dan praktik-praktik bioteknologi untuk siswanya.
3. Peserta Diklat mampu menyusun butir soal setara ujian nasional sesuai dengan rumusan indikator terkait pengertian , disiplin ilmu yang terlibat dalam, klasifikasi, dampak dan praktik-praktik bioteknologi untuk siswanya.

### C. URAIAN MATERI

Pada uraian materi akan dipaparkan secara rinci lima sub materi penting terkait bioteknologi yang akan mengantarkan siswa mencapai kompetensi seperti yang tercantum dalam kurikulum

#### 1. Pengertian Bioteknologi

Terdapat berbagai pengertian bioteknologi yang berkembang saat ini. Menurut Ahmad (2014) Bioteknologi adalah proses transformasi dengan memanfaatkan pengetahuan biologi, biokimia, mikrobiologi, biologi molekuler, biofarmasi dan kemajuan rekayasa dalam sebuah penelitian memakai sel hidup yang akan membawa penemuan baru dan penyempurnaan pemecahan masalah di berbagai bidang kehidupan manusia.

Istilah bioteknologi untuk pertama kalinya dikemukakan oleh Karl Ereky, seorang insinyur Hongaria pada tahun 1917 untuk mendeskripsikan produksi babi dalam skala besar dengan menggunakan bit gula sebagai sumber pakannya (Suwanto *dalam* Nurcahya, 2011). Beragam batasan dan pengertian dikemukakan oleh berbagai lembaga untuk menjelaskan tentang Bioteknologi. Beberapa diantaranya akan diulas singkat sebagai berikut (Nurcahya, 2011).

1. Menurut Bull et al. (1982), bioteknologi merupakan penerapan asas-asas sains (ilmu pengetahuan alam) dan rekayasa (teknologi) untuk pengolahan suatu bahan dengan melibatkan aktivitas jasad hidup untuk menghasilkan barang dan/atau jasa.
2. Bioteknologi merupakan penerapan prinsip-prinsip ilmu pengetahuan dan kerekayasaan untuk penanganan dan pengolahan bahan dengan bantuan agen biologis untuk menghasilkan bahan dan jasa (OECD,1982).
3. Bioteknologi adalah teknik pendayagunaan organisme hidup atau bagian organisme untuk membuat atau memodifikasi suatu produk dan meningkatkan/memperbaiki sifat tanaman atau hewan atau mengembangkan mikroorganisme untuk penggunaan khusus (OTA-US, 1982).
4. Menurut Primrose (1987), secara lebih sederhana bioteknologi merupakan eksploitasi komersial organisme hidup atau komponennya seperti; enzim.
5. Bioteknologi berasal dari dua kata, yaitu 'bio' yang berarti makhluk hidup dan 'teknologi' yang berarti cara untuk memproduksi barang atau jasa. Dari paduan dua kata tersebut European Federation of Biotechnology mendefinisikan bioteknologi sebagai perpaduan dari ilmu pengetahuan alam dan ilmu rekayasa yang bertujuan meningkatkan aplikasi organisme hidup, sel, bagian dari organisme hidup, dan/atau analog molekuler untuk menghasilkan produk dan jasa.
6. Atau secara tegas dinyatakan, Bioteknologi merupakan penggunaan terpadu biokimia, mikrobiologi, dan ilmu-ilmu keteknikan dengan bantuan mikroba, bagian-bagian mikroba atau sel dan jaringan organisme yang lebih tinggi dalam penerapannya secara teknologis dan industri (EFB., 1983)

Berdasarkan terminologinya, maka bioteknologi dapat diartikan sebagai berikut (Nurchahya, 2011)

