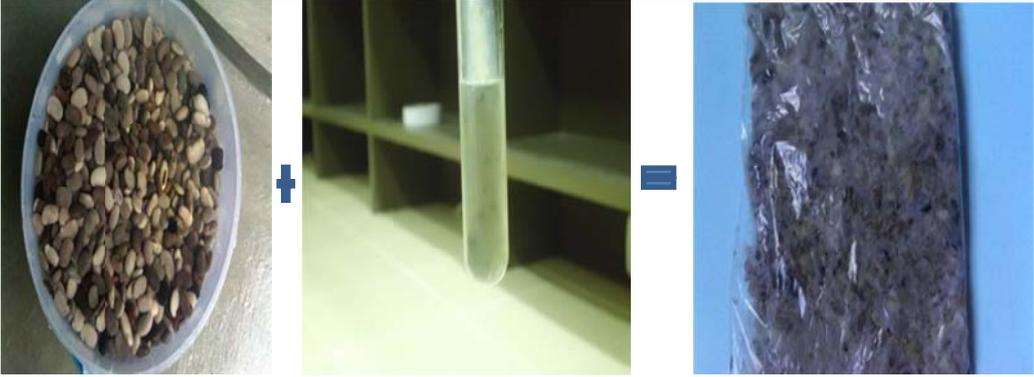


LAMPIRAN

Diagram Fermentasi Kacang Benguk (*Mucuna pruriens*)



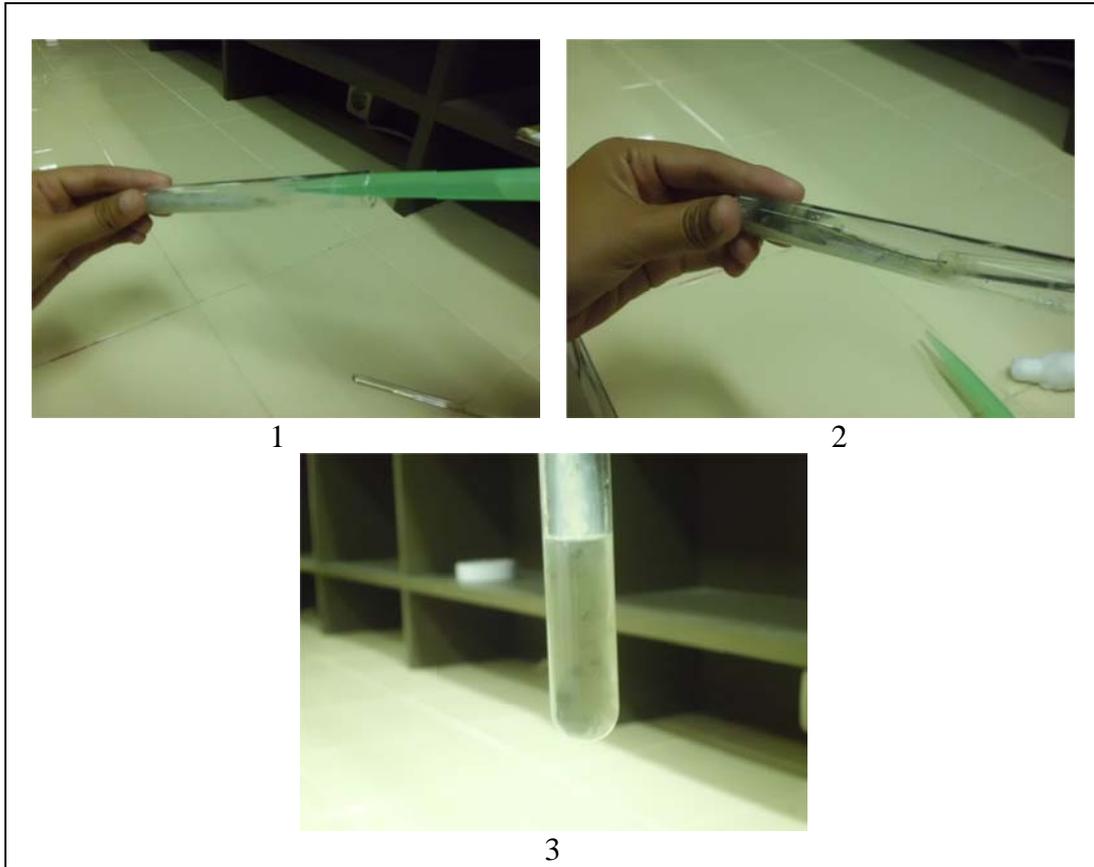


n dengan
ensikan
ita.

k
ian

The image shows a three-step process. The first step is a white bowl filled with almonds. The second step is a test tube containing a green liquid. The third step is a plastic bag containing a dark, textured material. The process is indicated by a plus sign between the first and second images, and an equals sign between the second and third images.

Membuat Inokulum dari Suspensi Kapang *Rhizopus oligosporus*

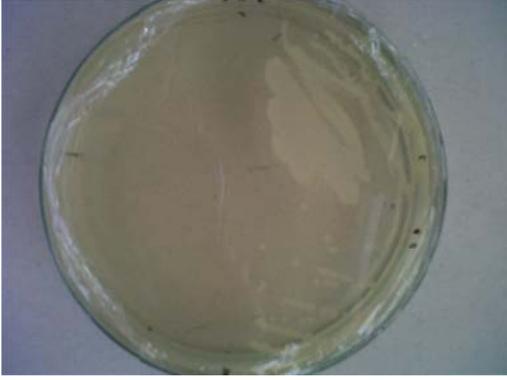
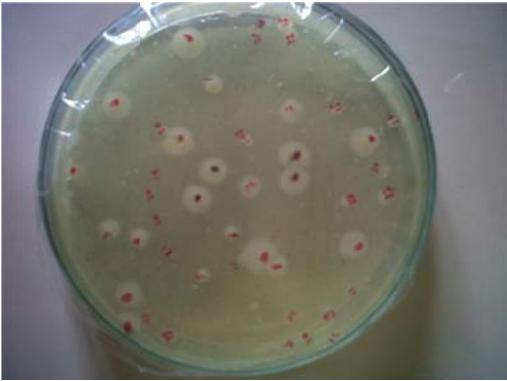


Keterangan :

1. 5 ml akuades steril dimasukkan kedalam tabung reaksi berisi isolat murni kapang *Rizhopus oligosporus*.
2. Kapang *Rizhopus oligosporus* dikorek dan dicampur hingga merata,
3. Hasil suspensi kapang *Rizhopus oligosporus* dengan 5 ml akuades steril.

LAMPIRAN

Isolasi Bakteri dari Air Rendaman Kacang Bengkuk (*Mucuna pruriens*) pada Media Nutrient Agar Plate

<p>Hasil Isolasi Bakteri dari Air Rendaman 0 – 8 jam</p> 	<p>Hasil Isolasi Bakteri dari Air Rendaman 8 – 16 jam</p> 
<p>Hasil Isolasi Bakteri dari Air Rendaman 16 – 24 jam</p> 	<p>Hasil Isolasi Bakteri dari Air Rendaman 24 – 32 jam</p> 
<p>Hasil Isolasi Bakteri dari Air Rendaman 32 – 40 jam</p> 	<p>Hasil Isolasi Bakteri dari Air Rendaman 40 – 48 jam</p> 

Isolasi Kapang dari Tempe Benguk



Hasil isolasi dari tempe benguk waktu inkubasi 0 - 30 jam



Hasil isolasi dari tempe benguk waktu inkubasi 30 - 50 jam



Hasil isolasi dari tempe benguk waktu inkubasi 50 - 90 jam

Sampel Air Rendaman Kacang Bengkak

Sampel air rendaman 0 – 8 jam



Sampel air rendaman 8 – 16 jam



Sampel air rendaman 16 – 24 jam



Sampel air rendaman 24 – 32 jam



Sampel air rendaman 32 – 40 jam



Sampel air rendaman 40 – 48 jam



Tempe Bengkak Hasil Inkubasi

Hasil Inkubasi 0 – 30 jam



Hasil Inkubasi 30 – 50 jam



Hasil Inkubasi 50 – 90 jam



LAMPIRAN

**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN
(RPP)**

Satuan Pendidikan	: SMA Negeri 2 Wates
Kelas / Semester	: XII/ 2
Program / Program Layanan *	: Reguler
Mata Pelajaran/Tema Pelajaran	: Biologi/ Bioteknologi
Alokasi Waktu	: 4 x 45 menit (2 JP)

I. Standar Kompetensi :

5. Memahami prinsip - prinsip dasar bioteknologi serta implikasinya pada Salingtemas.

II. Kompetensi Dasar :

5.2 Menjelaskan dan menganalisis peran bioteknologi serta implikasi hasil-hasil bioteknologi pada Salingtemas

III. Indikator :

1. Menyebutkan dengan rinci istilah dari bioteknologi.
2. Mentabulasikan perbedaan prinsip bioteknologi tradisional (konvensional) dan modern beserta produk – produknya.
3. Menyebutkan implikasi bioteknologi baik tradisional (konvensional) dan modern di berbagai bidang kehidupan.
4. Menyebutkan satu aplikasi bioteknologi pada pengembangan bahan pangan.
5. Menyimpulkan perubahan yang terjadi pada bahan setelah melewati proses dari bioteknologi.
6. Menghubungkan mikroorganisme dengan peranannya sebagai agen penting dalam bioteknologi

A. Tujuan Pembelajaran

1. Siswa mampu mengingat kembali istilah dari bioteknologi.
2. Siswa mampu membandingkan prinsip bioteknologi tradisional (konvensional) dan modern beserta produk – produknya.
3. Siswa mampu memberi contoh aplikasi bioteknologi baik tradisional (konvensional) dan modern di berbagai bidang kehidupan.
4. Siswa mampu menerangkan salah satu aplikasi bioteknologi pada pengembangan bahan pangan.
5. Siswa mampu menjelaskan pengaruh bioteknologi pada pengembangan bahan pangan.
6. Siswa mampu menyebutkan dengan rinci peranan mikroorganisme sebagai agen penting dalam bioteknologi.

B. Materi Pembelajaran

1. Bioteknologi.

Bioteknologi merupakan suatu bidang yang menerapkan organisme atau bagiannya untuk menghasilkan atau meningkatkan potensi dari suatu bahan sehingga dihasilkan produk dan jasa, yang dilakukan dalam skala industri guna kesejahteraan manusia. Bioteknologi digolongkan menjadi dua berdasarkan prinsip kerjanya yaitu bioteknologi tradisional (konvensional) dan bioteknologi modern. Bioteknologi tradisional (konvensional) merupakan bioteknologi yang memanfaatkan mikroorganisme tanpa direkayasa terhadap mikroorganisme tersebut, dimana dalam prosesnya terjadi proses biokimia, dan proses genetik alami seperti mutasi dan rekombinasi genetik. Bioteknologi modern merupakan bioteknologi yang didasarkan pada proses rekayasa struktur DNA, yang juga memanfaatkan dasar mikrobiologi dan biokimia. Bioteknologi yang didasarkan pada rekayasa struktur DNA dilakukan dengan memodifikasi gen-gen tertentu yang menguntungkan dari donor seperti

bakteri, tumbuhan, hewan, serta manusia dan memindahkannya pada organisme yang lain atau vektor seperti virus atau bakteri.

2. Fermentasi

Fermentasi adalah suatu proses yang melibatkan mikroorganisme atau enzimnya sehingga mengalami perubahan secara biokimiawi yang dikehendaki dan dapat memberikan ciri spesifik dari produk yang dihasilkan. Fermentasi digolongkan pada bioteknologi tradisional (konvensional).

C. Metode Pembelajaran

Diskusi-penugasan-pengamatan

D. Kegiatan Pembelajaran

I. Pertemuan I

1. Pendahuluan (10 menit)

- a. Guru menyampaikan salam pembuka dan mengecek kehadiran siswa.
- b. Guru menyampaikan apersepsi mengenai materi prasyarat.
- c. Guru memberikan pengarahan tentang petunjuk penggunaan modul.

2. Kegiatan inti (60 menit)

- 1) Siswa memulai membaca petunjuk modul yang sudah disediakan .
- 2) Siswa membaca materi yang ada pada kegiatan 1.
- 3) Siswa membentuk kelompok untuk mengerjakan tugas diskusi.

3. Kegiatan penutup (20 menit).

- a. Guru mengevaluasi hasil pembelajaran siswa dengan memberikan penugasan mengerjakan tes formatif 1.
- b. Siswa mengerjakan tes formatif 1 secara individual.
- c. Guru memberikan tugas kepada siswa untuk membaca materi pada kegiatan 2.

II. Pertemuan II

1. Kegiatan awal (10 menit)
 - a. Guru menyampaikan salam pembuka dan mengecek kehadiran siswa.
 - b. Guru memberikan apersepsi dengan menanyakan materi yang sudah dibahas pada kegiatan 1
2. Kegiatan inti (60 menit)
 - a. Guru menjelaskan materi pada kegiatan 2 dan memberikan tugas pada siswa untuk mengerjakan tes formatif 2.
 - b. Siswa mengerjakan tes formatif 2
 - c. Guru membagi siswa menjadi 4 kelompok
 - d. Siswa melakukan kegiatan yang ada pada Lembar Kegiatan Siswa (LKS).
 - e. Siswa melengkapi lembar pengamatan yang ada dalam Lembar Kegiatan Siswa (LKS)
4. Kegiatan penutup (20 menit).
 - a. Siswa bersama guru menyimpulkan hasil kegiatan
 - b. Guru mengevaluasi seluruh kegiatan dengan memberi kesempatan kepada siswa mengerjakan soal evaluasi yang ada dalam modul.

E. Sumber Belajar

1. Dian Yudi Astari. 2012. Prinsip Dasar Bioteknologi dan Implikasinya. Yogyakarta : Jurdik Biologi FMIPA UNY
2. Kapti Rahayu Kuswanto. 1988. Fermentasi Pangan. Yogyakarta : Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi UGM

F. Penilaian

- Penilaian kognitif dalam mengerjakan soal tes formatif dan evaluasi.
- Penilaian produk hasil pengamatan yang disajikan dari laporan pengamatan yang ada pada Lembar Kegiatan Siswa.

- Penilaian keterampilan proses sains siswa dalam kegiatan belajar.
- Penilaian sikap dalam kegiatan diskusi kelompok.

Kisi – kisi Soal Tes Formatif 1

No.	Standar Kompetensi	Kompetensi Dasar	Kelas/ Semester	Indikator Soal	Kemampuan	Bentuk soal	Soal	Kunci jawaban	Skor
1.	5. Memahami prinsip-prinsip dasar bioteknologi serta implikasinya pada Salingtemas.	5.2 Menjelaskan dan menganalisis peran bioteknologi serta implikasi hasil-hasil bioteknologi pada Salingtemas.	XII/2	Menentukan definisi yang benar mengenai bioteknologi.	C-3 (Penerapan)	Pilihan ganda	1. Pernyataan berikut yang benar mengenai pengertian bioteknologi adalah ... a. Teknologi yang diterapkan dalam ilmu biologi b. Penerapan organisme atau bagiannya sehingga dihasilkan produk dan jasa c. Industri produk dan jasa d. Rekayasa genetika pada makhluk hidup e. Pemanfaatan mikroorganisme	b	1
2.				Menghubungkan agen bioteknologi dengan produk yang dihasilkan.	C-3 (Penerapan)	Pilihan ganda	2. Hubungan yang benar antara produk bioteknologi dengan mikroorganisme adalah ... a. Tempe dengan <i>Rhizopus oligosporus</i> b. Tape dengan <i>Penicillium roquefortii</i> c. Keju dengan <i>Saccharomyces cereviceae</i> d. Yoghurt dengan <i>Neurospora sitophila</i> e. Oncom dengan <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	a	1
3.				Menyebutkan salah satu cabang ilmu	C-1 (Pemahaman)	Pilihan ganda	3. Salah satu penerapan bioteknologi adalah	e	1

				biologi yang diterapkan dalam bioteknologi berdasarkan objek kajiannya			menggunakan mikroorganisme sebagai agen untuk menghasilkan produk baru. Cabang ilmu yang menunjang perkembangan bioteknologi tersebut adalah ... a. Genetika b. Ekologi c. Biologi sel d. Biokimia e. Mikrobiologi		
4.				Menyebutkan salah satu cabang ilmu biologi yang diterapkan dalam bioteknologi berdasarkan objek kajiannya	C-1 (Pengetahuan)	Pilihan ganda	4. Pada penerapan bioteknologi modern, setiap prosesnya akan melibatkan rekayasa pada susunan gen atau DNA dari organisme vektor maupun donor. Untuk itu salah satu cabang ilmu yang harus dikembangkan dalam bioteknologi modern adalah... a. Ekologi b. Mikrobiologi c. Genetika d. Biologi sel e. Biokimia	c	1
5.				Menyebutkan perbedaan antara bioteknologi konvensional dengan bioteknologi	C-1 (Pengetahuan)	Pilihan ganda	5. Bioteknologi konvensional berbeda dengan bioteknologi modern dari segi ... a. Kegunaannya b. Produk yang dihasilkan c. Jenis mikroorganismenya	d	1

				modern			d. Prinsip kerja yang digunakan e. Bahan dasarnya		
6.				Menyebutkan salah satu aplikasi dari bioteknologi	C-1 (Pengetahuan)	Pilihan ganda	6. Louis Pasteur adalah tokoh biologi yang dinobatkan menjadi bapak bioteknologi sedunia, salah satu penemuannya yang sangat terkenal di bidang bioteknologi adalah ... a. Fermentasi tempe b. Insulin sintetis c. Teknik Pasteurisasi d. Tanaman transgenik e. Hewan transgenik	c	1
7.				Memilih dari beberapa produk bioteknologi yang termasuk produk hasil bioteknologi modern	C-6 (Penilaian)	Pilihan ganda	7. Perhatikan macam produk di bawah ini : 1) Antibiotik 2) Tape 3) Vaksin 4) Tanaman transgenik 5) Insulin sintetis Dari produk yang disebutkan di atas, jenis produk yang dihasilkan dari bioteknologi modern adalah ... a. 1 dan 2 b. 1 dan 3 c. 3 dan 4 d. 2 dan 4 e. 4 dan 5	e	1
8.				Menganalisis keunggulan dari mikroorganisme	C-4 (Analisis)	Pilihan ganda	8. Keunggulan dari pemanfaatan mikroorganisme dalam dunia bioteknologi adalah, kecuali	b	1

				sebagai agen bioteknologi			... a. Reproduksiya sangat cepat b. Produk yang dihasilkan menimbulkan alergi c. Mudah diperoleh d. Mengandung protein tinggi dalam selnya e. Reaksi biokimiawi tergantung pada enzim mikroorganismenya itu sendiri		
9.				Menyebutkan pengertian dari tanaman dan hewan transgenik yang merupakan aplikasi dari bioteknologi	C-1 (Pengetahuan)	Pilihan ganda	9. Yang dimaksud dengan tanaman dan hewan transgenik adalah ... a. Tanaman dan hewan kualitas rendah b. Tanaman dan hewan yang tidak bisa dikonsumsi c. Tanaman dan hewan dengan kualitas unggul hasil rekayasa genetika d. Tanaman dan hewan yang mengidap penyakit e. Tanaman dan hewan langka	c	1
10.				Memilih kegiatan yang benar dari beberapa kegiatan yang termasuk dalam bioteknologi modern.	C-4 (Analisis)	Pilihan ganda	10. Beberapa kegiatan bioteknologi di bawah ini 1) Melibatkan mikrobiologi, biokimia, genetika, teknik kimia, dan teknik rekayasa dalam uji coba fusi inti	a	1