1. “Bio” memiliki pengertian agen hayati (living things) yang meliputi; organisme (bakteri, jamur (ragi), kapang), jaringan/sel (kultur sel tumbuhan atau hewan), dan/atau komponen sub-selulernya (enzim).
2. “Tekno” memiliki pengertian teknik atau rekayasa (engineering) yaitu segala sesuatu yang berkaitan dengan rancang-bangun, misalnya untuk rancang bangun suatu bioreaktor. Cakupan teknik disini sangat luas antara lain; teknik industri dan kimia.
3. “Logi” memiliki pengertian ilmu pengetahuan alam (sains) yang mencakup; biologi, kimia, fisika, matematika dsb. Ditinjau dari sudut pandang biologi (biosain), maka bioteknologi merupakan penerapan (applied); biologi molekuler, mikrobiologi, biokimia, dan genetika. Dengan demikian, bioteknologi merupakan penerapan berbagai bidang (disiplin) ilmu (interdisipliner). Oleh karena itu, tidak ada seorangpun yang dapat menguasai seluruh aspek bioteknologi.

Berdasarkan definisi dan pengertian di atas, maka bioteknologi tidak lain adalah suatu proses yang unsur-unsurnya sebagai berikut (Nurchahya, 2011).

1. Input yaitu bahan kasar (raw material) yang akan diolah seperti; beras, anggur, susu dsb.
2. Proses yaitu mekanisme pengolahan yang meliputi; proses penguraian atau penyusunan oleh agen hayati.
3. Output yaitu produk baik berupa barang dan/atau jasa, seperti; alkohol, enzim, antibiotika, hormon, pengolahan limbah.

## **2. Disiplin ilmu/cabang biologi yang diplikasikan dalam bioteknologi**

Berdasarkan beberapa pengertian yang telah disebutkan di atas, bioteknologi mempunyai ciri adanya keterlibatan organisme dalam suatu proses yang menghasilkan barang atau jasa. Bioteknologi merupakan disiplin ilmu aplikatif yang melibatkan disiplin ilmu lainnya dalam proses produksi barang dan jasa. Adapun disiplin ilmu-disiplin ilmu yang sering terlibat dalam bioteknologi meliputi mikrobiologi, biokimia, genetika, teknik rekayasa dan lain-lain.

Mikrobiologi mempelajari semua aspek yang terdapat pada organisme renik yang meliputi mikrobia, fungi dan organisme renik lainnya. Mikroorganisme yang keanegaragamannya sangat banyak dalam bioteknologi sering berjasa dalam menjalankan proses fermentasi. Biokimia memberikan dasar-dasar konsep yang penting dalam proses produksi barang atau jasa. Genetika memberikan dasar konsep yang kuat untuk pemanfaatan bahan genetic dalam proses produksi. Sedangkan teknik rekayasa akan mempermudah praktikan dalam membuat rancang bangun peralatan untuk proses produksi barang atau jasa.

### 3. Klasifikasi bioteknologi berdasarkan karakteristik proses dan produknya

Berdasarkan karakteristik proses produksi dan produk yang dihasilkan, bioteknologi dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu bioteknologi konvensional/tradisional dan bioteknologi modern.

Bioteknologi konvensional dicirikan oleh proses produksi yang didasarkan pada proses fermentasi yang dilakukan oleh organisme utuh, alat dan bahan yang digunakan sederhana, praktikan tidak dituntut keahlian yang tinggi dan proses produksi dilakukan dalam suasana yang semi steril. Contoh produk bioteknologi konvensional adalah tempe, tape, yoghurt, nata de coco, brem dan makanan atau minuman fermentasi yang lain.

Bioteknologi modern dicirikan oleh adanya penggunaan bagian dari organisme untuk proses produksi. Jadi organisme diambil enzimnya, sebagian bahan genetiknya atau bagian tubuh lainnya untuk menghasilkan barang atau jasa, perlu alat dan bahan yang canggih, praktikan harus mempunyai keterampilan dan keahlian yang tinggi dan mampu menangani alat dan bahan yang canggih dan rumit, tempat bekerja dan peralatannya harus mempunyai tingkat sterilitas yang tinggi.

### 4. Dampak bioteknologi pada berbagai bidang kehidupan

Bioteknologi memberikan dampak yang besar dalam kehidupan manusia. Dampak bioteknologi dapat berupa dampak positif maupun dampak negatif. Dampak bioteknologi juga pada berbagai bidang kehidupan seperti bidang pertanian dan peternakan, bidang kesehatan, bidang ekonomi, etika dan social juga pada lingkungan. Berikut ini adalah dampak-dampak bioteknologi (Putri, 2013).