							<p>2) Melakukan bioremediasi limbah minyak di perairan yang terkena tumpahan minyak dengan bakteri transgenik “pemakan” minyak..</p> <p>3) Memanfaatkan mikroorganisme sebagai agen penyisip DNA.</p> <p>4) Menggunakan metode fermentasi untuk mengubah karbohidrat menjadi alkohol</p> <p>5) Pembuatan vaksin polio dengan menyuntikkan virus yang sudah dilemahkan untuk memicu antibodi</p> <p>Dari kegiatan di atas yang tergolong dalam kegiatan bioteknologi modern adalah ...</p> <p>a. 1), 2), dan 3)</p> <p>b. 1), 2), dan 4)</p> <p>c. 1), 3), dan 4)</p> <p>d. 1), 3), dan 5)</p> <p>e. 1), 4), dan 5)</p>		
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Kisi – kisi Soal Tes Formatif 2

No.	Standar Kompetensi	Kompetensi Dasar	Kelas/ Semester	Indikator Soal	Kemampuan	Bentuk soal	Soal	Kunci jawaban	Skor
1.	5. Memahami prinsip-prinsip dasar bioteknologi serta implikasinya pada Salingtemas.	5.2 Menjelaskan dan menganalisis peran bioteknologi serta implikasi hasil-hasil bioteknologi pada Salingtemas.	XII/2	Menganalisis prinsip dasar dari bioteknologi tradisional (konvensional).	C-4 (Analisis)	Pilihan ganda	1. Salah satu alasan mengapa fermentasi digolongkan pada bioteknologi tradisional (konvensional) bukan bioteknologi modern adalah : a. Melibatkan bagian dari mikroorganisme b. Mikroorganisme tidak direkayasa c. Produksinya skala industri d. Menghasilkan produk dan jasa e. Berguna untuk meningkatkan kualitas hidup manusia	b	1
2.				Memilih dari beberapa pernyataan mengenai implikasi bioteknologi di bidang pangan.	C43 (Analisis)	Pilihan ganda	2. Perhatikan pernyataan di bawah ini : 1) Meningkatkan gizi dari bahan pangan 2) Menghasilkan inovasi makanan baru 3) Meningkatkan kualitas bahan pangan 4) Menurunkan harga bahan pangan 5) Memerlukan mesin khusus dalam pengolahan produknya	a	1

							<p>Pernyataan berikut yang benar mengenai bioteknologi pangan adalah..</p> <p>a. 1), 2), 3)</p> <p>b. 2), 3), 4)</p> <p>c. 3), 4), 5)</p> <p>d. 1), 3), 4)</p> <p>e. 2), 4), 5)</p>		
3.				Menelaah dari tahapan – tahapan fermentasi tempe bengkok, tahapan apa yang menerapkan prinsip bioteknologi	C-4 (Analisis)	Pilihan ganda	<p>3. Dari tahapan yang ada pada fermentasi tempe bengkok, yang menerapkan prinsip dari bioteknologi adalah ...</p> <p>a. Pencucian dan perebusan</p> <p>b. Pencucian dan perendaman</p> <p>c. Perebusan dan perendaman</p> <p>d. Perebusan dan pemeraman</p> <p>e. Perendaman dan pemeraman</p>	e	1
4.				Menjelaskan perubahan yang terjadi pada kacang bengkok setelah melewati perendaman.	C-2 (Pemahaman)	Pilihan ganda	<p>4. Perubahan yang terjadi pada kacang bengkok setelah melewati tahapan perendaman adalah ...</p> <p>a. pH dan suhu</p> <p>b. suhu dan kadar asam sianida (HCN)</p> <p>c. gizi dan pH</p> <p>d. pH dan kadar asam sianida (HCN)</p>	d	1

						e. rasa dan gizi		
5.			Menjelaskan pengertian dari inokulum.	C-2 (Pemahaman)	Pilihan ganda	5. Salah satu faktor yang mempengaruhi hasil dari fermentasi adalah inokulum, yang dimaksud dengan inokulum adalah ... a. Zat yang ditambah dalam fermentasi b. Bahan pengawet alami c. Bahan (padat atau cair) yang mengandung spora atau konidia, khamir atau pun bakteri. d. Zat yang melunakkan kacang e. Zat penetral racun sianida	c	1
6.			Menyebutkan inokulum yang digunakan pada fermentasi tempe benguk	C-1 (Pengetahuan)	Pilihan ganda	6. Inokulum yang digunakan pada fermentasi tempe benguk adalah ... a. <i>Rhizopus oligosporus</i> b. <i>Saccharomyces cereviceae</i> c. <i>Aspergillus oryzae</i> d. <i>Neurospora</i> sp e. <i>Lactobacillus thermophilus</i>	a	1
7.			Memilih dari beberapa pilihan jawaban yang bukan peranan dari kapang <i>Rhizopus oligosporus</i> pada fermentasi tempe benguk.	C-6 (Penilaian)	Pilihan ganda	7. Salah satu peranan dari kapang <i>Rhizopus oligosporus</i> dalam fermentasi tempe benguk kecuali... a. Merubah tekstur dari kacang benguk sehingga lebih lunak b. Membuat kacang benguk	b	1

							<ul style="list-style-type: none"> c. Memberikan rasa yang khas pada tempe benguk d. Meningkatkan kualitas bahan dasar dari tempe benguk e. Meningkatkan kadar gizi dari kacang benguk salah satunya kadar protein 		
8.				Menganalisis tahapan pada fermentasi tempe benguk yang melibatkan peran enzim mikroorganisme.	C-4 (Analisis)	Pilihan ganda	<p>8. Fermentasi merupakan teknik pengolahan makanan yang melibatkan peran enzim dari mikroorganisme. Pada fermentasi tempe benguk tahapan yang melibatkan peranan tersebut yaitu ...</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Penyortiran dan pencucian b. Perebusan dan pembuangan kulit c. Perendaman dan pemeraman d. Perebusan dan pendinginan e. Pencucian dan perebusan 	c	1
9.				Menyebutkan tujuan bungkus harus dilubangi pada tahapan pembungkusan tempe benguk.	C-1 (Pengetahuan)	Pilihan ganda	<p>9. Tujuan utama pada saat pembungkusan harus dilubangi adalah ...</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Agar kandungan air tidak terlalu banyak b. Agar bakteri bisa mudah masuk kedalam bungkus tempe 	e	1

							<ul style="list-style-type: none"> c. Agar kacang lebih mudah dingin d. Agar kapang tidak tumbuh subur e. Agar oksigen di dalam bungkus tempe tetap terjaga 		
10.				Menjelaskan ciri – ciri tempe benguk yang sudah siap dipanen.	C-2 (Pemahaman)	Pilihan ganda	<p>10. Tempe benguk yang sudah siap untuk dipanen memiliki ciri – ciri ...</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Saat disentuh suhu tempe terasa hangat b. Bongkahan kacang masi terlihat jelas c. Ketika dipotong bongkahan kacang saling terpisah d. Seluruh permukaan kacang sudah tertutupi dengan kapang e. Tempe sudah mulai mengeluarkan aroma 	d	1

Kisi – kisi Soal Evaluasi

No.	Standar Kompetensi	Kompetensi Dasar	Kelas/ Semester	Indikator Soal	Kemampuan	Bentuk soal	Soal	Kunci jawaban	Sk or
1.	5. Memahami prinsip-prinsip dasar bioteknologi serta implikasinya pada Salingtemas.	5.2 Menjelaskan dan menganalisis peran bioteknologi serta implikasi hasil-hasil bioteknologi pada Salingtemas.	XII/2	Menunjukkan dari pilihan jawaban yang benar mengenai cabang ilmu Biologi yang .	C-1 (Pengetahuan)	Pilihan ganda	1. Salah satu prinsip dasar dari bioteknologi adalah memanfaatkan mikroorganisme sebagai agen penting dalam prosesnya. Cabang ilmu biologi yang mempengaruhi perkembangan bioteknologi dari segi mikroorganisme adalah ... a. Genetika b. Mikrobiologi c. Ekologi d. Bilogi sel e. Biokimiawi	b	1
2.				Menentukan faktor penting dalam fermentasi.	C-3 (Penerapan)	Pilihan ganda	2. Keberhasilan fermentasi selalu mengutamakan tiga faktor penting dalam prosesnya, yaitu ... a. Kandungan gizi, sterilisai, takaran b. Substrat, sterilisasi, takaran c. Kandungan gizi, sterilisasi, wadah d. Substrat, inokulum, bioreaktor e. Peralatan, inokulum, takaran	d	1

3.				Menganalisis perubahan biokimiawi pada tempe benguk setelah melewati fermentasi.	C-4 (Analisis)	Pilihan ganda	3. Perubahan biokimiawi pada tempe benguk setelah melewati fermentasi disebabkan oleh beberapa hal, kecuali ... a. Aktifitas proteolitik dari kapang <i>Rhizopus oligosporus</i> b. Aktifitas bakteri asam laktat saat perendaman c. Kandungan protein dari massa sel kapang <i>Rhizopus oligosporus</i> d. Lamanya waktu pemeraman (inkubasi) e. Kebersihan alat – alat	e	1
4.				Menjelaskan alasan mikroorganisme digunakan dalam bioteknologi.	C-2 (Pemahaman)	Pilihan ganda	4. Alasan mikroorganisme digunakan dalam bioteknologi adalah ... a. Menghasilkan enzim sendiri sehingga tidak membutuhkan reaktan lagi dalam prosesnya b. Mengandung racun c. Sulit untuk dikembangkan d. Sulit untuk beradaptasi e. Hanya bisa dikembangkan dengan skala kecil	A	1
5.				Menentukan syarat yang tepat agar kapang <i>Rhizopus oligosporus</i> agar	C-3 (Penerapan)	Pilihan ganda	5. Syarat agar kapang <i>Rhizopus oligosporus</i> dapat tumbuh dengan baik saat fermentasi adalah ... a. Substratnya harus kasar	c	1

			tumbuh baik pada saat fermentasi.			<ul style="list-style-type: none"> b. Lingkungannya sangat kering c. Cukup aerasi dan suhu optimum pada 30⁰ – 35⁰ C d. Terkena sinar matahari langsung e. Pada substrat ditambahkan media khusus 		
6.			Mendiagnosis jenis mikroorganisme yang berperan pada fermentasi roti.	C-4 (Analisis)	Pilihan ganda	<p>6. Mikroorganisme yang digunakan pada fermentasi roti, digolongkan dalam kelompok apa...</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Kapang b. Yeast c. Cendawan d. Virus e. Bakteri 	b	1
7.			Memilih dari beberapa pernyataan yang tidak sesuai mengenai prinsip bioteknologi.	C-6 (Penilaian)	Pilihan ganda	<p>7. Bacalah pernyataan di bawah ini</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Menggunakan agen biologi 2) Skala industri 3) Menghasilkan produk dan jasa 4) Meningkatkan kesejahteraan manusia 5) Diterapkan di bidang pangan saja <p>Dari pernyataan tersebut yang tidak sesuai dengan prinsip bioteknologi adalah...</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 1) b. 2) c. 3) d. 4) 	e	1

							e. 5)		
8.				Menganalisis produk yang bukan hasil bioteknologi	C-3 (Penerapan)	Pilihan ganda	8. Beberapa produk yang bukan merupakan hasil bioteknologi adalah... a. Vaksin b. Tempe c. Keju d. Bayi tabung e. Insulin sintesis	d	1
9.				Mendeteksi hubungan yang salah antara produk bioteknologi dengan mikroorganisme yang berperan.	C-4 (Analisis)	Pilihan ganda	9. Dari hubungan produk dan mikroorganisme di bawah ini, pasangan yang salah adalah a. Tempe dengan <i>Rhizopus oligosporus</i> b. Tape dengan <i>Saccharomyces cereviceae</i> c. Oncom dengan <i>Rhizopus oryzae</i> d. Yoghurt dengan <i>Lactobacillus bulgaricus</i> e. Keju dengan <i>Penicillim roquefortii</i>	c	1
10.				Menentukan produk yang bukan hasil fermentasi.	C-3 (Penerapan)	Pilihan ganda	10. Produk makanan yang dihasilkan oleh teknik fermentasi, kecuali... a. Kerupuk ikan b. Keju c. Oncom d. Tape e. Roti	a	1
11.				Menyimpulkan pengertian dari	C-6 (Penilaian)	Uraian singkat	1. Jelaskan pengertian dari bioteknologi?	Bioteknologi : organisme	2

				bioteknologi.				atau bagiannya, produk dan jasa, kesejahteraan manusia	
12.				Menjelaskan perbedaan antara bioteknologi konvensional dan modern, beserta contoh produk dan hasilnya.	C-2 (Pemahaman)	Uraian singkat	2. Jelaskan perbedaan antara bioteknologi tradisional (konvensional) dan modern, serta sebutkan masing – masing contoh produk hasilnya?	Bioteknologi tradisional (konvensional) : mikroorganismen/organisme tidak direkayasa, contoh : tempe, Bioteknologi modern : mikroorganismen/organisme sudah dilakukan rekayasa, contoh : hewan dan tumbuhan transgenik	2
13.				Menyimpulkan pengertian dari fermentasi.	C-4 (Analisis)	Uraian singkat	3. Apa yang dimaksud dengan fermentasi?	Fermentasi : mikroorganismen dan enzimnya, proses, perubahan	2

								struktur fisik ataupun kimianya.	
				Menganalisis tahapan yang dibantu oleh kerja mikroorganisme dan jenis mikroorganismenya pada fermentasi tempe benguk.	C-4 (Analisis)	Uraian singkat	4. Sebutkan tahapan apa yang dibantu oleh kerja mikroorganisme pada fermentasi tempe benguk, kemudian sebutkan jenisnya?	Tahapannya : perendaman dan pemeraman Mikroorganismenya : bakteri asam laktat (BAL) dan kapang Rhizopus oligosporus	2
				Menghubungkan mikroorganisme dengan peranannya pada fermentasi tempe benguk.	C-5 (Sintesis)	Uraian singkat	5. Jelaskan peranan mikroorganisme pada fermentasi tempe benguk?	Peranan bakteri asam laktat : menurunkan pH kacang benguk Peranan kapang Rhizopus oligosporus : meningkatkan kadar protein dari kacang benguk	2

LAMPIRAN

**FORMAT INSTRUMEN EVALUASI MODUL PENGAYAAN
PRINSIP DASAR BIOTEKNOLOGI DAN IMPLIKASINYA KELAS XII
SEMESTER 2**



Disusun Oleh :

Nama : Dian Yudi Astari

NIM : 08304241026

Prodi : Pendidikan Biologi Subsidi

**JURUSAN PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

2012

FORMAT EVALUASI MODUL PENGAYAAN
BIOTEKNOLOGI KELAS XII SEMESTER 2

Judul Bahan Ajar : Modul Pengayaan Materi Bioteknologi : Prinsip Dasar Bioteknologi dan Implikasinya

Mata Pelajaran : Biologi

Kelas/Semester : XII / 2

Penulis : Dian Yudi Astari

Evaluator :

NIP :

Tanggal :

Petunjuk Pengisian :

1. Penilaian modul ini berdasarkan persyaratan yang tercantum dalam Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2007 tentang penetapan buku teks pelajaran yang memenuhi syarat, yang telah dilaksanakan oleh Badan Standar Nasional Pendidikan kemudian dimodifikasi.
2. Berilah tanda cek (√) pada kolom kategori sesuai dengan pilihan Bapak / Ibu terhadap modul dengan kriteria penilaian berikut :
 - 1 = tidak baik/sesuai
 - 2 = kurang baik/sesuai
 - 3 = baik/sesuai
 - 4 = sangat baik/sesuai
3. Setiap kolom harus di isi, jika ada saran khusus untuk setiap aspek penilaian dapat dituliskan di kolom saran / masukan. Jika ada aspek penilaian yang tidak

sesuai atau ada kekurangan, saran atau kritik terhadap modul mohon dituliskan pada lembar tinjauan yang telah disediakan.

4. Terima kasih atas ketersediaan Bapak / Ibu mengisi lembar angket ini. Semoga modul ini bermanfaat untuk perkembangan pembelajaran biologi, terutama dalam pembelajaran materi Bioteknologi.

INSTRUMEN EVALUASI FORMATIF

(Untuk guru)

Komponen Evaluasi	Indikator	Kategori				Saran
		1	2	3	4	
Kelayakan Isi	1. Petunjuk kerja pada setiap kegiatan yang disajikan jelas					
	2. Kesesuaian konsep dengan SK dan KD					
	3. Tabel, grafik dan gambar mendukung informasi yang disajikan					
	4. Soal – soal yang disajikan mendukung konsep					
	5. Kedalaman konsep sesuai dengan SK dan KD					
	6. Kegiatan belajar yang disajikan sesuai dengan kompetensi					

	7. Glosarium yang disajikan membantu dalam memahami istilah penting					
Kebahasaan	1. Konsistensi penggunaan istilah pada kalimat					
	2. Penyusunan kalimat sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia					
	3. Kalimat yang disajikan mudah dipahami					
Kegrafisan	1. Tampilan cover menarik					
	2. Tampilan isi modul menarik					
	3. Penggunaan font (jenis dan ukuran) jelas					
	4. Tabel, grafik dan gambar membantu dalam memahami modul					

LEMBAR PENJABARAN INDIKATOR

(Untuk siswa)

No.	Indikator	Kriteria Penilaian Modul Pengayaan	
1.	Petunjuk kerja pada setiap kegiatan yang disajikan jelas	1	Jika petunjuk kerja yang disajikan dalam modul pada setiap kegiatan tidak jelas
		2	Jika petunjuk kerja yang disajikan dalam modul pada setiap kegiatan kurang jelas
		3	Jika petunjuk kerja yang disajikan dalam modul pada setiap kegiatan jelas
		4	Jika petunjuk kerja yang disajikan dalam modul pada setiap kegiatan sangat jelas
2.	Kesesuaian konsep dengan SK dan KD	1	Jika konsep yang diberikan dalam modul tidak sesuai dengan SK dan KD
		2	Jika konsep yang diberikan dalam modul kurang sesuai dengan SK dan KD
		3	Jika konsep yang diberikan dalam modul sesuai dengan SK dan KD
		4	Jika konsep yang diberikan dalam modul sangat sesuai dengan SK dan KD
3.	Tabel, grafik dan gambar mendukung informasi yang disajikan	1	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul tidak mendukung dengan informasi yang disajikan
		2	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul kurang mendukung dengan informasi yang disajikan
		3	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul mendukung dengan informasi yang disajikan
		4	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul sangat mendukung dengan informasi yang disajikan
4.	Soal – soal yang disajikan mendukung konsep	1	Jika soal – soal yang disajikan dalam modul tidak mendukung konsep
		2	Jika soal – soal yang disajikan dalam modul kurang mendukung konsep
		3	Jika soal – soal yang disajikan dalam modul mendukung konsep
		4	Jika soal – soal yang disajikan dalam modul sangat mendukung konsep
5.	Kedalaman konsep sesuai dengan SK dan KD	1	Jika kedalaman konsep yang disajikan tidak sesuai dengan SK dan KD
		2	Jika kedalaman konsep yang disajikan kurang sesuai dengan SK dan KD
		3	Jika kedalaman konsep yang disajikan sesuai dengan SK dan KD
		4	Jika kedalaman konsep yang disajikan sangat sesuai dengan SK dan KD