#### a. Dampak positif

- Bioteknologi dapat mengatasi kekurangan bahan makanan (protein dan vitamin). Dengan bioteknologi, bahan makanan dapat diproduksi secara lebih cepat tanpa memerlukan ruangan yang luas (misal PST-Potein Sel Tunggal).
- Membantu mengatasi masalah kesehatan dengan menyediakan obat-obatan untuk memberantas penyakit secara lebih murah.
- Menyediakan berbagai senyawa organik seperti alkohol, asam asetat, gula, bahan makanan, protein, vitamin.
- Menyediakan energi, misalnya biogas.
- Memperbaiki lingkungan (misal bakteri pencerna limbah)
- Mengatasi kesulitan memperoleh keturunan (bayi tabung)

#### b. Dampak negatif

- Dampak terhadap lingkungan

Dampak bioteknologi terhadap lingkungan adalah timbulnya dampak yang merugikan terhadap keanekaragaman hayati disebabkan oleh potensi terjadinya aliran gen ketanaman sekarabat atau kerabat dekat. Pelepasan organisme transgenik (berubah secara genetik) ke alam bebas dapat menimbulkan dampak berupa pencemaran biologi

yang dapat lebih berbahaya daripada pencemaran kimia dan nuklir. Dengan keberadaan rekayasa genetika, perubahan genotipe tidak terjadi secara alami sesuai dengan dinamika populasi, melainkan menurut kebutuhan pelaku bioteknologi itu. Perubahan drastis ini akan menimbulkan bahaya, bahkan kehancuran. “menciptakan” makhluk hidup yang seragam bertentangan dengan prinsip di dalam biologi sendiri, yaitu keanekaragaman.

Contoh lainnya adalah proses 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.

– Dampak terhadap kesehatan

Produk rekayasa di bidang kesehatan dapat juga menimbulkan masalah 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.

Selain itu, di bidang kesehatan manusia terdapat kemungkinan produk gen asing, seperti, gen *cry* dari *Bacillus thuringiensis* maupun *Bacillus sphaericus*, dapat menimbulkan reaksi alergi pada tubuh manusia, perlu di cermati pula bahwa insersi (penyisipan) gen asing ke genom inang dapat menimbulkan interaksi antara gen asing dan inang produk bahan pertanian dan kimia yang menggunakan bioteknologi.

Tidak semua masyarakat menerima bioteknologi, karena menganggap melawan kodrat alam. Padahal sebenarnya para ahli hanya mencontoh peristiwa yang terjadi di alam. Bioteknologi yang menimbulkan kontroversi misalnya bayi tabung, pengklonan manusia dan transplantasi organ. Belum ada hukum yang mengikuti perkembangan bioteknologi, misalnya hukum tentang nenek yang mengandung cucunya. Ada kekhawatiran keterampilan merekayasa gen dimanfaatkan untuk kejahatan, misalnya mengubah gen bakteri untuk menjadi ganas dan digunakan untuk senjata biologi.

Munculnya organisme transgenik yang belum diketahui dampaknya. Organisme transgenik dikhawatirkan justru akan mempengaruhi keseimbangan alam, sulit dikendalikan atau dapat membahayakan keselamatan manusia.

– Dampak di bidang sosial ekonomi

Beragam aplikasi rekayasa menunjukkan bahwa bioteknologi mengandung dampak ekonomi yang membawa pengaruh kepada kehidupan masyarakat. Produk

bioteknologi dapat merugikan petani kecil. Penggunaan hormon pertumbuhan sapi (*bovine growth hormone*: BGH) dapat meningkatkan produksi susu sapi sampai 20% niscaya akan menggusur peternak kecil. Dengan demikian, bioteknologi dapat menimbulkan kesenjangan ekonomi.