6.	Kegiatan belajar yang disajikan sesuai dengan kompetensi.	1	Jika kegiatan belajar yang disajikan dalam modul tidak sesuai dengan kompetensi
		2	Jika kegiatan belajar yang disajikan dalam modul kurang sesuai dengan kompetensi
		3	Jika kegiatan belajar yang disajikan dalam modul sesuai dengan kompetensi
		4	Jika kegiatan belajar yang disajikan dalam modul sangat sesuai dengan kompetensi
7.	Glosarium yang disajikan membantu dalam memahami istilah penting	1	Jika glosarium yang disajikan dalam modul tidak membantu dalam memahami istilah penting
		2	Jika glosarium yang disajikan dalam modul kurang membantu dalam memahami istilah penting
		3	Jika glosarium yang disajikan dalam modul membantu dalam memahami istilah penting
		4	Jika glosarium yang disajikan dalam modul sangat membantu dalam memahami istilah penting
8.	Konsistensi penggunaan istilah pada kalimat	1	Jika penggunaan istilah dalam kalimat tidak konsisten
		2	Jika penggunaan istilah dalam kalimat kurang konsisten
		3	Jika penggunaan istilah dalam kalimat konsisten
		4	Jika penggunaan istilah dalam kalimat sangat konsisten
9.	Penyusunan kalimat sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia	1	Jika penyusunan kalimat dalam modul tidak sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia
		2	Jika penyusunan kalimat dalam modul kurang sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia
		3	Jika penyusunan kalimat dalam modul sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia
		4	Jika penyusunan kalimat dalam modul sangat sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia
10.	Kalimat yang disajikan mudah dipahami	1	Jika kalimat yang disajikan tidak mudah dipahami
		2	Jika kalimat yang disajikan kurang mudah dipahami
		3	Jika kalimat yang disajikan mudah dipahami
		4	Jika kalimat yang disajikan sangat mudah dipahami
11.	Tampilan cover menarik	1	Jika tampilan cover tidak menarik
		2	Jika tampilan cover kurang menarik
		3	Jika tampilan cover menarik
		4	Jika tampilan cover sangat menarik
12.	Tampilan isi modul menarik	1	Jika tampilan isi modul tidak menarik
		2	Jika tampilan isi modul kurang menarik
		3	Jika tampilan isi modul menarik
		4	Jika tampilan isi modul sangat menarik
13.	Penggunaan font	1	Jika penggunaan font (jenis dan ukuran) dalam modul tidak jelas

	(jenis dan ukuran) jelas	2	Jika penggunaan font (jenis dan ukuran) dalam modul kurang jelas
		3	Jika penggunaan font (jenis dan ukuran) dalam modul jelas
		4	Jika penggunaan font (jenis dan ukuran) dalam modul sangat jelas
14.	Tabel, grafik dan gambar membantu dalam memahami modul	1	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul tidak membantu memahami modul
		2	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul kurang membantu memahami modul
		3	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul membantu memahami modul
		4	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul sangat membantu memahami modul

INSTRUMEN EVALUASI FORMATIF

(Untuk siswa)

Komponen Evaluasi	Indikator	Kategori				Saran
		1	2	3	4	
Kelayakan Isi	1. Petunjuk kerja pada setiap kegiatan yang disajikan jelas					
	2. Informasi yang diberikan sesuai dengan pokok bahasan					
	3. Tabel, grafik dan gambar mendukung informasi yang disajikan					
	4. Soal – soal yang disajikan mendukung konsep					
	5. Informasi yang disajikan menambah wawasan					
	6. Kegiatan belajar yang disajikan sesuai dengan kompetensi					

	7. Glosarium yang disajikan membantu dalam memahami istilah penting					
Kebahasaan	1. Konsistensi penggunaan istilah pada kalimat					
	2. Penyusunan kalimat sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia					
	3. Kalimat yang disajikan mudah dipahami					
Kegrafisan	1. Tampilan cover menarik					
	2. Tampilan isi modul menarik					
	3. Penggunaan font (jenis dan ukuran) jelas					
	4. Tabel, grafik dan gambar membantu dalam memahami modul					

LEMBAR PENJABARAN INDIKATOR

(Untuk siswa)

No.	Indikator	Kriteria Penilaian Modul Pengayaan	
1.	Petunjuk kerja pada setiap kegiatan yang disajikan jelas	1	Jika petunjuk kerja yang disajikan dalam modul pada setiap kegiatan tidak jelas
		2	Jika petunjuk kerja yang disajikan dalam modul pada setiap kegiatan kurang jelas
		3	Jika petunjuk kerja yang disajikan dalam modul pada setiap kegiatan jelas
		4	Jika petunjuk kerja yang disajikan dalam modul pada setiap kegiatan sangat jelas
2.	Informasi yang diberikan sesuai dengan pokok bahasan.	1	Jika informasi yang diberikan dalam modul tidak sesuai dengan pokok bahasan
		2	Jika informasi yang diberikan dalam modul kurang sesuai dengan pokok bahasan
		3	Jika informasi yang diberikan dalam modul sesuai dengan pokok bahasan
		4	Jika informasi yang diberikan dalam modul sangat sesuai dengan pokok bahasan
3.	Tabel, grafik dan gambar mendukung informasi yang disajikan	1	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul tidak mendukung dengan informasi yang disajikan
		2	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul kurang mendukung dengan informasi yang disajikan
		3	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul mendukung dengan informasi yang disajikan
		4	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul sangat mendukung dengan informasi yang disajikan
4.	Soal – soal yang disajikan mendukung konsep	1	Jika soal – soal yang disajikan dalam modul tidak mendukung konsep
		2	Jika soal – soal yang disajikan dalam modul kurang mendukung konsep
		3	Jika soal – soal yang disajikan dalam modul mendukung konsep
		4	Jika soal – soal yang disajikan dalam modul sangat mendukung konsep
5.	Informasi yang disajikan menambah wawasan	1	Jika informasi yang disajikan dalam modul tidak menambah wawasan
		2	Jika informasi yang disajikan dalam modul kurang menambah wawasan
		3	Jika informasi yang disajikan dalam modul menambah wawasan
		4	Jika informasi yang disajikan dalam modul sangat menambah wawasan

6.	Kegiatan belajar yang disajikan sesuai dengan kompetensi.	1	Jika kegiatan belajar yang disajikan dalam modul tidak sesuai dengan kompetensi
		2	Jika kegiatan belajar yang disajikan dalam modul kurang sesuai dengan kompetensi
		3	Jika kegiatan belajar yang disajikan dalam modul sesuai dengan kompetensi
		4	Jika kegiatan belajar yang disajikan dalam modul sangat sesuai dengan kompetensi
7.	Glosarium yang disajikan membantu dalam memahami istilah penting	1	Jika glosarium yang disajikan dalam modul tidak membantu dalam memahami istilah penting
		2	Jika glosarium yang disajikan dalam modul kurang membantu dalam memahami istilah penting
		3	Jika glosarium yang disajikan dalam modul membantu dalam memahami istilah penting
		4	Jika glosarium yang disajikan dalam modul sangat membantu dalam memahami istilah penting
8.	Konsistensi penggunaan istilah pada kalimat	1	Jika penggunaan istilah dalam kalimat tidak konsisten
		2	Jika penggunaan istilah dalam kalimat kurang konsisten
		3	Jika penggunaan istilah dalam kalimat konsisten
		4	Jika penggunaan istilah dalam kalimat sangat konsisten
9.	Penyusunan kalimat sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia	1	Jika penyusunan kalimat dalam modul tidak sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia
		2	Jika penyusunan kalimat dalam modul kurang sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia
		3	Jika penyusunan kalimat dalam modul sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia
		4	Jika penyusunan kalimat dalam modul sangat sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia
10.	Kalimat yang disajikan mudah dipahami	1	Jika kalimat yang disajikan tidak mudah dipahami
		2	Jika kalimat yang disajikan kurang mudah dipahami
		3	Jika kalimat yang disajikan mudah dipahami
		4	Jika kalimat yang disajikan sangat mudah dipahami
11.	Tampilan cover menarik	1	Jika tampilan cover tidak menarik
		2	Jika tampilan cover kurang menarik
		3	Jika tampilan cover menarik
		4	Jika tampilan cover sangat menarik
12.	Tampilan isi modul menarik	1	Jika tampilan isi modul tidak menarik
		2	Jika tampilan isi modul kurang menarik
		3	Jika tampilan isi modul menarik
		4	Jika tampilan isi modul sangat menarik
13.	Penggunaan font	1	Jika penggunaan font (jenis dan ukuran) dalam modul tidak jelas

	(jenis dan ukuran) jelas	2	Jika penggunaan font (jenis dan ukuran) dalam modul kurang jelas
		3	Jika penggunaan font (jenis dan ukuran) dalam modul jelas
		4	Jika penggunaan font (jenis dan ukuran) dalam modul sangat jelas
14.	Tabel, grafik dan gambar membantu dalam memahami modul	1	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul tidak membantu memahami modul
		2	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul kurang membantu memahami modul
		3	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul membantu memahami modul
		4	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul sangat membantu memahami modul

Hasil Perhitungan Nilai Uji Kualitas Modul

Rumus perhitungan adalah sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

Keterangan :

\bar{X} : Skor rata-rata

n : Jumlah penilai (reviewer)

$\sum x$: Jumlah skor

Table Kriteria Kategori Penilaian Ideal

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} \geq M_i + 1, SB_i$	Sangat baik
2	$M_i + 1 SB_i > \bar{X} \geq M_i$	Baik
3	$M_i > \bar{X} \geq M_i - 1.SB_i$	Kurang
4	$\bar{X} < M_i - 1.SB_i$	Tidak baik

Keterangan:

M_i : Mean Ideal

$$(1/2)(\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal})$$

SB_i : Simpangan Baku

$$(1/3)(1/2)(\text{skor tertinggi ideal} - \text{skor terendah ideal})$$

Skor tertinggi ideal = \sum Butir kriteria x skor tertinggi

Skor terendah ideal = \sum Butir kriteria x skor terendah

A. Perhitungan Nilai Uji Kualitas Modul pada Siswa

Hasil Penilaian Siswa terhadap Modul dari Aspek Kelayakan Isi

No.	Indikator	Skor Siswa								Σ Skor
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1.	Petunjuk kerja pada setiap kegiatan yang disajikan jelas	4	4	4	3	3	3	3	4	28
2.	Informasi yang diberikan sesuai dengan pokok bahasan	4	4	4	4	3	4	4	4	31
3.	Tabel, grafik, dan gambar mendukung informasi yang disajikan	4	4	4	4	4	4	4	4	32
4.	Soal – soal yang disajikan mendukung konsep	3	3	4	4	4	4	4	3	29
5.	Informasi yang disajikan menambah wawasan	3	4	4	4	4	4	4	3	30
6.	Kegiatan belajar yang disajikan sesuai dengan kompetensi	3	3	3	4	3	4	3	4	27
7.	Glossarium yang disajikan membantu dalam memahami istilah penting	4	4	4	4	4	4	4	4	32

$$\text{Skor tertinggi ideal} = \sum \text{ butir soal} \times \text{ skor tertinggi} = 7 \times 4 = 28$$

$$\text{Skor terendah ideal} = \sum \text{ butir soal} \times \text{ skor terendah} = 7 \times 1 = 7$$

$$M_i = (1/2)(\text{skor tertinggi ideal} + \text{ skor terendah ideal}) = 1/2 (28 + 7) = 17,5$$

$$SB_i = (1/3)(1/2)(\text{skor tertinggi ideal} - \text{ skor terendah ideal}) = 1/6 (28 - 7) = 3,5$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = 208 / 8 = 26$$

Table Kriteria Kategori Penilaian Ideal untuk Aspek Kelayakan Isi

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} \geq 21$	Sangat baik
2	$21 > \bar{X} \geq 17,5$	Baik
3	$17,5 > \bar{X} \geq 14$	Kurang
4	$\bar{X} < 14$	Tidak baik

Dari perhitungan diatas, aspek kelayakan isi dinilai Sangat Baik.

Hasil Penilaian Siswa terhadap Modul dari Aspek Kebahasaan

No.	Indikator	Skor Siswa								Σ Skor
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1.	Konsistensi penggunaan istilah pada kalimat	3	3	3	3	3	4	4	3	26
2.	Penyusunan kalimat sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia	3	4	4	3	3	3	3	3	26
3.	Kalimat yang disajikan mudah dipahami	3	4	3	4	4	3	4	3	28

$$\text{Skor tertinggi ideal} = \sum \text{ butir soal} \times \text{ skor tertinggi} = 3 \times 4 = 12$$

$$\text{Skor terendah ideal} = \sum \text{ butir soal} \times \text{ skor terendah} = 3 \times 1 = 3$$

$$M_i = (1/2)(\text{skor tertinggi ideal} + \text{ skor terendah ideal}) = 1/2 (12 + 3) = 7,5$$

$$SB_i = (1/3)(1/2)(\text{skor tertinggi ideal} - \text{ skor terendah ideal}) = 1/6 (12 - 3) = 1,5$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = 80 / 8 = 10$$

Table Kriteria Kategori Penilaian Ideal untuk Aspek Kebahasaan

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} \geq 9$	Sangat baik
2	$9 > \bar{X} \geq 7,5$	Baik
3	$7,5 > \bar{X} \geq 6$	Kurang
4	$\bar{X} < 6$	Tidak baik

Dari perhitungan diatas, aspek kebahasaan dinilai Sangat Baik.

Hasil Penilaian Siswa terhadap Modul dari Aspek Kegrafisan

No.	Indikator	Skor Siswa								Σ Skor
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1.	Tampilan cover menarik	2	2	3	4	4	4	4	3	26
2.	Tampilan isi modul menarik	3	3	3	4	4	4	4	4	29
3.	Penggunaan font (jenis dan ukuran) jelas	4	4	4	4	4	4	4	4	32
4.	Tabel, grafik, dan gambar membantu dalam memahami modul	3	4	4	4	4	4	4	4	31

$$\text{Skor tertinggi ideal} = \sum \text{ butir soal} \times \text{ skor tertinggi} = 4 \times 4 = 16$$

$$\text{Skor terendah ideal} = \sum \text{ butir soal} \times \text{ skor terendah} = 4 \times 1 = 4$$

$$M_i = (1/2)(\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = 1/2 (16 + 4) = 10$$

$$SB_i = (1/3)(1/2)(\text{skor tertinggi ideal} - \text{skor terendah ideal}) = 1/6 (16 - 4) = 2$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = 118 / 8 = 14,5$$

Table Kriteria Kategori Penilaian Ideal untuk Aspek Kegrafisan

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} \geq 12$	Sangat baik
2	$12 > \bar{X} \geq 10$	Baik
3	$10 > \bar{X} \geq 8$	Kurang
4	$\bar{X} < 8$	Tidak baik

Dari perhitungan diatas, aspek kegrafisan dinilai Sangat Baik.

B. Perhitungan Nilai Uji Kualitas Modul pada Guru

Tabel Hasil Penilaian Guru terhadap Modul dariAspek Kelayakan Isi

No.	Indikator	Skor Guru		\sum Skor
		1	2	
1.	Petunjuk kerja pada setiap kegiatan yang disajikan jelas	3	4	7
2.	Kesesuaian konsep dengan SK dan KD	4	3	7
3.	Tabel, grafik, dan gambar mendukung informasi yang disajikan	3	4	7
4.	Soal – soal yang disajikan mendukung konsep	3	2	5
5.	Kedalam konsep sesuai dengan SK dan KD	3	3	6
6.	Kegiatan belajar yang disajikan sesuai dengan kompetensi	2	3	5
7.	Glossarium yang disajikan membantu dalam memahami istilah penting	4	4	8

$$\text{Skor tertinggi ideal} = \sum \text{ butir soal} \times \text{ skor tertinggi} = 7 \times 4 = 28$$

$$\text{Skor terendah ideal} = \sum \text{ butir soal} \times \text{ skor terenda} = 7 \times 1 = 7$$

$$M_i = (1/2)(\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = 1/2 (28 + 7) = 17,5$$

$$SB_i = (1/3)(1/2)(\text{skor tertinggi ideal} - \text{skor terendah ideal}) = 1/6 (28 - 7) = 3,5$$

$$\bar{X} = \frac{X}{n} = 45 / 2 = 22,5$$

Table Kriteria Kategori Penilaian Ideal untuk Aspek Kelayakan Isi

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} \geq 21$	Sangat baik
2	$21 > \bar{X} \geq 17,5$	Baik
3	$17,5 > \bar{X} \geq 14$	Kurang
4	$\bar{X} < 14$	Tidak baik

Dari perhitungan diatas, aspek kelayakan isi dinilai Sangat Baik.

Tabel Hasil Penilaian Guru terhadap Modul dariAspek Kelayakan Isi

No.	Indikator	Skor Guru		Σ Skor
		1	2	
1.	Konsistensi penggunaan istilah pada kalimat	3	3	6
2.	Penyusunan kalimat sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia	3	3	6
3.	Kalimat yang disajikan mudah dipahami	3	3	6

Skor tertinggi ideal = Σ butir soal x skor tertinggi = 3 x 4 = 12

Skor terendah ideal = Σ butir soal x skor terenda = 3 x 1 = 3

$M_i = (1/2)(\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = 1/2 (12 + 3) = 7,5$

$SB_i = (1/3)(1/2)(\text{skor tertinggi ideal} - \text{skor terendah ideal}) = 1/6 (12 - 3) = 1,5$

$$\bar{X} = \frac{X}{n} = 18 / 2 = 9$$

Table Kriteria Kategori Penilaian Ideal untuk Aspek Kebahasaan

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} \geq 9$	Sangat baik
2	$9 > \bar{X} \geq 7,5$	Baik
3	$7,5 > \bar{X} \geq 6$	Kurang
4	$\bar{X} < 6$	Tidak baik

Dari perhitungan diatas, aspek kebahasaan dinilai Baik.

Tabel Hasil Penilaian Guru terhadap Modul dariAspek Kegrafisan

No.	Indikator	Skor Guru		Σ Skor
		1	2	
1.	Tampilan cover menarik	4	3	7
2.	Tampilan isi modul menarik	3	4	7
3.	Penggunaan font (jenis dan ukuran) jelas	3	3	6
4.	Tabel, grafik, dan gambar membantu dalam memahami modul	4	4	8

$$\text{Skor tertinggi ideal} = \sum \text{ butir soal} \times \text{ skor tertinggi} = 4 \times 4 = 16$$

$$\text{Skor terendah ideal} = \sum \text{ butir soal} \times \text{ skor terenda} = 4 \times 1 = 4$$

$$M_i = (1/2)(\text{skor tertinggi ideal} + \text{ skor terendah ideal}) = 1/2 (16 + 4) = 10$$

$$SB_i = (1/3)(1/2)(\text{skor tertinggi ideal} - \text{ skor terendah ideal}) = 1/6 (16 - 4) = 2$$

$$\bar{X} = \frac{X}{n} = 28 / 2 = 14$$

Table Kriteria Kategori Penilaian Ideal untuk Aspek Kegrafisan

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} \geq 12$	Sangat baik
2	$12 > \bar{X} \geq 10$	Baik
3	$10 > \bar{X} \geq 8$	Kurang
4	$\bar{X} < 8$	Tidak baik

Dari perhitungan diatas, aspek kegrafisan dinilai Sangat Baik.

**FORMAT INSTRUMEN EVALUASI MODUL PENGAYAAN
PRINSIP DASAR BIOTEKNOLOGI DAN IMPLIKASINYA KELAS XII
SEMESTER 2**



Disusun Oleh :

Nama : Dian Yudi Astari

NIM : 08304241026

Prodi : Pendidikan Biologi Subsidi

**JURUSAN PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

2012

143

FORMAT EVALUASI MODUL PENGAYAAN
BIOTEKNOLOGI KELAS XII SEMESTER 2

Judul Bahan Ajar : Modul Pengayaan Materi Bioteknologi : Prinsip Dasar Bioteknologi dan Implikasinya

Mata Pelajaran : Biologi

Kelas/Semester : XII / 2

Penulis : Dian Yudi Astari

Evaluator :

NIS :

Tanggal :

Petunjuk Pengisian :

1. Penilaian modul ini berdasarkan persyaratan yang tercantum dalam Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2007 tentang penetapan buku teks pelajaran yang memenuhi syarat, yang telah dilaksanakan oleh Badan Standar Nasional Pendidikan kemudian dimodifikasi.
2. Berilah tanda cek (√) pada kolom kategori sesuai dengan pilihan Anda terhadap modul dengan kriteria penilaian berikut :
 - 1 = tidak baik/sesuai
 - 2 = kurang baik/sesuai
 - 3 = baik/sesuai
 - 4 = sangat baik/sesuai
3. Setiap kolom harus di isi, jika ada saran khusus untuk setiap aspek penilaian dapat dituliskan di kolom saran / masukan. Jika ada aspek penilaian yang tidak

sesuai atau ada kekurangan, saran atau kritik terhadap modul mohon dituliskan pada lembar tinjauan yang telah disediakan.

4. Terima kasih atas ketersediaan Anda mengisi lembar angket ini. Semoga modul ini bermanfaat untuk perkembangan pembelajaran biologi, terutama dalam pembelajaran materi Bioteknologi.



Modul Pembelajaran Biologi

Pengayaan Materi Bioteknologi

PRINSIP DASAR BIOTEKNOLOGI DAN IMPLIKASINYA

Dosen Pembimbing :
Hj. Siti Umniyatie M. Si
Anna Rakhmawati M. Si



Dian Yudi Astari
08304241026

Untuk SMA Kelas
XII Semester 2



Kata Pengantar

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan petunjuk dan kelancaran dalam penyusunan modul pembelajaran Biologi, sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

Terima kasih yang tak terhingga kepada orang tua yang berjuang dan mendukung penulis selalu hingga modul ini bisa diselesaikan dan bermanfaat nantinya dalam pembelajaran Biologi. Terima kasih kepada Dosen Pembimbing yang bersedia dengan sabar membimbing penulis untuk menyelesaikan penelitian, sehingga penulis bisa menyusun hasil penelitiannya menjadi bahan ajar berupa modul. Terima kasih juga untuk teman dan sahabat yang senantiasa bersedia membantu penulis dalam menyelesaikan modul ini.

Modul pembelajaran Biologi dengan topik Prinsip Dasar Bioteknologi dan Implikasinya disusun berdasarkan hasil penelitian mengenai Studi Peranan Mikroorganisme pada Fermentasi Tempe Benguk yang nantinya akan dijadikan materi pengayaan pada Standar Isi ke-5 Kelas XII Semester 2 yaitu memahami prinsip-prinsip dasar bioteknologi serta implikasinya pada Salingtemas.

Selama ini dalam pembelajaran biologi khususnya pada materi Bioteknologi umumnya tidak menjelaskan bukti yang konkrit di lapangan tentang aplikasi Bioteknologi yang ada di lingkungan sekitar. Guru cenderung hanya memberikan contoh produk hasil Bioteknologi beserta agen yang





bekerja tanpa menjelaskan proses dan perubahan yang terjadi dari produk tersebut. Dengan mengangkat hasil penelitian ini sebagai sumber belajar diharapkan peserta didik lebih dapat tertarik dalam belajar Biologi, karena objek yang disajikan lebih dekat dengan peserta didik.

Penulis berusaha untuk menghasilkan modul yang layak untuk disajikan dengan melakukan perbaikan guna kesempurnaan modul ini. Ucapan terima kasih kepada semua pihak khususnya teman dan sahabat yang telah membantu penulis dalam proses penyusunan modul ini. Penulis menyadari bahwa modul ini masih jauh dari kekurangan sehingga kritik dan saran sangat dibutuhkan demi kesempurnaan modul ini. Harapan besar modul ini dapat berguna dalam pendidikan khususnya dalam pembelajaran biologi.

1 September 2012

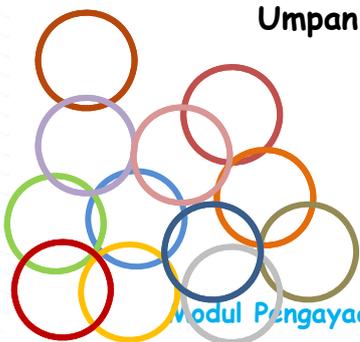
Penyusun

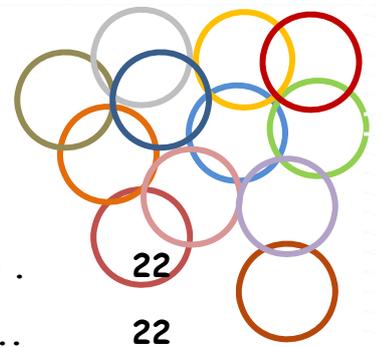




Daftar Isi

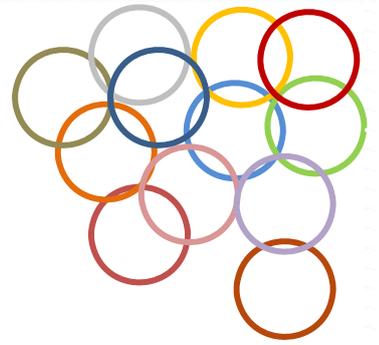
Halaman Judul.....	i
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iv
Daftar Gambar	iv
Daftar Tabel	viii
Petunjuk Penggunaan Modul	ix
Kompetensi	xii
Peta Konsep	xiii
Kegiatan Belajar I (Sekilas Tentang Bioteknologi)	1
Tujuan	1
Pendahuluan	2
Materi	3
A. Pengertian Bioteknologi	3
B. Ruang Lingkup Bioteknologi	4
C. Perkembangan Bioteknologi	6
D. Macam Bioteknologi	7
Biografi	11
Rangkuman	12
Tugas 1 (diskusi)	14
Tes Formatif 1	16
Umpan Balik	21





Kegiatan Belajar II (Bioteknologi Pengolahan Bahan Pangan) .	22
Tujuan	22
Pendahuluan	23
Materi	24
A. Bioteknologi dalam Pengolahan Pangan	25
B. Fermentasi Tempe Bungkus	26
C. Peranan Mikroorganisme pada Fermentasi .	35
D. Implikasi Bioteknologi pada Pengolahan	
Bahan Pangan	41
Rangkuman	42
Tes Formatif 2	43
Umpan Balik	47
Lembar Kegiatan Siswa	48
Evaluasi	53
Glosarium	58
Kunci Jawaban	60
Daftar Pustaka	62





Daftar Gambar

Gambar 1.1 Produk aplikasi bioteknologi di bidang pangan	8
Gambar 1.2 Tomat flavr Savr merupakan tomat hasil rekayasa genetika di mana menghasilkan tomat yang tahan busuk	10
Gambar 2.1 (a) cara membersihkan kacang dan memisahkan kacang yang berkualitas baik dengan kualitas buruk (b) kacang berkualitas baik dan sudah dibersihkan	27
Gambar 2.2 (a) cara melepaskan kulit dari kacang benguk (b) kacang benguk yang sudah terbebas dari kulit yang keras	28
Gambar 2.3 Kondisi pada saat perendaman selama 48 jam tiap 8 jamnya air diganti (a) kondisi awal ketika akan memulai fase perendaman, (b) kondisi setelah melewati fase perendaman selama 8 jam	29
Gambar 2.4 Kacang hasil perebusan kedua (a) dirajang kemudian dicampurkan dengan inokulum berupa isolat murni <i>Rhizopus oligosporus</i> (b) yang disuspensikan dengan aquades hingga perbandingan inokulum dan substrat (kacang benguk) yaitu 1: 9, setelah itu kacang yang sudah diinokulasi harus segera dibungkus (c) dengan aerasi yang cukup	30
Gambar 2.5. Hasil inkubasi 30 jam	37
Gambar 2.6. Hasil inkubasi 50 jam	37
Gambar 2.7. Hasil inkubasi 90 jam	38

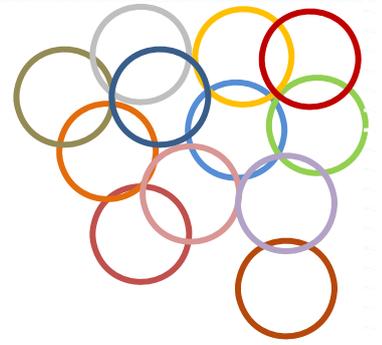




Gambar 2.8. Grafik kadar protein tempe bengkok setelah pemeraman
(inkubasi) tiap 1 gr 36

Gambar 2.9. Grafik perbedaan pH tempe bengkok saat fase inkubasi
..... 36





Daftar Tabel

Tabel 1. Sejarah Perkembangan Bioteknologi	6
Tabel 2. Beberapa Contoh Aplikasi Bioteknologi Tradisional Di Berbagai Bidang	Kehidupan 8
Tabel 3. Beberapa Contoh Aplikasi Bioteknologi Modern Di Berbagai Bidang Kehidupan	11
Tabel 4. Kandungan Gizi Biji Benguk dalam Tiap 100 gr Bahan	26
Tabel 5. Hasil Pengamatan pada Pra Fermentasi	30



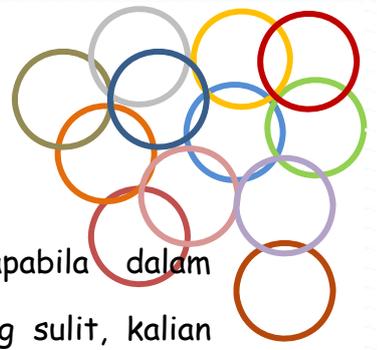


Petunjuk Penggunaan Modul

Sebelum menggunakan modul ini pada kegiatan pembelajaran, maka perlu diperhatikan petunjuk penggunaannya di antaranya sebagai berikut :

1. Modul ini dapat dipelajari secara mandiri ataupun berkelompok, baik di dalam maupun di luar kelas. Penyelesaian latihan dan tugas yang ada dalam modul ini dapat dilakukan di luar jam pembelajaran baik secara mandiri maupun berkelompok, sedangkan kegiatan siswa (praktikum) harus dilaksanakan di laboratorium secara berkelompok pada jam pembelajaran.
2. Pengayaan materi mengenai peranan mikroorganisme dalam bioteknologi salah satunya dalam implikasi pengolahan bahan pangan yaitu pembuatan tempe benguk akan dijelaskan dalam modul ini. Siswa dapat menambah referensi lainnya baik dari buku maupun sumber lainnya.
3. Langkah-langkah yang harus dilakukan selama penggunaan modul ini di antaranya sebagai berikut :
 - a. Mencermati tujuan pembelajaran dari setiap kegiatan belajar dengan memahami kompetensi yang akan dipelajari.
 - b. Membaca materi yang ada dalam modul, jika menemui kesulitan bisa didiskusikan dengan kelompok ataupun menanyakan langsung pada guru.





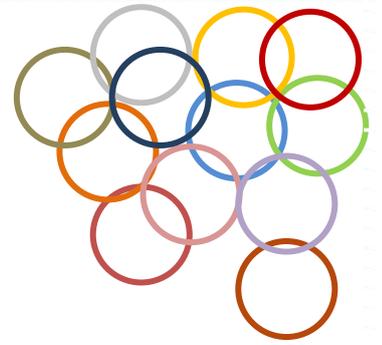
- c. Modul ini dilengkapi dengan glosarium, jadi apabila dalam mempelajari modul menemukan beberapa istilah yang sulit, kalian dapat mencari makna istilah tersebut dalam glosarium.
- d. Istilah penting dan rangkuman materi akan mempermudah kalian untuk menemukan poin penting materi dan menyimpulkan materi dalam setiap kegiatan belajar.
- e. Kerjakan juga tugas siswa yang ada dalam modul ini untuk menambah pemahaman pada materi ini. Silahkan menggunakan referensi lainnya yang dapat menunjang pembelajaran dengan menggunakan modul ini.
- f. Kerjakan soal tes formatif dan soal evaluasi akhir secara mandiri dalam setiap kegiatan belajar guna evaluasi keberhasilan belajar
- g. Setelah mempelajari materi dalam modul ini, lakukan kegiatan siswa yang ada dalam modul ini. Cermati langkah-langkah kerja yang harus kalian lakukan dan kerjakan di lembar kegiatan siswa (LKS). Kegiatan siswa akan dipandu oleh guru, jika menemukan masalah, kalian dapat menanyakannya pada guru.
- h. Periksalah hasil pekerjaan kalian dengan mencocokkan hasil kegiatan belajar, tugas, dan latihan soal pada kunci jawaban yang telah disediakan dalam modul ini. Apabila hasil belum benar maka pelajari kembali materi yang berkaitan dengan hal tersebut dan perbaiki kesalahan kalian. Untuk soal latihan dan evaluasi akhir, perhatikan umpan balik di setiap akhir kegiatan dalam modul ini. Apabila hasil latihan soal mencapai 80% benar maka kalian dapat melanjutkan kegiatan belajar selanjutnya.





- i. Agar tercapainya keberhasilan dalam mempelajari modul ini, maka ikutilah petunjuk yang ada sesuai urutannya.





Kompetensi

Modul ini disusun sebagai bahan ajar pengayaan pada pembelajaran sebagai berikut:

Kelas : XII
Semester : II
Materi : Bioteknologi

Tujuan Pembelajaran

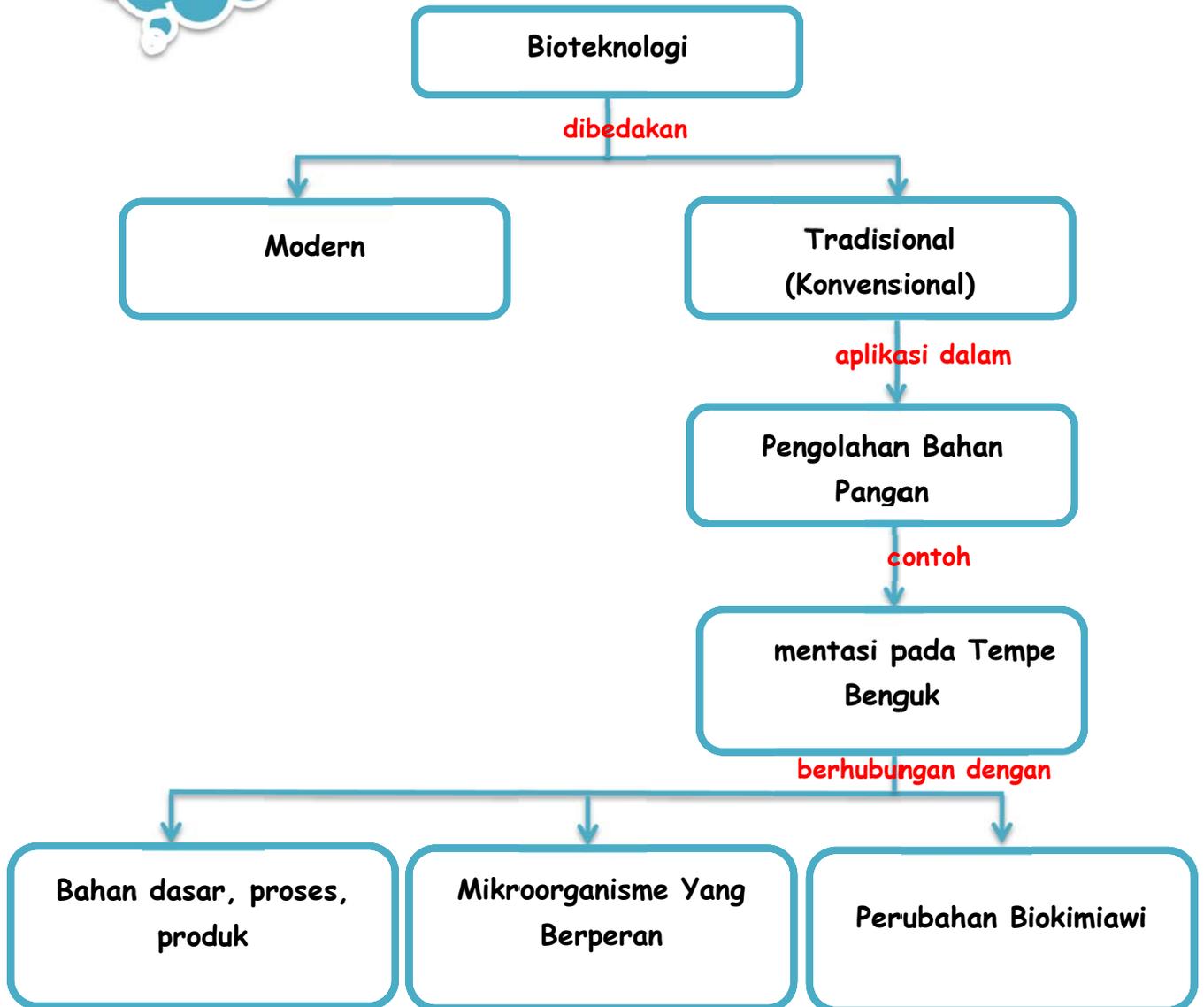
1. Siswa mampu mengingat kembali istilah dari bioteknologi.
2. Siswa mampu membandingkan prinsip bioteknologi tradisional (konvensional) dan modern beserta produk - produknya.
3. Siswa mampu memberi contoh aplikasi bioteknologi baik tradisional (konvensional) dan modern di berbagai bidang kehidupan.
4. Siswa mampu menerangkan salah satu aplikasi bioteknologi pada pengembangan bahan pangan.
5. Siswa mampu menjelaskan pengaruh bioteknologi pada pengembangan bahan pangan.
6. Siswa mampu menyebutkan dengan rinci peranan mikroorganisme sebagai agen penting dalam bioteknologi.

Indikator

1. Menyebutkan dengan rinci istilah dari bioteknologi.
2. Menjabarkan perbedaan prinsip bioteknologi tradisional (konvensional) dan modern beserta produk - produknya.
3. Menyebutkan implikasi bioteknologi baik tradisional (konvensional) dan modern di berbagai bidang kehidupan.
4. Menyebutkan satu aplikasi bioteknologi pada pengembangan bahan pangan.
5. Menyimpulkan perubahan yang terjadi pada bahan setelah melewati proses dari bioteknologi.
6. Menghubungkan mikroorganisme dengan peranannya sebagai agen penting dalam bioteknologi



Peta Konsep





KEGIATAN I

Sekilas Tentang Bioteknologi

Tujuan Pembelajaran

- Siswa mampu mengingat kembali istilah dari bioteknologi**
- Siswa mampu membandingkan prinsip bioteknologi tradisional (konvensional) dan modern beserta produk-produknya**
- Siswa mampu memberi contoh aplikasi bioteknologi baik tradisional maupun modern diberbagai bidang kehidupan**

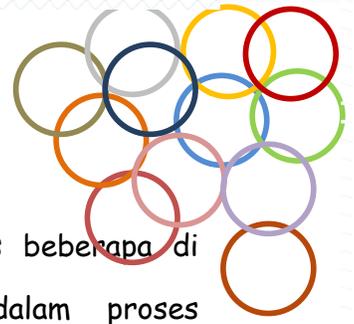


PENDAHULUAN

Produk yang dihasilkan dari bioteknologi sudah banyak membantu manusia dalam aktifitas sehari-hari, terutama untuk memenuhi kebutuhan hidup. Sebenarnya bioteknologi sudah diterapkan orang ribuan tahun yang lalu namun dengan cara yang masih sederhana. Bioteknologi merupakan ilmu yang menggabungkan biosains dan teknologi, dimana penerapannya memanfaatkan organisme sebagai agennya. Penerapan bioteknologi tidak terlepas dari berbagai disiplin ilmu yang ada, diantaranya biokimia, mikrobiologi, genetika dan biologi molekuler.