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

Dampak bioteknologi di bidang sosial ekonomi yang lain adalah persaingan internasional dalam perdagangan dan pemasaran produk bioteknologi. Persaingan tersebut dapat menimbulkan ketidakadilan bagi negara berkembang karena belum memiliki teknologi yang maju. Kesenjangan teknologi yang sangat jauh tersebut disebabkan karena bioteknologi modern sangat mahal sehingga sulit dikembangkan oleh negara berkembang. Ketidakadilan, misalnya sangat terasa dalam produk pertanian transgenik yang sangat merugikan bagi agraris berkembang. Hak paten yang dimiliki produsen organisme transgenik juga semakin menambah dominasi negara maju.

– Dampak terhadap etika

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

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 makhluk hidup hasil rekayasa merupakan pemberian hak pribadi atas makhluk hidup. Hal itu bertentangan dengan banyak nilai-nilai budaya yang menghargai nilai intrinsik makhluk hidup.

## 5. Praktik-praktik bioteknologi di sekolah

Bioteknologi adalah disiplin ilmu aplikatif. Dalam membelajarkan bioteknologi sangat disarankan untuk mengajak siswa membuat produk-produk bioteknologi seperti tempe, tape, keju, yoghurt, kecap atau produk-produk lainnya. Pada bagian ini akan dipaparkan cara pembuatan berbagai produk bioteknologi yang dapat dipraktikkan di sekolah.

### a. Yoghurt

Yoghurt merupakan susu yang dibuat melalui proses fermentasi bakteri. Bakteri yang digunakan adalah bakteri baik untuk tubuh bukan bakteri jahat. Bakteri yang baik adalah bakteri *Lactobacillus Bulgaricus* dan *Streptococcus Thermophilus*.

Fermentasi laktosa (gula susu) menciptakan asam laktat yang berperan dalam protein susu untuk menghasilkan aroma khas dan tekstur kental pada Yoghurt. Yoghurt dapat diolah menjadi macam-macam jenis susu termasuk susu kedelai meskipun produksi terbanyak saat itu adalah susu sapi.

Bagi mereka yang alergi susu atau tidak suka baunya susu tidak perlu cemas saat menikmati Yoghurt karena tetap dapat mengkonsumsi Yoghurt tanpa alergi ataupun bau susu yang tajam. Meskipun Yoghurt terbuat dari susu namun rasanya sangat berbeda dari susu.

Yoghurt juga dapat dibuat dalam berbagai rasa atau dibuat menjadi kreasi lain seperti jus yoghurt buah, es krim yoghurt hingga kue lapis yoghurt. Selain itu Yoghurt dapat memberikan kebaikan untuk tubuh kita yaitu dapat memperlancar sistem pencernaan kita dalam proses metabolisme tubuh.

Yoghurt aman dikonsumsi oleh anak-anak hingga orang tua. Yoghurt juga dapat dikreasikan menjadi berbagai pelengkap di makanan ataupun minuman. Selain itu Yoghurt sangat cocok untuk dijadikan salah satu menu diet anda selain salad, dan lain-lain. Berikut ini adalah cara membuat yoghurt (Saffradika, 2016).

#### **Bahan Yoghurt :**

1. Siapkan 1 liter susu murni. Boleh menggunakan susu kemasan tapi lebih baik susu murni.
2. Bibit yoghurt sebanyak 5% dari banyaknya susu murni. Untuk 1 liter susu murni bisa menggunakan sekitar 50 mL atau 2 sdm bibit yoghurt. Bisa dibeli di supermarket dengan berbagai merk dagang seperti yakult, vitacarm dan merk-merk lainnya.