Dalam kehidupan sehari-hari produk bioteknologi yang dihasilkan telah dirasakan banyak manfaatnya, seperti di bidang pertanian dengan adanya tanaman tahan hama dan penyakit; bidang peternakan dikembangkannya hewan transgenik; bidang kesehatan ditemukannya vaksin dan antibiotik; bidang kelestarian lingkungan adanya pengolahan limbah dengan bantuan mikroorganisme; dan bidang pengolahan pangan pada pembuatan roti, tempe, yoghurt, dan keju; dan bidang rekayasa genetika ditemukannya teknik hibridoma dan terapi genetik.





Keseluruhan contoh yang telah dikemukakan diatas beberapa di antaranya dapat dijadikan sebagai materi belajar dalam proses pembelajaran biologi khususnya pada materi bioteknologi. Oleh karena itu, dalam modul ini akan diambil satu contoh aplikasi bioteknologi di dalam kehidupan sehari-hari guna pendalaman materi ini. Pendalaman materi ini akan dibahas mengenai peran bioteknologi dalam pengolahan pangan, yaitu dalam pembuatan tempe bengkuk. Sebelum mengetahui lebih lanjut mengenai pembuatan tempe, akan lebih baik kalian mempelajari kembali apa itu bioteknologi guna menambah pemahaman pada materi ini.

MATERI

A. Pengertian Bioteknologi

Istilah bioteknologi berasal dari bahasa latin, tersusun atas tiga kata yaitu *bios*, *tekno* dan *logos*. Kata bio yang berarti hidup, tekno berarti teknologi (penerapan) dan logos yang berarti ilmu. Jika diartikan secara keseluruhan bahwa bioteknologi merupakan suatu bidang yang menerapkan dan memanfaatkan organisme biologis (agen hayati) atau bagiannya untuk menghasilkan atau meningkatkan potensi dari suatu bahan sehingga dihasilkan produk dan jasa, yang

Penting diingat !

Bioteknologi berasal dari bahasa latin :

- Bio = hidup
- Tekno = teknologi
- Logos = ilmu





dilakukan dalam dalam skala industri guna kesejahteraan manusia.

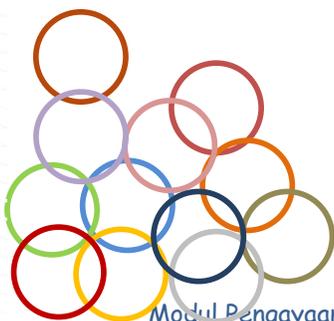
B. Ruang Lingkup Bioteknologi

Dalam penerapan bioteknologi keberhasilan akan tercapai jika dilakukan integrasi berbagai disiplin ilmu pengetahuan alam dan teknologi, di mana di dalamnya mencakup mikrobiologi, biokimia, genetika, biologi molekuler, biokimia serta rekayasa proses dan teknik kimia. Proses bioteknologi sendiri umumnya menghasilkan produksi sel atau biomassa dan transformasi kimia yang diinginkan.

Setiap perkembangan ilmu yang dihasilkan manusia pasti akan diikuti dengan penerapannya dalam kehidupan. Berbagai ilmu tersebut akan dikembangkan dengan metode ilmiah dan diterapkan di berbagai bidang. Cabang-cabang ilmu yang digunakan dalam bioteknologi diantaranya sebagai berikut:

1. Mikrobiologi

Mikrobiologi adalah cabang ilmu biologi yang mempelajari mikroorganisme seperti bakteri, fungi, dan virus. Ilmu ini mempelajari sifat-sifat dan struktur mikroorganisme yang nantinya akan mendukung bioteknologi. Contoh aplikasinya adalah pada pembuatan *yoghurt* dimana fermentasinya membutuhkan bantuan bakteri asam laktat yaitu *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Dengan mempelajari mikrobiologi kita dapat mengetahui kondisi optimal agar





bakteri tersebut dapat hidup dan aktif melakukan metabolisme sehingga menghasilkan *yoghurt* dengan kualitas yang baik.

2. Biologi Sel

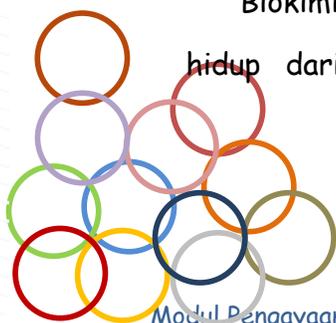
Biologi sel merupakan cabang biologi yang mempelajari sel dengan mempelajari sifat-sifat dan struktur sel yang dapat mendukung bioteknologi. Contohnya adalah ditemukannya sifat *totipotensi* pada sel tumbuhan yang sangat bermanfaat untuk kultur jaringan. Totipotensi sendiri merupakan kemampuan dari sel tumbuhan muda dan hidup untuk melakukan diferensiasi menjadi berbagai organ tanaman yang baru.

3. Genetika

Genetika adalah cabang ilmu biologi yang mempelajari pewarisan sifat-sifat genetik pada makhluk hidup dari satu generasi ke generasi selanjutnya. Pengetahuan mengenai sifat-sifat genetik akan membantu perkembangan bioteknologi. Contohnya insulin yang disintesis dari bakteri *Escherichia coli*, merupakan salah satu penerapannya, materi genetik yang menghasilkan insulin akan diambil dari manusia dan disisipkan pada materi genetik bakteri. Dengan mengetahui jenis gen apa, maka akan mempermudah penerapan bioteknologi dalam merekayasa materi gen sehingga bakteri akan menghasilkan insulin seperti manusia.

4. Biokimia

Biokimia merupakan cabang ilmu kimia yang mempelajari makhluk hidup dari segi kimiawi. Dalam biokimia makhluk hidup merupakan





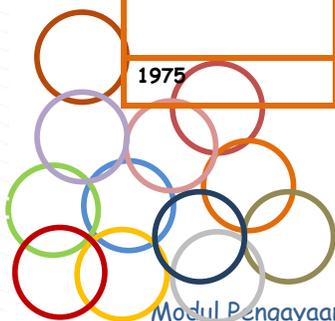
gabungan unsur-unsur kimia, gejala hidup adalah gejala kimia, dan proses-proses hidup diselenggarakan atas dasar reaksi dan peristiwa kimia. Dengan adanya biokimia, para ahli biotek dapat memperlakukan makhluk hidup sebagai bahan kimia yang dapat dipadukan dan direkayasa.

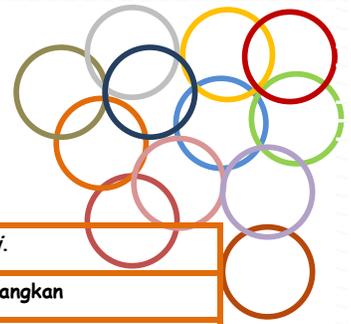
C. Perkembangan Bioteknologi

Seiring perkembangan zaman, bioteknologi mengalami perkembangan sesuai dengan kemajuan cabang ilmu biologi lainnya. Berikut perkembangan bioteknologi dari tahun ke tahun :

Tabel 1. Sejarah Perkembangan Bioteknologi

Tahun	Perkembangan Bioteknologi
4000 SM	Orang Mesir membuat adonan kue asam. Orang Tionghoa membuat yoghurt dan keju menggunakan bakteri asam laktat.
6000 SM	Orang Somaria dan Babilonia kuno sudah mengkonsumsi bir.
1500	Pengumpulan tumbuhan seluruh dunia.
1665	Penemuan sel oleh Robert Hooke menggunakan mikroskop.
1700	Antony van Leuwenhoek meyakini pembuatan anggur dan bir dilakukan oleh organisme hidup, raga namun belumbisa dijabarkan.
1857-1876	Studi Pasteur yang menemukan bahwa mikroorganisme yang dapat melakukan fermentasi. Pasteur dapat dianggap bapak bioteknologi sedunia.
1880	Mikroorganisme ditemukan.
1919	Karl Ereky insinyur dari Hungaria yang pertama kali menggunakan istilah Bioteknologi.
1940	Suatu arah baru dalam dunia bioteknologi melalui pengenalan teknik rekayasa yang rumit pada kultivasi massa mikroorganisme untuk menjamin bahwa proses biologis tertentu dapat berlangsung tanpa mikroorganisme lain.
1950	Penemuan struktur DNA.
1970	Ditemukannya enzim restriksi yang digunakan untuk memotong DNA oleh peneliti dari Amerika Serikat.
1975	Kohler dan Milostein mengembangkan metode antibodi monoklonal.





1978	Dikembangkannya insulin yang dihasilkan oleh bakteri <i>Escherichia coli</i> .
1980	Bioteknologi modern muncul ketika teknologi rekombinan DNA dikembangkan
1992	FDA menyetujui makanan hasil organisme modifikasi pertama dari Colena, yaitu tomat "flavr savr".
1997	Ilmuan Inggris dari Institut Roselin mempublikasikan domba Dolly yang merupakan hasil kloning dari dua sel domba.
2000	Selesainya Human Genome Project secara garis besar.
2002	Keberhasilan pemetaan gen-gen dari tanaman padi.
2003	50 tahun setelah penjelasan struktur DNA, Human Genom Project selesai dilaksanakan.

(Sumber : Buku Sakti Biologi SMA, 20011:719)

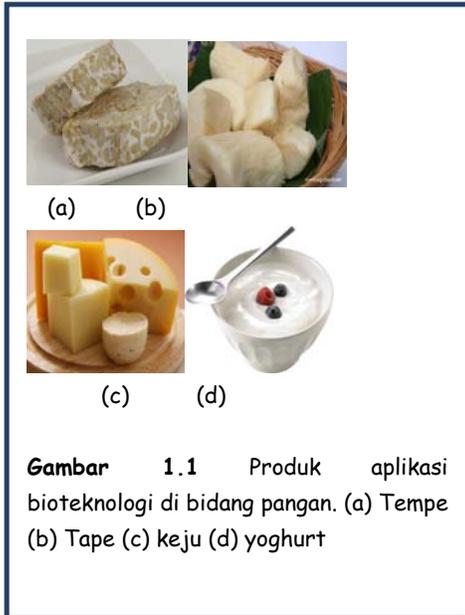
D. Macam Bioteknologi

Dalam perkembangannya bioteknologi telah melewati sejarah yang panjang, sehingga berdasarkan bentuk penerapannya dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu bioteknologi tradisional (konvensional) dan modern. Perbedaan antara kedua macam bioteknologi akan dijelaskan sebagai berikut.

1. Bioteknologi Tradisional (Konvensional)

Sejak zaman dahulu sebenarnya orang-orang sudah menerapkan teknik bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari, walaupun belum mengetahui bahwa teknik itu disebut dengan bioteknologi. Orang Somaria dan Babilonia kuno sudah minum bir sejak tahun 6000 SM, orang Mesir sudah membuat adonan kue asam sejak tahun 4000 SM. Teknik yang dilakukan oleh orang-orang dahulu ini masih tergolong dalam bioteknologi tradisional (konvensional). Kesadaran bahwa terjadinya berbagai proses tersebut dikarenakan oleh organisme hidup yang disebut ragi dapat dijelaskan oleh





Gambar 1.1 Produk aplikasi bioteknologi di bidang pangan. (a) Tempe (b) Tape (c) keju (d) yoghurt

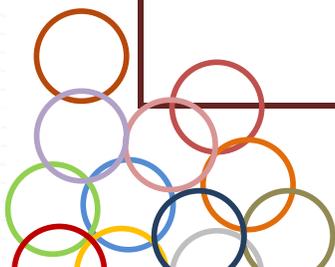
Antonio van Leeuwenhoek pada abad ke-17. Bukti nyata peran mikroorganisme dalam fermentasi berhasil ditemukan oleh Louis Pasteur pada tahun 1857 dan 1876.

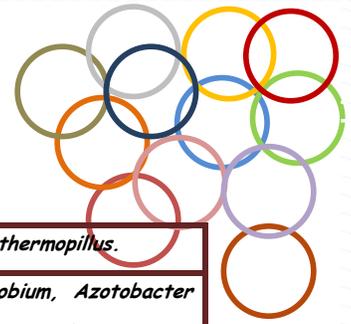
Bioteknologi tradisional (konvensional) merupakan bioteknologi yang memanfaatkan mikroorganisme secara langsung tanpa dilakukan rekayasa terhadap mikroorganisme

tersebut, dimana dalam prosesnya terjadi proses biokimia, dan proses genetik alami seperti mutasi dan rekombinasi genetik. Aplikasi dari bioteknologi tradisional (konvensional) dalam kehidupan sehari-hari diantaranya sebagaimana pada tabel 2.

Tabel 2. Beberapa Contoh Aplikasi Bioteknologi Tradisional Di Berbagai Bidang Kehidupan

Bidang Kehidupan	Beberapa Contoh Aplikasi Di Dalamnya
Pangan	<ul style="list-style-type: none"> • Pembuatan tempe dari kacang kedelai menggunakan kapang <i>Rhizopus oligosporus</i> dan <i>Rhizopus oryzae</i>. • Pembuatan tape dari beras ketan menggunakan <i>Saccharomyces cereviceae</i>. • Pembuatan oncom dari ampas tahu (kacang kedelai) menggunakan <i>Neurospora sitophila</i>. • Pembuatan keju dari susu sapi dengan bantuan <i>Penicillim roquefortii</i>. • Pembuatan yoghurt dari susu sapi dengan bantuan bakteri asam laktat



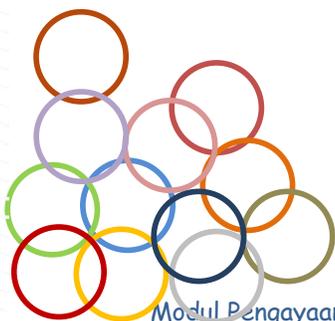


	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> dan <i>Streptococcus thermophilus</i> .
Pertanian	<ul style="list-style-type: none">• Penggunaan biofertilizer dari mikroba seperti <i>Rhizobium</i>, <i>Azotobacter</i> dan <i>Mikoriza</i> yang digunakan agar akar lebih banyak mengikat nitrogen tanah.
Kesehatan dan Pengobatan	<ul style="list-style-type: none">• Penggunaan antibiotik yang langsung diisolasi dari bakteri dan jamur di mana lingkungan dari mikroorganisme tersebut direkayasa agar mikroorganisme tersebut dapat menghasilkan antibiotik, contohnya antibiotik dari jamur <i>Penicillium notatum</i> di mana lingkungan dari• Vaksin merupakan mikroorganisme yang dihilangkan senyawa toksiknya sehingga dapat memacu kekebalan tubuh terhadap penyakit tertentu.
Lingkungan	<ul style="list-style-type: none">• Penggunaan mikroorganisme dalam proses pengolahan limbah, contohnya digunakannya <i>Sporotrichum</i> sp yang menurunkan kadar limbah dari sisa industri kertas.

(Sumber : Buku Sakti Biologi SMA, 2001:721)

2. Bioteknologi Modern

Era baru dalam bioteknologi muncul pada tahun 1940-an melalui pengenalan teknik rekayasa yang rumit pada kultur massa mikroorganisme. Untuk menjamin bahwa proses biologis tertentu dapat berlangsung tanpa kontaminasi mikroorganisme lain atau bisa dikenal dengan teknik aseptik. Sekitar tahun 1950-an struktur DNA ditemukan, hal ini juga sangat mendukung perkembangan dari bioteknologi modern di dunia. Tahun-tahun terakhir ini ada beberapa perkembangan terkenal dalam biologi molekuler dan pengendalian proses sehingga menciptakan kesempatan baru dan mencengangkan. Sehingga dapat dikatakan bahwa bioteknologi modern memiliki proses yang sangat rumit, mahal, dan hanya cocok untuk produk yang bernilai tinggi.





Bioteknologi modern merupakan

bioteknologi yang didasarkan pada proses rekayasa struktur DNA, yang juga memanfaatkan dasar mikrobiologi dan biokimia. Bioteknologi yang didasarkan pada rekayasa struktur DNA dilakukan dengan memodifikasi gen-gen tertentu yang menguntungkan dari donor seperti bakteri, tumbuhan, hewan, serta manusia dan memindahkannya pada organisme yang

lain atau vektor seperti virus atau bakteri. Aplikasi dari bioteknologi modern dalam kehidupan sehari-hari diantaranya adalah sebagai mana tabel 3.

Dalam dunia bioteknologi, baik tradisional maupun modern selalu menggunakan mikroorganisme sebagai agen dalam menjalankan proses didalamnya sehingga menghasilkan produk dan jasa yang berdaya guna.

Alasan mengapa mikroorganismenya seperti bakteri, yeast dan kapang digunakan adalah sebagai berikut :

- Pertumbuhannya sangat cepat.
- Sel-sel dari mikroorganismenya tersebut mengandung protein tinggi.
- Dapat mendegradasi produk-produk sisa sebagai substratnya.
- Menghasilkan produk yang tidak beracun.



- Sebagai organisme yang hidup, reaksi biokimianya dikontrol oleh enzim mikroorganisme itu sendiri sehingga tidak dibutuhkan tambahan reaktan lainnya.

Tabel 3. Beberapa Contoh Aplikasi Bioteknologi Modern di Berbagai Bidang Kehidupan.

Bidang Kehidupan	Beberapa Contoh Aplikasi di Dalamnya
Pangan	<ul style="list-style-type: none"> • Tomat yang tidak cepat matang serta membusuk disebut "flavr savr" merupakan organisme hasil rekayasa genetika. • Kentang yang telah mengalami mutasi genetik sehingga kadar pati lebih banyak 20% dibanding kentang biasa.
Pertanian	<ul style="list-style-type: none"> • Tanaman kedelai Tengger dan kedelai hijau Camar yang berumur pendek dengan produktivitas tinggi, diperoleh dari radiasi seleksi biji-biji kedelai. • Tanaman transgenik contohnya tanaman jagung dan kapas tahan hama dan penyakit yang dimanipulasi gen-gennya.
Peternakan	<ul style="list-style-type: none"> • Ternak unggul hasil manipulasi genetik, contohnya hewan yang diunggulkan produksi daging dan susunya.
Kesehatan dan Pengobatan	<ul style="list-style-type: none"> • Hormon pertumbuhan somatotropin dihasilkan oleh bakteri <i>Escherichia coli</i> yang sudah direkayasa materi genetiknya.

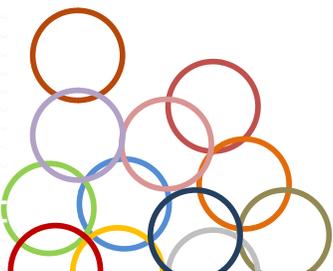
Biografi

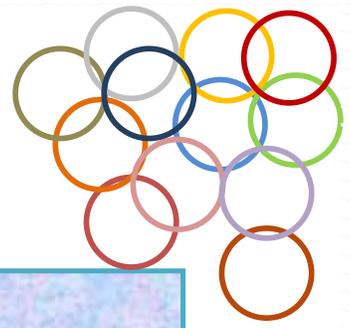




RANGKUMAN MATERI

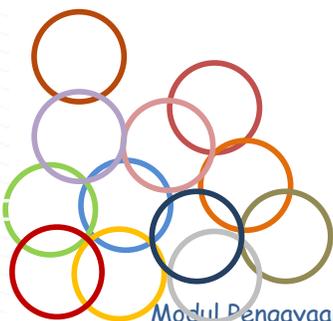
1. Bioteknologi merupakan suatu bidang yang memanfaatkan organisme ataupun bagiannya untuk menghasilkan produk dan jasa yang berkualitas untuk meningkatkan kesejahteraan manusia.
2. Bioteknologi dibedakan atas biologi tradisional (konvensional) dan modern yang sudah dimanfaatkan diberbagai bidang kehidupan.
3. Bioteknologi tradisional memanfaatkan mikroorganisme langsung tanpa melalui rekayasa pada mikroorganisme tersebut contohnya dalam pembuatan tempe, oncom, dan tape; sedangkan bioteknologi modern memanfaatkan manipulasi (rekayasa) serta transfer DNA (gen) antar organisme contohnya tanaman dan hewan transgenik, insulin sintetis dan lainnya.





Penting diingat!!

- Bioteknologi
- Bioteknologi tradisional (konvensional)
- Bioteknologi modern
- Antibiotik
- Vaksin
- Transgenik
- Mikrobiologi
- Rekayasa genetika
- DNA
- Mikroorganisme





TUGAS I



Bacalah dan cermati cuplikan cerita dibawah ini !

Di suatu rumah tinggal keluarga kecil di sana. Ketika itu seorang ibu sedang membuat adonan roti bersama anaknya

Dodi : ibu sedang bikin apa? (sambil menghampir ibu)

Ibu : ini nak, ibu lagi bikin roti kesukaan mu

Dodi : asiiiiik..boleh gak aku bantu bu

Ibu : ya boleh

Dodi : bahannya ada apa aja sih bu?

Ibu : coba kamu sebutin satu-satu, ini sudahibu siapkan..

Dodi : mmm ada tepung, gula, telur, mentega dan mmmm ini apa bu serbuk warna kuning? (menunjuk satu-satu bahan yang ada di atas meja)

Ibu : oooh..itu ragi dodi

Dodi : raaagi ? apa tu bu?

Ibu : itu yang bikin rotinya bisa jadi kembang dod..jadi sebesar gunung (sambil tertawa kecil dan mencampur semua bahan)

Dodi : wah hebat y bu...aku mau tau ah bu gimana adonannya bisa berubah

Ibu : ini semua bahan sudah tercampur, sekarang kita tunggu y sambil ditutup kain wadahnya

Dodi : berapa lama bu? Kok ditunggu segala sih trus ditutupin segala (muka heran)

Ibu : kita tunggu satu jam ya..ditutup supaya lebih cepat mengembangnya

Satu jam kemudian.

Dodi : bu..ibu (lari tergesa-gesa ke dapur)

Ibu : kenapa dodi?

Dodi : ibu aku sudah penasaran mau liat adonan tadi

Ibu : ayo kita lihat sama-sama (sambil membuka kain penutup)

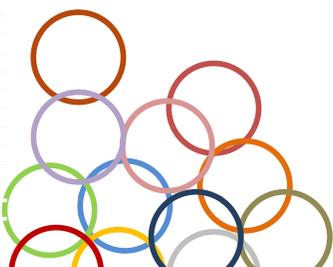
Dodi : waaaaah...ibu hebat...jadi besar ya bu....baunya harum...tapi kok panas y bu

Ibu : itu smua karena kita tadi masukin ragi ke dalam adonannya..makanya adonannya jadi seperti ini

Dodi : jadi ragi itu apa sih bu..apa dia hidup?

Ibu : coba kamu baca sendiri dibungkusnya..

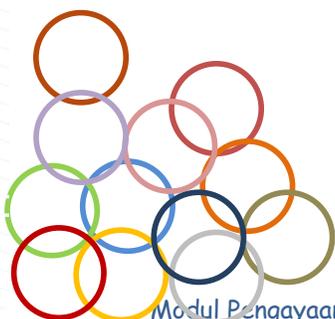
Dodi : ini ya bu aku bacain..ragi itu ternyata jamur bu..di sini ditulis jamur bentuk yeast dari *Saccharomyces cereviceae*..waaaw besok di sekolah mau tanya bu guru ah..biar lebih jelas





Analisislah pertanyaan berikut ini :

1. Dari kutipan cerita di atas, adakah kalian temukan konsep bioteknologi di dalamnya, jika ada digolongkan ke dalam golongan apa, konvensional atau modern ?
2. Diskusikanlah dengan teman sebelahmu atau buatlah kelompok untuk mendiskusikan mengenai prinsip bioteknologi yang diterapkan!
3. Untuk menambah pemahaman carilah info mengenai peran dari *Saccharomyces cereviceae* dalam bioteknologi !





Tes Formatif I



Bacalah soal berikut ini dengan baik, kemudian pilihlah jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda (X) pada huruf pilihan jawaban !

1. Pernyataan berikut yang benar mengenai pengertian bioteknologi adalah ...
 - a. Teknologi yang diterapkan dalam ilmu biologi
 - b. Penerapan organisme atau bagiannya sehingga dihasilkan produk dan jasa
 - c. Industri produk dan jasa
 - d. Rekayasa genetika pada makhluk hidup
 - e. Pemanfaatan mikroorganisme

2. Hubungan yang *benar* antara produk bioteknologi dengan mikroorganisme adalah ...

Produk Bioteknologi	Mikroorganisme
a. Tempe	<i>Rhizopus oligosporus</i>
b. Tape	<i>Penicillium roquefortii</i>
c. Keju	<i>Saccharomyces cereviceae</i>
d. Yoghurt	<i>Neurospora sitophila</i>
e. Oncom	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>





3. Salah satu penerapan bioteknologi adalah menggunakan mikroorganisme sebagai agen untuk menghasilkan produk baru. Cabang ilmu yang menunjang perkembangan bioteknologi tersebut adalah ...

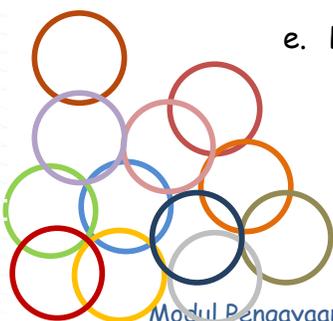
- a. Genetika
- b. Ekologi
- c. Biologi sel
- d. Biokimia
- e. Mikrobiologi

4. Pada penerapan bioteknologi modern, setiap prosesnya akan melibatkan rekayasa pada susunan gen atau DNA dari organisme vektor maupun donor. Untuk itu salah satu cabang ilmu yang harus dikembangkan dalam bioteknologi modern adalah...

- a. Ekologi
- b. Mikrobiologi
- c. Genetika
- d. Biologi sel
- e. Biokimia

5. Bioteknologi konvensional berbeda dengan bioteknologi modern dari segi ...

- a. Kegunaannya
- b. Produk yang dihasilkan
- c. Jenis mikroorganismenya
- d. Prinsip kerja yang digunakan
- e. Bahan dasarnya





6. Louis Pasteur adalah tokoh biologi yang dinobatkan menjadi bapak bioteknologi sedunia, salah satu penemuannya yang sangat terkenal di bidang bioteknologi adalah ...

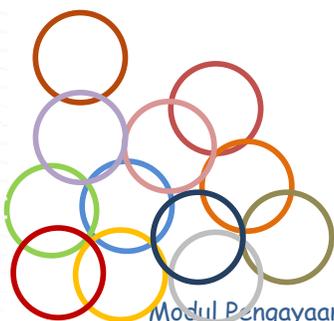
- a. Fermentasi tempe
- b. Insulin sintetis
- c. Teknik Pasteurisasi
- d. Tanaman transgenik
- e. Hewan transgenik

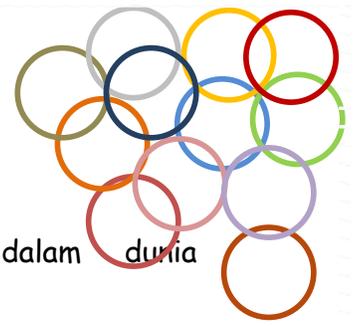
7. Perhatikan macam produk di bawah ini :

- 1) Antibiotik
- 2) Tape
- 3) Vaksin
- 4) Tanaman transgenik
- 5) Insulin sintetis

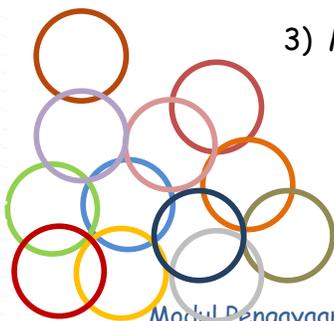
Dari produk yang disebutkan di atas, jenis produk yang dihasilkan dari bioteknologi modern adalah ...

- a. 1 dan 2
- b. 1 dan 3
- c. 3 dan 4
- d. 2 dan 4
- e. 4 dan 5





8. Keunggulan dari pemanfaatan mikroorganisme dalam dunia bioteknologi adalah, kecuali ...
- Reproduksinya sangat cepat
 - Produk yang dihasilkan menimbulkan alergi
 - Mudah diperoleh
 - Mengandung protein tinggi dalam selnya
 - Reaksi biokimiawi tergantung pada enzim mikroorganisme itu sendiri
9. Yang dimaksud dengan tanaman dan hewan transgenik adalah ...
- Tanaman dan hewan kualitas rendah
 - Tanaman dan hewan yang tidak bisa dikonsumsi
 - Tanaman dan hewan dengan kualitas unggul hasil rekayasa genetika
 - Tanaman dan hewan yang mengidap penyakit
 - Tanaman dan hewan langka
10. Beberapa kegiatan bioteknologi di bawah ini
- Melibatkan mikrobiologi, biokimia, genetika, teknik kimia, dan teknik rekayasa dalam uji coba fusi inti
 - Melakukan bioremediasi limbah minyak di perairan yang terkena tumpahan minyak dengan bakteri transgenik "pemakan" minyak..
 - Memanfaatkan mikroorganisme sebagai agen penyisip DNA.

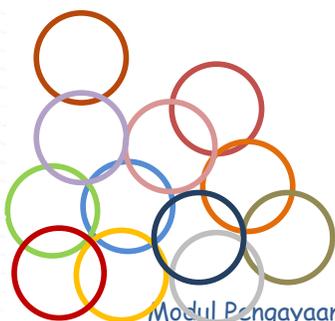




- 4) Menggunakan metode fermentasi untuk mengubah karbohidrat menjadi alkohol
- 5) Pembuatan vaksin polio dengan menyuntikkan virus yang sudah dilemahkan untuk memicu antibodi

Dari kegiatan di atas yang tergolong dalam kegiatan bioteknologi modern adalah ...

- a. 1), 2), dan 3)
- b. 1), 2), dan 4)
- c. 1), 3), dan 4)
- d. 1), 3), dan 5)
- e. 1), 4), dan 5)





UMPAN BALIK

Cocokkanlah hasil jawaban soal latihan kalian dengan kunci jawaban yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah hasil jawaban kalian yang benar. Pgunakanlah rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan kalian terhadap seluruh isi materi dalam Latihan I.

Rumus :

$$\text{Tingkat penguasaan materi} = \frac{\text{Jumlah jawaban benar}}{\text{Jumlah soal}} \times 100\%$$

Arti nilai tingkat penguasaan yang kalian capai :

91 % - 100 % = Baik Sekali

81 % - 90 % = Baik

70 % - 80 % = Cukup

< 70 % = Kurang

Contoh :

Apabila hasil jawaban benar kalian 8 dari 10 soal, maka diperoleh :

$$\text{Tingkat penguasaan materi} = \frac{8}{10} \times 100\% = 80\%$$

Dengan demikian tingkat penguasaan kalian Baik.

Jika tingkat penguasaan kalian mencapai $\geq 80\%$, kalian telah menguasai materi yang ada di dalam modul dan siap melanjutkan ke kegiatan belajar selanjutnya. Tetapi apabila tingkat penguasaan kalian $\leq 80\%$, kalian harus mengulang memahami materi yang terdapat dalam Kegiatan Belajar I, terutama bagian yang belum kalian kuasai.





KEGIATAN II

Bioteknologi Pengolahan Bahan Pangan

“Fermentasi Kacang Benguk (*Mucuna pruriens*)”



Tujuan Pembelajaran

- Siswa mampu menerangkan salah satu aplikasi bioteknologi pada pengembangan bahan pangan
- Siswa mampu menjelaskan pengaruh bioteknologi pada pengembangan bahan pangan
- Siswa dapat menyebutkan dengan rinci peranan mikroorganisme sebagai agen penting dalam bioteknologi



PENDAHULUAN

Di zaman serba modern ini, penerapan bioteknologi sudah banyak dirasakan berbagai bidang kehidupan, misalnya di bidang pengolahan bahan pangan, farmasi, kedokteran, pertanian, pengolahan limbah, dan pertambangan. Salah satu implikasi bioteknologi di berbagai bidang adalah dalam pengolahan bahan pangan. Untuk meningkatkan bahan mentah digunakan kemampuan mikroorganisme atau komponennya sehingga dihasilkan produk yang memiliki kualitas gizi yang lebih tinggi dan rasa yang khas. Pernahkah dari kalian mengkonsumsi makanan seperti tempe, oncom, keju ataupun minuman seperti yoghurt ? Ketika kalian mengkonsumsinya adakah perbedaan rasa antara makanan ini dengan bahan baku aslinya ?

Dari pertanyaan tersebut tentu kalian membayangkan mengapa rasa kacang kedelai bisa berbeda ketika diolah menjadi tempe atau oncom, mengapa rasa susu berbeda ketika diubah menjadi yoghurt ataupun keju. Untuk lebih mengetahui lebih dalam lagi aplikasi bioteknologi dalam bidang kehidupan salah satunya dalam pengolahan bahan, maka modul ini akan menjelaskan salah satu aplikasinya yaitu pada "Fermentasi Kacang bengkok (*Mucuna pruriens*)". Dari tahapan fermentasi dan proses yang ada dalam pembuatan tempe bengkok ini diharapkan kalian mampu nantinya merumuskan



pengertian bioteknologi, proses, dan pengaruhnya jika diterapkan dalam kehidupan sehari - hari.



MATERI

A. Bioteknologi dalam Pengolahan Pangan

Sejak zaman dahulu, nenek moyang kita sudah mengonsumsi makanan dan minuman hasil dari bioteknologi, diantaranya orang Sumeria dan Babilonia kuno sudah minum bir sejak tahun 6000 SM, orang Mesir sudah membuat adonan kue asam sejak tahun 4000 SM. Namun orang - orang dahulu belum paham bahwa makanan dan minuman yang biasa dikonsumsi telah melalui proses yang kita kenal sekarang dengan istilah bioteknologi. Barulah pada abad ke-17 berbagai proses yang menghasilkan produk - produk tersebut diketahui melibatkan peran organisme hidup yang disebut ragi. Bukti pasti atas kemampuan mikroorganisme melakukan peran tersebut ditemukan pada tahun 1857-1876 oleh Louis Pasteur.

Mikroorganisme yang ditambahkan dalam pengolahan bahan pangan dapat membantu proses pembuatan bahan pangan atau mengubah bahan pangan menjadi bentuk lain. Sejak dulu orang sudah menggunakan mikroorganisme untuk pengolahan bahan pangan, proses ini disebut dengan *fermentasi*.





Fermentasi adalah suatu proses yang melibatkan mikroorganisme atau enzimnya sehingga mengalami perubahan secara biokimiawi yang dikehendaki dan dapat memberikan ciri spesifik dari produk yang dihasilkan. Makanan dan minuman yang dihasilkan dari proses ini kemungkinan memiliki kandungan gizi yang lebih tinggi, lebih mudah dicerna, dan lebih enak rasanya dibandingkan sebelum diolah. Fermentasi juga membuat bahan mentah menjadi lebih awet dan tahan lama sehingga tidak perlu menggunakan bahan pengawet.

Dalam setiap proses fermentasi akan selalu melibatkan tiga komponen terpenting yaitu :

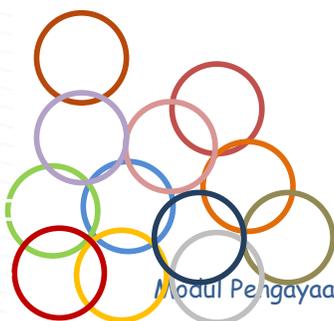
- **Inokulum**, merupakan bahan (padat atau cair) yang mengandung bakteri, spora, konidia, atau sel khamir, yang sengaja ditambahkan pada substrat
- **Substrat**, merupakan bahan yang akan didegradasi (dirombak) oleh mikrobia yang ditambahkan
- **Bioreaktor**, merupakan tempat berlangsungnya proses penguraian substrat oleh mikroorganisme.

Salah satu yang akan kita terapkan dalam pengolahan bahan mentah adalah pembuatan tempe berbahan kacang benguk (*Mucuna pruriens*), di mana pengolahannya akan menggunakan teknik fermentasi.

Penting diingat !!

Fermentasi : enzim → proses biokimiawi → hasil

Alasan fermentasi dapat digolongkan ke dalam bioteknologi





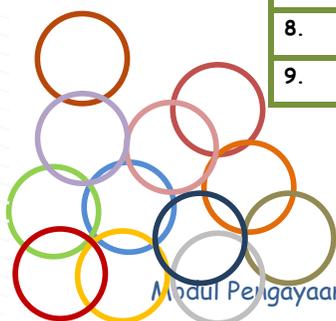
B. Fermentasi Kacang benguk (*Mucuna pruriens*)

1. Sekilas Tentang Kacang Benguk (*Mucuna pruriens*)

Kacang benguk (*Mucuna pruriens*) ini berasal dari tanaman benguk (*Mucuna pruriens*) yang merupakan jenis tanaman perdu dan tergolong melilit. Daun dari tanaman ini berbentuk segitiga dengan buahnya yang menggerombol pada batang dan termasuk pada jenis polong-polongan. Kulit buah ketika masih muda berwarna hijau dan berbulu halus, sedangkan jika sudah tua bulu-bulu halus tersebut akan mulai berubah warna menjadi coklat kemudian menghitam. Kacang benguk (*Mucuna pruriens*) lebih keras dibandingkan dengan kacang kedelai dan mengandung asam sianida (HCN) yang bersifat racun. Namun zat racun ini dapat mudah dihilangkan dengan cara yang sederhana yaitu dengan direndam dalam air bersih selama 24-48 jam di mana tiap 6-8 jam sekali airnya harus diganti. Berikut tabel kandungan gizi kacang benguk (*Mucuna pruriens*) dalam tiap 100 gr bahan.

Tabel 4. Kandungan Gizi Biji Benguk dalam Tiap 100 gr Bahan

No.	Zat Gizi	Jumlah
1.	Kalori (kal)	332,0
2.	Protein (gr)	24,0
3.	Lemak (gr)	3,0
4.	Karbohidrat (gr)	55,0
5.	Kalsium (mg)	130,0
6.	Fosfor (mg)	200,0
7.	Besi (mg)	2,0
8.	Vitamin A (S.I)	70,0
9.	Vitamin B1 (mg)	0,3



10.	Vitamin C (mg)	0
11.	Air (gr)	15,0
12.	Bagian dapat dimakan (%)	95,0

(Sumber : Direktorat Gizi Depkes RI, 1979)

2. Tahapan Proses Fermentasi Kacang bengkung (*Mucuna pruriens*)

1. Menghilangkan Kotoran dan Penyortiran

Kacang bengkung (*Mucuna pruriens*) yang akan difermentasi menjadi tempe haruslah yang berkualitas baik. Untuk memisahkan antara kualitas baik dan buruk adalah dengan mencelupkan kacang bengkung (*Mucuna pruriens*) yang ada ke dalam air, kacang yang mengapung di permukaan air adalah kacang yang kualitasnya jelek. Tujuan lain dari penyortiran adalah untuk membersihkan kacang dari kotoran - kotoran yang ikut pada saat kacang tersebut dijemur.



(a)

(b)

Gambar 2.1(a) cara membersihkan kacang dan memisahkan kacang yang berkualitas baik dengan kualitas buruk (b) kacang berkualitas baik dan sudah dibersihkan

Sumber : Dokumentasi peneliti

2. Perebusan I

Setelah dicuci bersih barulah kacang benguk (*Mucuna pruriens*) dengan kualitas baik ini direbus dengan takaran air 2,5 liter air untuk setiap 1 kg kacang benguk (*Mucuna pruriens*). Perebusan berlangsung selama 30 menit dihitung sejak air mulai mendidih dan panci dalam keadaan tertutup. Tujuan dari perebusan ini adalah selain untuk mempermudah pengelupasan kulit dari kacang, perebusan ini juga bertujuan untuk hidrasi. Sehingga menambah kandungan air yang ada dalam kacang dan ketika difermentasi kapang akan lebih mudah tumbuh. Perebusan selesai berulah kacang - kacang ini bisa dipisahkan dari kulitnya yang keras tadi.