#### **Cara Membuat Yoghurt :**

1. Panaskan susu murni di atas api kecil sambil terus diaduk selama 30 menit dan jaga agar susu tidak sampai mendidih supaya protein susu tidak rusak.
2. Setelah 30 menit, angkat susu dan dinginkan hingga hangat kuku dalam suhu ruangan
3. Masukkan bibit yoghurt lalu aduk sampai rata dengan menggunakan alat pengaduk steril. Bila kesulitan mencari alat pengaduk dapat menggunakan spatula kayu yang sebelumnya sudah disiram menggunakan air panas sebagai proses sterilisasi alat.
4. Apabila sudah selesai masukan ke wadah tertutup lalu tutup dengan serbet untuk menciptakan kondisi gelap yang adalah syarat hidup bakteri fermentasi selama 20-24 jam.
5. Sesudah 20-24 jam akan muncul lapisan berwarna kekuningan kental di atas permukaannya. Apabila masih kurang kental atau kurang asam bisa dilebihkan lagi waktunya.  
Bila dirasa sudah pas, aduk menggunakan alat steril sampai tercampur rata.
6. Jika hendak membuat yoghurt lagi, pisahkan beberapa sendok ke dalam cup kecil. Inilah yang kelak akan menjadi starter apabila hendak membuat yoghurt lagi jadi tidak perlu ke supermarket membeli bibit baru. Cup berisi yoghurt tersebut ditutup rapat, tuliskan



tanggal pembuatannya lalu masukan kulkas. Disarankan maksimal seminggu supaya tetap terjaga rasa dan sterilitasnya

7. Bila sudah siap, bisa ditambahkan sirup atau buah-buahan sesuai selera. Selamat menikmati

**Hal-hal yang perlu diperhatikan saat membuat yoghurt :**

1. Pastikan proses fermentasi yoghurt menggunakan wadah kedap udara. Wadah yang tertutup rapat akan melancarkan proses fermentasi
2. Saat membeli yoghurt plain, lihat dulu masa kadaluarsanya. Kalau sudah expired maka proses pembuatan yoghurt tidak akan berhasil
3. Saat memasukan susu ke wadah, pastikan susu dalam keadaan hangat. Tidak panas dan tidak terlalu dingin
4. Bibit yoghurt yang dimaksud adalah produk yoghurt seperti cimory, biokul, dst. Disebut bibit karena itulah yang akan menjadi biang penghasil yoghurt. Saat memilih bibit pilihlah bibit yang terdapat tulisan “Live Culture” pada kemasannya supaya bakteri fermentasi dapat berkembang. Live culture yang dimaksud pada umumnya adalah bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*
5. Pastikan perbandingan susu murni dan bibitnya tepat. Apabila nanti yoghurtnya terlampau kental, itu artinya terlalu banyak bibit. Bila terlalu encer berarti terlalu sedikit.

**b. Tempe**

Tempe merupakan alternatif sumber gizi terbaik. Harganya yang murah serta rasanya yang nikmat membuat tempe tak pernah kehilangan konsumen setianya. Pada dasarnya, tempe terbuat dari bebijian kedelai yang difermentasikan dengan jamur tertentu. Tetapi, di daerah tertentu ada beberapa jenis tempe yang tidak dibuat dari kedelai. Misalnya di daerah Waduk Kedungombo dimana tempe khasnya terbuat dari biji Kara Benguk atau *Macuna pruriens*. Di daerah Lombok juga Bali Timur, tempenya terbuat dari ampas kacang gude dengan nama tempe gembus. Di Malang lain lagi, tempenya bernama tempe Majas dan terbuat dari campuran kacang tanah dan juga kelapa. Masih ada banyak varian tempe. Tetapi secara umum, tempe dari kedelai menempati urutan konsumsi tertinggi di Indonesia. Jika selama ini Anda terbiasa membeli tempe di pasar, tak ada salahnya kali ini Anda membuat tempe langsung dari rumah Anda. Caranya terbilang mudah. Bahannya pun hanya dua : Biji Kedelai dan Ragi.

**Langkah Pembuatan Tempe**

Pada dasarnya, pembuatan tempe sangatlah mudah untuk diikuti. Secara sederhana, langkah tersebut dirangkum dalam diagram gambar sebagai berikut. Untuk membuat tempe, langkah paling awal tentunya menyiapkan bahan dan juga alat yang dibutuhkan. Adapun bahan-bahan yang dibutuhkan sebagai berikut (Tibbetts, 2012).