(a)

(b)

Gambar 2.2 (a) cara melepaskan kulit dari kacang benguk (b) kacang benguk yang sudah terbebas dari kulit yang keras

Sumber : Dokumentasi peneliti

3. Pra Fermentasi (Perendaman)

Tahapan selanjutnya adalah perendaman yang merupakan fase awal dari fermentasi. Bagi sebagian pengrajin tempe benguk yang ada, perendaman merupakan proses yang bertujuan untuk membuang atau menghilangkan asam sianida yang bersifat racun. Namun dalam fermentasi, perendaman merupakan awal keberhasilan dalam fermentasi selanjutnya yaitu pada saat peragian.



(a)

(b)

Gambar 2.3 Kondisi pada saat perendaman selama 48 jam tiap 8 jamnya air diganti (a) kondisi awal ketika akan memulai fase perendaman, (b) kondisi setelah melewati fase perendaman selama 8 jam

Sumber : Dokumentasi penulis

Selama perendaman kacang benguk (*Mucuna pruriens*) mengalami proses hidrasi, sehingga kadar air dalam kacang menjadi naik sebesar 62 - 65 %. Perendaman ini dilakukan selama 48 jam setiap 8 jam air harus diganti, tujuannya yaitu untuk menghilangkan racun asam sianida (HCN) yang ada dalam kacang tersebut. Awalnya saat perebusan pertama menghasilkan kacang dengan pH 6,5 dengan adanya proses perendaman selama 48 jam dan tiap 8 jam air diganti



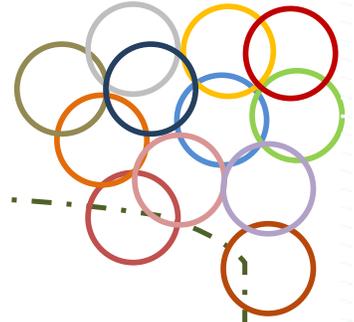
kira - kira menurut kalian apakah yang terjadi? Jawabannya akan kita temukan saat membahas hasil fermentasi.

Selain dilakukan pengukuran pH terhadap kacang, perlu kita selidiki agen apa yang melakukan tugasnya di awal fermentasi ini yaitu dengan melakukan isolasi dari air rendaman. Tiap air rendaman yang akan diganti akan diisolasi dalam media pertumbuhan. Karena substrat direndam di dalam air kemungkinan terbesar agen yang tumbuh adalah bakteri, untuk itu dilakukan isolasi pada media Nutrient Agar untuk di ketahui jumlah populasi koloninya apakah setiap perendaman terjadi perubahan fluktuasi koloni atau tidak.

Tabel 5. Hasil Pengamatan pada Pra Fermentasi

Ulangan Rendaman	Waktu Rendaman	Suhu Perendaman (°C)	Saat Perendaman	pH Kacang benguk (<i>Mucuna pruriens</i>)	Total Koloni Hasil Isolasi Air Rendaman			
					12 jam	24 jam	36 jam	48 jam
1	8.20 – 16.20	30		5,1	-	2	14	14
2	16.20 – 00.20	29		5,2	-	1	32	32
3	00.20 – 8.20	27		5,1	-	8	18	18
4	8.20 – 16.20	30		5,1	-	8	24	31
5	16.20 – 00.20	29		5,2	-	1	9	9
6	00.20 – 8.20	27		5,2	-	7	39	40





Taukah kamu yang terjadi pada saat perendaman?

Selama proses perendaman yang dilakukan secara non aseptik atau tidak steril memberikan kesempatan pertumbuhan bakteri di dalam rendaman tersebut. Bakteri - bakteri tersebut tergolong dalam bakteri asam laktat sehingga pada kacang terjadi penurunan pH dalam kacang menjadi 4,5 - 5,3. Perubahan tersebut terjadi karena adanya komponen gula yang diubah menjadi asam laktat. Bakteri - bakteri asam laktat yang ditemukan pada saat fermentasi di antaranya tergolong dalam genus *Lactobacillus* sp dan *Streptococcus* sp.

4. Perebusan II

Setelah dilakukan perendaman selama 48 jam maka kacang - kacang tersebut harus direbus kembali guna menghilangkan lendir pada saat perendaman membunuh bakteri kontaminan. Takaran dalam perebusan kedua ini sama dengan perbusan pertama yaitu 2,5 liter air untuk 1 kg kacang, yang membedakan adalah lama waktunya yaitu 20 menit setelah air mulai mendidih dengan keadaan panci yang dibuka.

5. Penirisan dan Pendinginan

Penirisan dan pendinginan ini bertujuan untuk mengurangi kadar air da lam kacang, mengeringkan permukaan biji dan menurunkan suhunya sehingga kondisinya lebih sesuai untuk pertumbuhan kapang nantinya. Terlalu banyaknya air yang ada di sekitar kacang akan





menyebabkan bakteri pembusuk lebih cepat berkembang biak dibandingkan inokulumnya nanti.

6. Inokulasi (Peragian)

Pada pembahasan sebelumnya kita sudah membahas mengenai komponen - komponen terpenting dalam fermentasi. Dapatkah kalian mengingat kembali tiga komponen penting dalam fermentasi? Ya, salah satu komponen yang memegang peran penting dalam fermentasi adalah inokulum. Inokulum merupakan bahan (padat atau cair) yang mengandung bakteri, spora, konidia, atau sel khamir, yang sengaja ditambahkan pada substrat. Umumnya para produsen tempe menggunakan berbagai macam inokulum seperti usar dari daun waru, tempe yang sudah dikeringkan, dan menggunakan ragi yang dijual di pasaran, namun tujuannya sama yaitu menumbuhkan kapang *Rhizopus oligosporus* sebagai agen dalam fermentasi kacang benguk (*Mucuna pruriens*).

Langkah awal dari inokulasi ini adalah merajang kacang yang sudah direbus kedua kalinya, kemudian mencampur kacang benguk (*Mucuna pruriens*) tersebut dengan inokulum hingga merata. Pada pembuatan tempe benguk ini karena merupakan studi ilmiah dan pembuatannya skala laboratorium maka digunakanlah isolat murni dari *Rhizopus oligosporus*. Cara mencampurnya adalah mensuspensikan isolat murni dahulu dengan aquades, hingga perbandingan inokulum dengan substrat adalah 1 : 9.





Setelah seluruh kacang tercampur rata dengan inokulum barulah kacang - kacang ini siap dikemas. Kemasan yang akan digunakan adalah plastik yang agak tebal dan kaku dan diberi lubang - lubang kecil.



(a) (b) (c)

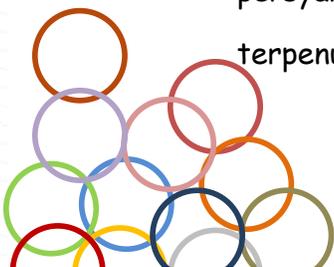
Gambar 2.4 Kacang hasil perbusan kedua (a) dirajang kemudian dicampurkan dengan inokulum berupa isolat murni *Rhizopus oligosporus*(b) yang disuspensikan dengan aquades hingga perbandingan inokulum dan substrat (kacang bengkok) yaitu 1: 9, setelah itu kacang yang sudah diinokulasi harus segera dibungkus (c) dengan aersi yang cukup

Sumber : Dokumentasi peneliti.

Tujuan penggunaan plastik kaku ini yaitu agar memberikan bentuk kepada kacang sehingga posisinya bisa tetap dan tidak berubah ketika saat difermentasi, memberi lubang di setiap sisi untuk memberikan aerasi yang cukup saat pertumbuhan kacang nantinya.

7. Pemeraman (inkubasi)

Tahapan yang menjadi inti dari seluruh proses fermentasi kacang adalah inkubasi atau pemeraman. Dalam proses ini memiliki persyaratan tempat atau dalam istilahnya bioreaktor yang harus terpenuhi agar inokulum bisa berkembang baik pada substrat. Syarat





yang baik untuk tempat inkubasi adalah lingkungan yang sesuai dengan pertumbuhan inokulum, karena dalam pembuatan tempe ini menggunakan isolat murni dari *Rhizopus oligosporus* maka lingkungannya harus disesuaikan dengan lingkungan kapang tersebut agar pertumbuhannya dapat maksimal. Menurut Indrawati Gandjar (1999) *Rhizopus oligosporus* dapat tumbuh optimum pada suhu 30° - 35°C dengan kelembaban udara 90% dan aerasi yang cukup. Waktu inkubasi atau pemeraman tempe ini dilakukan selama 90 jam hingga tempe siap panen.

Mau tau mengapa inkubasi dilakukan selama 90 jam?

Menurut Sudarmadji (1997), didalam inkubasi tempe terdapat tiga fase terpenting, yaitu:

- Inkubasi (0 - 30 jam) merupakan fase pertumbuhan cepat inokulum pada substrat
- Inkubasi (30 - 50 jam) merupakan fase transisi
- Inkubasi (50 - 90 jam) merupakan fase pembusukan atau disebut fermentasi lanjut





C. Peran Mikroorganisme pada Fermentasi

Pernahkah kalian berfikir ketika mengonsumsi tempe benguk mengapa rasanya sangat berbeda ketika mengonsumsi kacang benguk (*Mucuna pruriens*) yang belum diproses menjadi tempe? Tentu setelah menjadi tempe ada perubahan yang terjadi pada kacang tersebut selama pengolahan. Perubahan tersebut dipengaruhi oleh kerja mikroorganisme yang sengaja maupun tidak sengaja berperan didalam fermentasi. Sehingga dapat dikatakan bahwa pengaruh dari fermentasi terhadap kacang disebabkan oleh agen penting yaitu mikroorganisme. Dalam fermentasi kacang benguk (*Mucuna pruriens*) diketahui bahwa tahapan yang didominasi oleh peran mikroorganisme adalah pada saat perendaman (pra-fermentasi) dan pemeraman (inkubasi). Untuk itu pada subbab selanjutnya akan dibahas satu persatu mengenai peran mikroorganisme pada tahapan - tahapan tersebut.

1. Peran Mikroorganisme pada Saat Perendaman

Pada saat membahas tahapan fermentasi, sudah diungkapkan bahwa setelah melewati tahapan ini kacang akan mengalami perubahan pH. Berdasarkan teori menurut Kapti Rahayu (1988: 27) penurunan pH pada kacang disebabkan oleh pertumbuhan Bakteri Asam Laktat (BAL). Adanya bakteri asam laktat menyebabkan perubahan komponen gula menjadi asam laktat, sehingga pH menjadi agak asam. Untuk membuktikan benar atau tidaknya pada saat perendaman didominasi oleh bakteri maka dilakukan isolasi bakteri dari air rendaman pada media Nutrient Agar (NA).





2. Peran Mikroorganismen pada Saat Pemeraman (inkubasi)

Tahapan yang sangat jelas memanfaatkan peran mikroorganismen adalah pada saat pemeraman (inkubasi), karena pada tahapan sebelumnya kita ketahui kacang bengkok (*Mucuna pruriens*) sudah dicampurkan dengan inokulum yang sudah ditentukan yaitu kapang *Rhizopus oligosporus*. Namun karena pengolahan tempe ini dilakukan secara non aseptik, memungkinkan bagi mikroorganismen lain untuk ikut berperan di dalamnya. Untuk itu perlu dilakukan identifikasi lagi dengan cara mengisolasi tempe bengkok yang sudah jadi pada media Potato Dekstrose Agar (PDA), sehingga dapat diketahui mikroorganismen apa yang paling dominan. Ternyata ketika dilakukan isolasi untuk setiap sampel hasil inkubasi dengan waktu yang berbeda, hanya kapang *Rhizopus oligosporus* yang mendominasi pada tahapan tersebut. Hanya saja pada saat fase inkubasi 90 jam peran bakteri muncul karena sudah memasuki fase pembusukkan

Perubahan yang disebabkan adanya aktifitas kapang *Rhizopus oligosporus* dapat diamati dengan pengamatan visual dan uji biokimiawi untuk aktifitas metabolismenya. Perubahan yang dapat diamati secara visual pada kacang diantaranya adalah sebagai berikut :



a. Fase 30 jam (fase pertumbuhan cepat)



Gambar 2.11. Hasil Inkubasi 30 jam

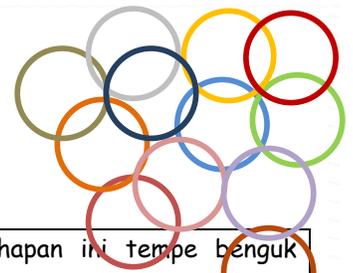
Dari hasil inkubasi selama 30 jam yang dapat teramatiyaitu ketika kapang mulai tumbuh pada substrat permukaan kacang benguk (*Mucuna pruriens*). Terlihat pada gambar bahwa miselia kapang mulai tumbuh disekitar permukaan kacang benguk (*Mucuna pruriens*). Pada fase ini terjadi kenaikan suhu, hal ini ditandai ketika diraba atau disentuh bungkusuan tempe ini terasa hangat berbeda pada saat ketika masih berada pada 0 jam inkubasi. Alasan fase ini disebut fase pertumbuhan cepat karena pertumbuhan miselia kapang sangat cepat dan merata.

b. Fase 50 jam (fase transisi)



Gamb

Dari hasil inkubasi selama 50 jam dapat diamati, pertumbuhan kapang mencapai tahap optimal sehingga mengakibatkan tekstur dari tempe semakin kompak. Terlihat pada gambar seluruh permukaan sudah tertutup oleh miselia yang semakin menebal, sudah tidak terlihat lagi keping - keping kacang yang terpisah. Suhu tempe juga sudah menurun, bila diraba atau disentuh sudah tidak hangat lagi. Pada fase ini sudah mulai tercium bau dari gas yang dihasilkan serta terlihat uap air di sekitar permukaan



	<p>bungkusnya. Pada tahapan ini tempe benguk sudah siap untuk dipanen atau dikonsumsi. Alasan fase ini disebut dengan fase transisi karena terjadi perubahan signifikan dari tekstur dan suhu tempe.</p>
--	--

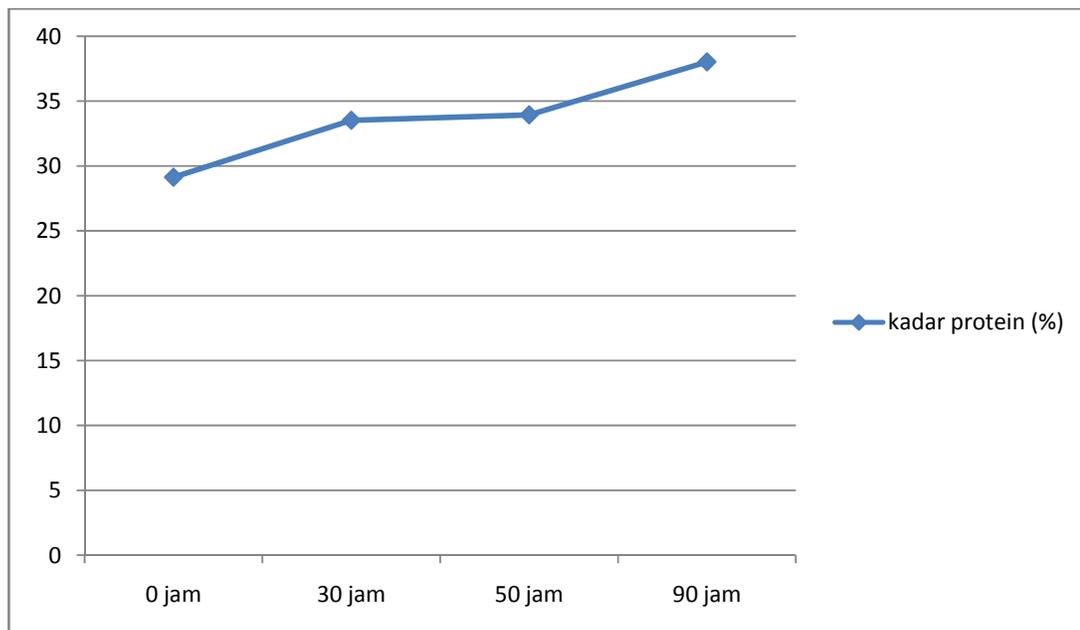
c. Fase 90 jam (fase pembusukan)

 <p data-bbox="365 1155 430 1186">Gamb</p>	<p>Dari hasil inkubasi 90 jam ini dapat dilihat sudah tidak ada pertumbuhan kapang lagi, namun sebaliknya terjadi penyusutan. Pada fase ini dan seterusnya peran yang lebih dominan dimainkan oleh bakteri. Bau yang tidak sedap menandakan bakteri sudah mulai kerja dalam pembusukkan.</p>
--	--

Setelah mengetahui perubahan kacang yang dipengaruhi oleh kerja kapang secara visual, maka kita akan memulai membahas perubahan biokimiawinya. Jika melihat perubahan secara biokimiawi maka kita akan membicarakan mengenai nilai gizi dari tempe. Karena setelah melewati tahapan pemeraman (inkubasi) kacang benguk (*Mucuna pruriens*) sudah berubah nama dan bentuk menjadi tempe benguk, jadi yang akan dibicarakan selanjutnya adalah mengenai gizi dari kacang benguk (*Mucuna pruriens*). Kandungan gizi yang akan dibicarakan adalah kandungan protein dari tempe benguk.



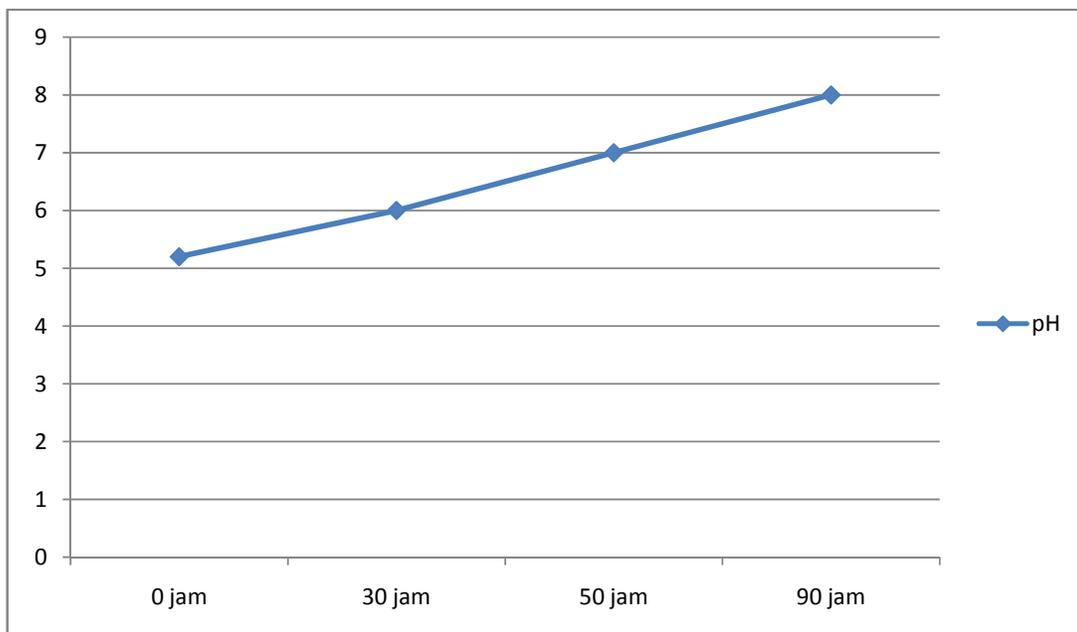
Untuk mengetahui adakah perubahan kandungan protein dari tempe bengkak maka perlu dilakukan pengujian kadar protein terhadap tempe dan hasilnya adalah sebagai berikut :



Gambar 2.14 Grafik Kadar protein setelah pemeraman (inkubasi) tiap 1 gr

Dapatkah kalian membaca grafik tersebut? Menurut kalian apakah grafik kandungan protein tempe mengalami penurunan atau peningkatan per tiap waktu inkubasi? Tentu dengan mudah kalian dapat menjawab bahwa jika membaca grafik tersebut sudah bisa dipastikan kandungan protein mengalami peningkatan. Mungkin kalian bertanya - tanya mengapa dengan jenis kacang yang sama dan ukuran berat yang sama kandungan protein dari tiap 1 gr per waktu inkubasi bisa berbeda. Jawabannya akan kita bahas bersama.