- Kacang kedelai sebanyak 2 kg

- tepung sagu atau tapioka sebanyak 1 sendok makan
- Ragi tempe sebanyak 1 sendok makan

Adapun alat-alat yang dibutuhkan antara lain:

- Panci untuk merebus
- Wadah cekung atau mangkuk
- wadah datar
- Plastik atau daun pisang

#### *Prosedur Pembuatan Tempe*

1. Pertama, rebus air hingga mendidih. Setelah itu masukkan kacang kedelai ke dalam air yang mendidih tadi. Diamkan hingga suhu air hangat. Selanjutnya, pisahkan air dan kacang kedelai. Kemudian remas-remas hingga kacang terpisah dari kulitnya dan kacang terbelah menjadi dua.
2. Kacang kedelai yang telah terpisah dari kulit kembali direbus dengan air hingga mengeluarkan buih. Setelah itu, pisahkan kacang kedelai dengan air. Agar lebih cepat kering, simpan kacang kedelai di wadah datar yang dasarnya telah diberi kain untuk menyerap cairan.
3. Setelah kering, kacang kedelai disimpan di wadah cekung. Kemudian tambahkan ragi dan tepung. Aduk hingga benar-benar merata.
4. Setelah tercampur sempurna, masukkan kacang kedelai ke dalam medium plastik atau daun pisang. Ujung plastik atau daun pisang dirapatkan. Kemudian bolongi plastik sehingga ada sirkulasi untuk udara.
5. Diamkan adonan tempe dengan durasi 24 sampai 36 jam. Lebih baik lagi jika disimpan di tempat yang hangat.

#### **c. Tape**

Pembuatan tape singkong tentunya lekat sekali dengan proses fermentasi, adalah hal wajib dalam pembuatan tape singkong. Singkong atau ubi kayu adalah salah satu jenis umbi-umbian yang sering kita temui sehari-hari baik di sekitar rumah maupun di pasar (bagi yang sering ke pasar), singkong ini juga banyak terdapat di hampir seluruh pelosok tanah air. Dulunya singkong di gunakan sebagai salah satu bahan makanan pengganti karbohidrat, perlahan tradisi mulai berganti mulai di kenalkannya tape singkong, keripik singkong, hingga ice cream singkong.

Tape singkong pada dasarnya sama seperti tape yang lain, dalam prosesnya juga sama menggunakan fermentasi untuk mengurai amilum menjadi glukosa dalam singkong sehingga memunculkan rasa manis. Selanjutnya kapang yang ada pada ragi tape akan menguraikan sebagian glukosa menjadi alcohol, sehingga rasa tepe menjadi manis dengan sedikit aroma alcohol. Hal ini berlaku juga untuk proses pembuatan tape ketan atau

pembuatan yang membutuhkan fermentasi karena secara fungsi fermentasi adalah proses penguraian zat pada suatu bahan agar menjadi lebih sederhana.

#### Bahan Utama Membuat Tape Singkong

- Untuk membuat tape singkong siapkan 1.5 kg Singkong, lalu kupaslah dan cuci beberapa kali hingga bersih.
- Setelah anda pastikan singkong bersih lanjutkan dengan memotong menjadi beberapa bagian atau boleh juga dalam bentuk utuh, tergantung selera anda.
- Secara takaran, 1.5 butir Ragi Tape sangat ideal untuk 1.5kg singkong, caranya dengan menghaluskan ragi tape tersebut ke dalam potongan singkong tadi.

#### Cara Membuat Tape Singkong

1. Singkong dikukus hingga matang (jangan sampai benyek karena hasilnya akan jelek). Kemudian dinginkan.
2. Tata singkong dalam wadah yang telah diberi alas daun pisang (wadah harus betul-betul bersih dan terbebas dari minyak, karena jika wadah kotor atau berminyak proses fermentasi tidak akan sempurna).
3. Taburi singkong rebus tersebut dengan Ragi Tapai hingga rata.
4. Tutup rapat wadah, sebelumnya lapiasi lagi dengan daun pisang, kemudian simpan di tempat kering dan hangat selama 2-3 hari.
5. Supaya memiliki rasa yang lebih khas, daun pisang bisa digunakan sebagai alas.

#### D. CONTOH INDIKATOR, SOAL, DAN PENYELESAIAN

Pada bagian akan ini akan diberikan contoh pembuatan indikator soal, soal yang sesuai dengan indikator yang dikembangkan dan cara pembahasannya.

Contoh Indikator	Contoh Soal Sesuai Indikator
1. Diberikan beberapa jenis makanan peserta didik dapat <b>menentukan</b> jenis makanan yang termasuk produk bioteknologi dengan tepat.	Perhatikan nama makanan dibawah ini! 1. Telur asin 2. Tahu 3. Tempe 4. Kecap Diantara jenis makanan tersebut di atas yang merupakan produk bioteknologi adalah.... A. Telur asin dan tahu B. Tahu dan tempe C. Tempe dan kecap D. Telur asin dan tempe

Penyelesaian: jawaban C tempe dan kecap. Dalam pembuatan tempe dan kecap digunakan jasad mikroorganisme yang melakukan proses fermentasi, sehingga bahan baku masing-masing produk diubah menjadi produk fermentasi. Pada pembuatan tahu, penggumpalan protein kedelai menjadi tahu tidak dilakukan oleh organisme tetapi menggunakan senyawa kimia yaitu cuka tahu. Demikian pula pada pembuatan telur asin, rasa asin yang muncul pada telur terjadi karena proses difusi garam melalui pori-pori kulit dan membrane telur.

Contoh Indikator	Contoh Soal Sesuai Indikator
<p>2. Diberikan beberapa jenis bahan baku untuk pembuatan produk bioteknologi tertentu (tapai), siswa dapat <b>memilih jenis bahan baku alternative/jenis bahan baku baru</b> yang sesuai untuk pembuatan produk bioteknologi tertentu (tapai) tersebut dengan tepat</p>	<p>Perhatikan bahan-bahan baku untuk pembuatan produk bioteknologi berikut ini! Kedelai, lamtoro, pisang mengkal, Kacang hijau.</p> <p>Apabila kamu diminta untuk membuat tape dari bahan tersebut di atas. Bahan yang akan kamu pilih beserta alasannya yang tepat adalah....</p> <p>A. Kedelai—mengandung banyak protein            B. Lamtoro—kurang dimanfaatkan maksimal            C. Pisang mengkal—mengandung banyak amilum            E. Kacang hijau—mengandunga banyak amilum</p>

Penyelesaian: Jawaban C pisang mengkal—mengandung banyak amilum. Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan tape harus beramilum, karena kapang amilolitik yang terdapat pada ragi tape akan mengubah amilum menjadi glukosa dan khamir yang ada pada ragi tape akan mengubah sebagian glukosa menjadi alcohol. Kapang amilolitik tidak sesuai apabila diberi substrat yang berprotein tinggi seperti pada biji-bijian (kedelai, lamtoro dan kacang hijau)

Contoh Indikator	Contoh Soal Sesuai Indikator
<p>3. Diberikan data hasil percobaan pembuatan yoghurt, siswa dapat merumuskan kesimpulan yang tepat berdasarkan data tersebut.</p>	<p>Berikut ini adalah data hasil percobaan pembuatan yoghurt berbahan baku berbagai jenis susu dan massa yoghurt yang dihasilkan oleh masing-masing jenis susu tersebut setelah proses fermentasi selesai.</p>

No.	Jenis susu	ulangan	Massa yoghurt yang dihasilkan (gr)
1	Sapi	S1	10
		S2	13
		S3	14
2	Kambing	K1	9
		K2	10
		K3	8
3	Formula	F1	5
		F2	6
		F3	5

Berdasarkan data di atas kesimpulan yang tepat dari percobaan yang dilakukan adalah....

A. Susu sapi merupakan bahan terbaik untuk membuat yoghurt

B. Susu kambing dapat digunakan sebagai bahan pembuatan yoghurt

C. Susu kedelai tidak dapat menghasilkan kualitas yoghurt yang baik

D. Jenis susu mempengaruhi massa yoghurt yang dihasilkan

**Penyelesaian: jawaban D jenis susu mempengaruhi massa yoghurt yang dihasilkan. Berdasarkan data yang dikumpulkan dapat dipastikan bahwa percobaan di atas merupakan penyelidikan terhadap pengaruh jenis susu terhadap massa yoghurt yang dihasilkan, jadi kesimpulan harus sesuai dengan tujuan penyelidikan itu dilakukan.**

#### E. SOAL-SOAL LATIHAN

1. Produk-produk bioteknologi berikut ini yang merupakan produk bioteknologi tradisional adalah....
  - A. Nata de coco, penisilin, insulin
  - B. Protein sel tunggal, insulin, tempe
  - C. Interferon, yoghurt, kecap
  - D. Kecap, yoghurt, penisilin
2. Ali ingin menyelidiki pengaruh jumlah ragi pada kualitas tempe yang dihasilkannya. Pernyataan berikut yang tepat untuk dilakukan Ali adalah....

- A. Menggunakan berbagai jenis biji-bijian untuk membuat tempe dan diamati rasa serta aroma tempe yang dihasilkannya
  - B. Menggunakan berbagai jumlah ragi untuk membuat tempe kedelai dan diamati massa tempe yang dihasilkannya
  - C. Menggunakan berbagai jenis biji-bijian untuk membuat tempe dan diamati massa tempe yang dihasilkannya
  - D. Menggunakan berbagai jumlah ragi untuk membuat tempe kedelai dan diamati rasa dan aroma tempe yang dihasilkannya
3. Berikut ini adalah kerja sinergi dari mikroorganisme yang terdapat dalam ragi tape untuk mengubah ketela pohon kukus/rebus menjadi tape.
- A. Amilum pada ketela pohon diubah menjadi glukosa dan alcohol oleh *Saccharomyces cerevisiae*
  - B. Amilum pada ketela pohon diubah oleh kapang amilolitik menjadi glukosa yang oleh *Saccharomyces cerevisiae* diubah menjadi alcohol
  - C. Amilum pada ketela pohon diubah oleh kapang amilolitik menjadi glukosa yang oleh *Saccharomyces cerevisiae* diubah menjadi spiritus
  - D. Amilum pada ketela pohon diubah menjadi glukosa dan alcohol oleh kapang amilolitik

#### **F. LATIHAN MERUMUSKAN INDIKATOR DAN MEMBUAT BUTIR SOAL**

Berdasarkan SKL materi bioteknologi yang dicantumkan pada bagian Pengantar di atas, yang meliputi (a) pengertian, (b) disiplin ilmu yang terlibat dalam, (c) klasifikasi, (d) dampak dan (e) praktik-praktik bioteknologi di sekolah rumuskan indikator dan kembangkan butir soal untuk mengukur indikator tersebut (sebagai contoh dapat dilihat pada poin D).

#### **G. DAFTAR PUSTAKA**

Ahmad, A. 2014. *Bioteknologi Dasar*. Universitas Hasanudin. Makasar.

Nurchahyo, H. 2011. *Diktat Bioteknologi*. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.

Putri, O.P., 2013. Dampak Penggunaan

Bioteknologi. <https://oktavianipratama.wordpress.com/2013/02/21/dampak-penggunaan-bioteknologi/> diakses 14 Januari 2017 pukul 23.00 WIB.

Saffradika, A., 2016. Cara Membuat Yoghurt. <http://zonamakan.blogspot.co.id/2014/11/cara-membuat-yoghurt-sehat-dan-praktis.html> diakses 14 Januari 2017 pukul 23.15 WIB

Tibbetts, T. 2012. Cara membuat Tempe. <http://cara-membuat-tempe.blogspot.co.id/2012/10/cara-praktis-membuat-tempe.html> diakses 14 Januari 2016 pukul 23.30 WIB