Adanya perubahan kandungan protein dari tempe disebabkan oleh aktifitas proteolitik dari kapang *Rhizopus oligosporus*. Selain kandungan protein kacang yang berubah, perubahan kandungan protein tempe juga disebabkan adanya sumbangan protein dari massa sel kapang *Rhizopus oligosporus*. Jadi bisa disimpulkan bahwa peranan dari kapang *Rhizopus oligosporus* adalah meningkatkan nilai gizi dari kacang salah satunya meningkatkan kadar protein. Perubahan kandungan protein pada tempe memberikan dampak lain yaitu perubahan pH. Menurut Kapti Rahayu (1988) adanya kegiatan proteolitik dan proses pembebasan asam amino oleh kapang tempe akan menyebabkan kenaikan pH.



Gambar 2.15 Grafik Perbandingan pH tempesaat fase inkubasi

Jika kita membaca grafik pengukuran pH, terlihat bahwa untuk setiap fase waktunya tempe mengalami perubahan pH yang teratur. Semakin lama



waktu inkubasinya pH semakin meningkat atau dikatakan semakin basa. Aktifitas proteolitik dari kapang *Rhizopus oligosporus* mengakibatkan perubahan dalam pada kadar protein, sehingga grafik keduanya berbanding lurus.

Setelah kita membahas mengenai tahapan dalam fermentasi serta peran dari mikroorganisme dapat dipahami bahwa prinsip dasar dari bioteknologi adalah memanfaatkan cabang ilmu biologi untuk diaplikasikan menjadi suatu teknik. Salah satu cabang biologi yang diaplikasikan dalam fermentasi tempe benguk adalah cabang ilmu mikrobiologi. Di mana dalam prosesnya menerapkan mikroorganisme sebagai agen penting.

D. Implikasi Bioteknologi pada Pengolahan Bahan Pangan

Pesatnya perkembangan bioteknologi di bidang pangan memberikan banyak dampak positif bagi kesejahteraan masyarakat diantaranya :

- Menambah ragam makanan sebagai variasi dari panganan masyarakat
- Meningkatkan kualitas gizi dari bahan pangan
- Mengurangi bahan pengawet buatan, karena penerapan bioteknologi dalam bidang pangan berusaha menjaga keawetan dari bahan pangan tanpa menggunakan bahan pengawet
- Membuka peluang usaha dalam bidang industri makanan

Adanya dampak positif tidak terlepas dari dampak negatifnya seperti kurangnya pengetahuan masyarakat tentang teknik fermentasi mengakibatkan keracunan makanan, contohnya pada pembuatan tempe bongkrak.





Rangkuman Materi

1. Salah satu aplikasi bioteknologi dalam bidang pangan adalah teknik fermentasi dalam pembuatan tempe benguk.
2. Fermentasi merupakan pengolahan bahan makanan menjadi makanan yang baru dengan bantuan mikroorganisme ataupun enzimnya, sehingga mengalami perubahan secara biokimiawi yang memberikan rasa dan tekstur yang khas.
3. Dalam fermentasi dikenal tiga faktor yang sangat mempengaruhi yaitu substrat, inokulum dan bioreaktor.
4. Pada fermentasi tempe benguk yang menerapkan prinsip bioteknologi berlangsung pada tahapan perendaman (pra-fermentasi) dan inokulasi yang dilanjutkan dengan pemeraman (inkubasi).

Penting diingat !!

- Fermentasi
- Inokulum
- Inkubasi
- Proteolitik
- Aseptik
- Kontaminan
- Isolat



Formatif 2

Bacalah soal berikut ini dengan baik, kemudian pilihlah jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda (X) pada huruf pilihan jawaban !

1. Salah satu alasan mengapa fermentasi digolongkan pada bioteknologi tradisional (konvensional) bukan bioteknologi modern adalah :
 - a. Melibatkan bagian dari mikroorganisme
 - b. Mikroorganisme tidak direayasa
 - c. Produksinya skala industri
 - d. Menghasilkan produk dan jasa
 - e. Berguna untuk meningkatkan kualitas hidup manusia

2. Perhatikan pernyataan di bawah ini :
 - 1) Meningkatkan gizi dari bahan pangan
 - 2) Menghasilkan inovasi makanan baru
 - 3) Meningkatkan kualitas bahan pangan
 - 4) Menurunkan harga bahan pangan
 - 5) Memerlukan mesin khusus dalam pengolahan produknya

Pernyataan berikut yang benar mengenai bioteknologi pangan adalah..

- | | |
|---------------|---------------|
| a. 1), 2), 3) | d. 1), 3), 4) |
| b. 2), 3), 4) | e. 2), 4), 5) |
| c. 3), 4), 5) | |



3. Dari tahapan yang ada pada fermentasi kacang benguk (*Mucuna pruriens*), yang menerapkan prinsip dari bioteknologi adalah ...
 - a. Pencucian dan perebusan
 - b. Pencucian dan perendaman
 - c. Perebusan dan perendaman
 - d. Perebusan dan pemeraman
 - e. Perendaman dan pemeraman

4. Perubahan yang terjadi pada kacang benguk (*Mucuna pruriens*) setelah melewati tahapan perendaman adalah ...
 - a. pH dan suhu
 - b. suhu dan kadar asam sianida (HCN)
 - c. gizi dan pH
 - d. pH dan kadar asam sianida (HCN)
 - e. rasa dan gizi

5. Salah satu faktor yang mempengaruhi hasil dari fermentasi adalah inokulum, yang dimaksud dengan inokulum adalah ...
 - a. Zat yang ditambah dalam fermentasi
 - b. Bahan pengawet alami
 - c. Bahan (padat atau cair) yang mengandung spora atau konidia, khamir atau pun bakteri.
 - d. Zat yang melunakkan kacang
 - e. Zat penetral racun sianida

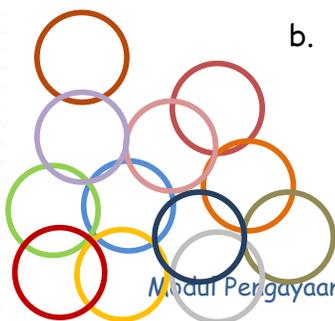




6. Inokulum yang digunakan pada fermentasi kacang benguk (*Mucuna pruriens*) adalah ...
 - a. *Rhizopus oligosporus*
 - b. *Saccharomyces cerevicea*
 - c. *Aspergillus oryzae*
 - d. *Neurospora sp*
 - e. *Lactobacillus thermopillus*

7. Salah satu peranan dari kapang *Rhizopus oligosporus* dalam fermentasi kacang benguk (*Mucuna pruriens*) kecuali...
 - a. Merubah tekstur dari kacang benguk (*Mucuna pruriens*) sehingga lebih lunak
 - b. Membuat kacang benguk (*Mucuna pruriens*) menjadi berair
 - c. Memberikan rasa yang khas pada tempe benguk
 - d. Meningkatkan kualitas bahan dasar dari tempe benguk
 - e. Meningkatkan kadar gizi dari kacang benguk (*Mucuna pruriens*) salah satunya kadar protein

8. Fermentasi merupakan teknik pengolahan makanan yang melibatkan peran enzim dari mikroorganisme. Pada fermentasi kacang benguk (*Mucuna pruriens*) tahapan yang melibatkan peranan tersebut yaitu ...
 - a. Penyortiran dan pencucian
 - b. Perebusan dan pembuangan kulit





- c. Perendaman dan pemeraman
 - d. Perebusan dan pendinginan
 - e. Pencucian dan perebusan
9. Tujuan utama pada saat pembungkusan harus dilubangi adalah ...
- a. Agar kandungan air tidak terlalu banyak
 - b. Agar bakteri bisa mudah masuk kedalam bungkusan tempe
 - c. Agar kacang lebih mudah dingin
 - d. Agar kapang tidak tumbuh subur
 - e. Agar oksigen di dalam bungkusan tempe tetap terjaga
10. Tempe yang sudah siap untuk dipanen memiliki ciri - ciri ...
- a. Saat disentuh suhu tempe terasa hangat
 - b. Bongkahan kacang masi terlihat jelas
 - c. Ketika dipotong bongkahan kacang saling terpisah
 - d. Seluruh permukaan kacang sudah tertutupi dengan kapang
 - e. Tempe sudah mulai mengeluarkan aroma





UMPAN BALIK

Cocokkanlah hasil jawaban soal latihan kalian dengan kunci jawaban yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah hasil jawaban kalian yang benar. Pergunakanlah rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan kalian terhadap seluruh isi materi dalam LatihanII.

Rumus :
$$\text{Tingkat penguasaan materi} = \frac{\text{jumlah jawaban benar}}{\text{jumlah soal}} \times 100\%$$

Arti nilai tingkat penguasaan yang kalian capai :

91 % -100 % = Baik Sekali

81 % - 90 % = Baik

70 % - 80 % = Cukup

< 70 % = Kurang

Contoh :

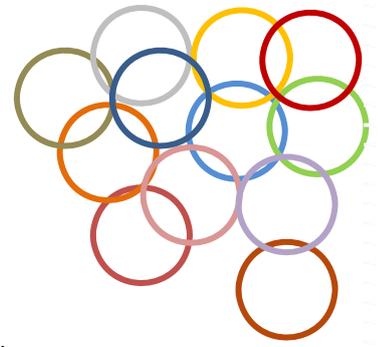
Apabila hasil jawaban benar kalian 8 dari 10 soal, maka diperoleh :

Tingkat penguasaan materi = $\frac{8}{10} \times 100\% = 80\%$

Dengan demikian tingkat penguasaan kalian Baik.

Jika tingkat penguasaan kalian mencapai $\geq 80\%$, kalian telah menguasai materi yang ada di dalam modul dan siap melanjutkan ke kegiatan belajar selanjutnya. Tetapi apabila tingkat penguasaan kalian $\leq 80\%$, kalian harus mengulang memahami materi yang terdapat dalam Kegiatan Belajar II, terutama bagian yang belum kalian kuasai.

Lembar Kegiatan Siswa



"Agen Rahasia Dibalik Kacang jadi Tempe"

A. Tujuan

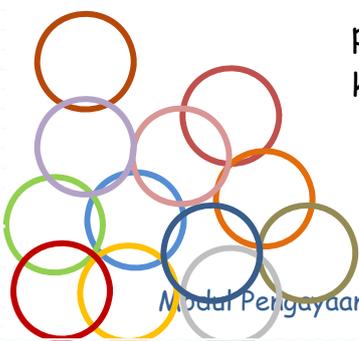
1. Mendeskripsikan dan membedakan mikroorganisme pada saat perendaman dan pemeraman berdasarkan morfologi koloni.
2. Mendeskripsikan morfologi sel dari salah satu koloni bakteri berdasarkan pengamatan gambar preparat.
3. Mendeskripsikan morfologi sel dari kapang *Rhizopus oligosporus* berdasarkan pengamatan gambar preparat.
4. Menghubungkan mikroorganisme yang berperan pada fermentasi tempe benguk dengan perubahan yang terjadi pada kacang berdasarkan studi literatur.
5. Mendeskripsikan perbedaan antara kacang benguk yang belum dan sudah melewati fermentasi berdasarkan struktur fisik dari kacang benguk.

B. Alat dan Bahan

1. Gambar salah satu koloni murni bakteri hasil isolasi dari air rendaman kacang benguk (*Mucuna pruriens*).
2. Koloni kapang *Rhizopus oligosporus*.
3. Gambar preparat sel salah satu koloni bakteri hasil isolasi dari air rendaman kacang benguk (*Mucuna pruriens*).
4. Gambar preparat sel kapang *Rhizopus oligosporus*.
5. Alat tulis

C. Langkah kerja

1. Identifikasi morfologi koloni mikroorganisme pada saat perendaman (pra - fermentasi) dan pemeraman (inkubasi) kacang benguk.





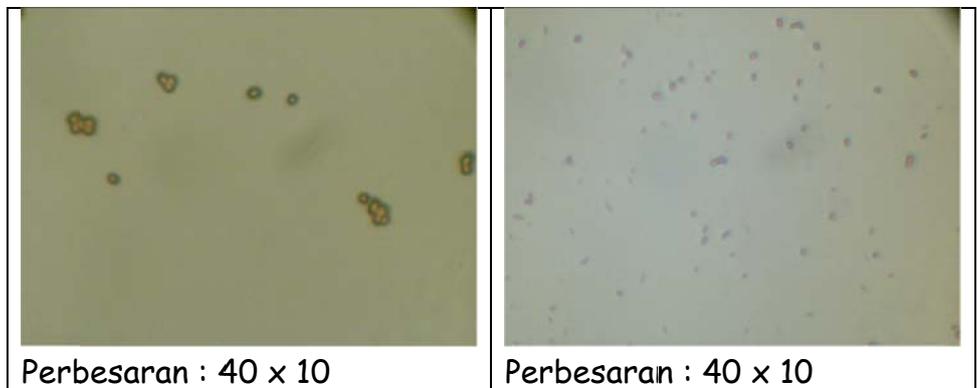
a. Amatilah gambar di bawah ini



- b. Amatilah koloni yang ada pada gambar tersebut
- c. Bedakan morfologi koloni dari kedua mikroorganisme tersebut berdasarkan pengamatan inderamu.

2. Identifikasi morfologi sel salah koloni bakteri hasil isolasi dari air rendaman kacang bengkok (*Mucuna pruriens*).

- Amatilah gambar preparat di bawah ini!



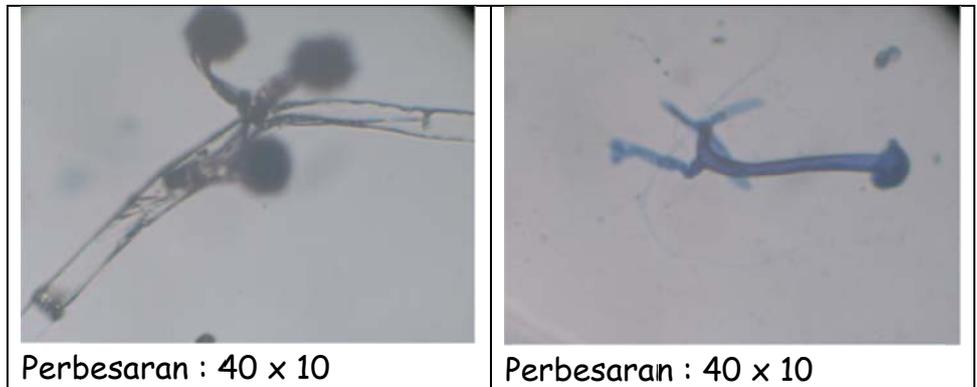
- Dari pengamatan gambar tersebut, tergolong apakah mikroorganisme tersebut? Monoseluler, uniseluler, atau multiseluler?
- Jika dilihat morfologi selnya, berbentuk apakah sel tersebut?





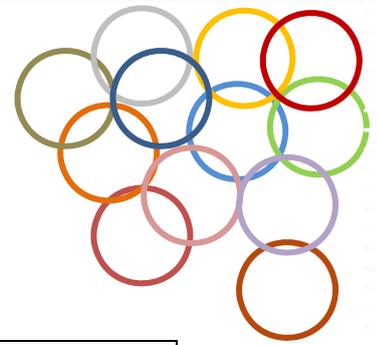
3. Identifikasi morfologi sel kapang *Rizhopus oligosporus*

- Amatilah gambar preparat morfologi sel kapang *Rizhopus oligosporus*



- Dari pengamatan gambar tersebut, tergolong apakah mikroorganisme tersebut?
 - Lakukan studi literatur mengenai bagian - bagian dari sel kapang *Rizhopus oligosporus*.
4. Studi literatur hubungan mikroorganisme dengan peranannya pada fermentasi tempe bengkak.
- Cocokkanlah mikroorganisme yang berperan dengan peranannya pada fermentasi tempe bengkak.
5. Pengamatan struktur fisik dari kacang bengkak
- Ambillah alat dan bahan yang sudah disediakan oleh guru
 - Bandingkan antara kacang bengkak yang belum difermentasi dengan kacang bengkak hasil fermentasi dengan menekan kepingan kacang bengkak.
 - Rasakan dan deskripsikan hasil pengamatanmu





D. Data dan Hasil pengamatan

1. Pengamatan morfologi koloni.

Jenis koloni	Aspek pengamatan		
	Tekstur	Warna	Bentuk
Bakteri			
Kapang			

2. Pengamatan morfologi sel bakteri

Aspek pengamatan	Kategori
Golongan makhluk hidup	<input type="checkbox"/> Monoseluler
	<input type="checkbox"/> Uniseluller
	<input type="checkbox"/> Multiseluller
Morfologi bentuk	<input type="checkbox"/> Batang (basil)
	<input type="checkbox"/> Bulat (coccus)
	<input type="checkbox"/> Spiral

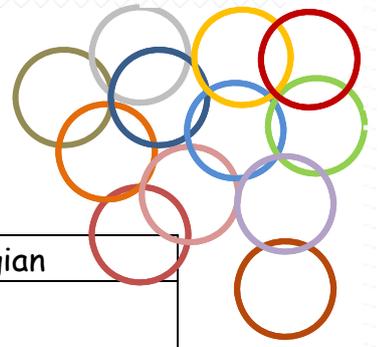
*berikan tanda cek (✓) sesuai dengan hasil pengamatan mu

3. Pengamatan morfologi sel kapang *Rizhopus oligosporus*

Aspek pengamatan	Kategori
Golongan makhluk hidup	<input type="checkbox"/> Monoseluler
	<input type="checkbox"/> Uniseluller
	<input type="checkbox"/> Multiseluller

*berikan tanda cek (✓) sesuai dengan hasil pengamatan mu





Gambar	Keterangan bagian
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2. 3. 4.

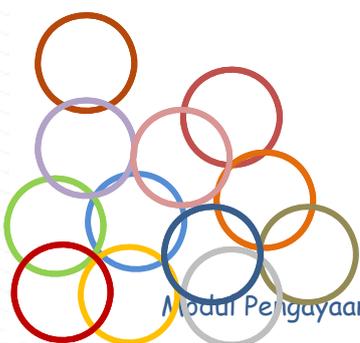
*tuliskan keterangan bagian yang ditunjuk berdasarkan studi literatur

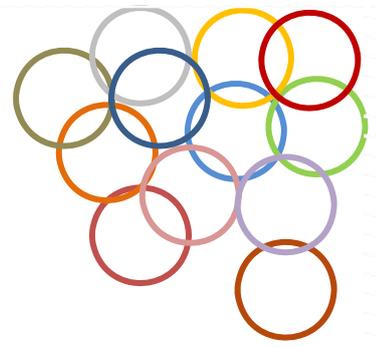
4. Hubungan mikroorganisme dan peranannya pada fermentasi tempe benguk.

Jenis mikroorganisme	Peranan
Bakteri Asam Laktat (BAL)	
Kapang <i>Rizhopus oligosporus</i>	

5. Deskripsi Struktur Fisik Kacang Benguk (*Mucuna pruriens*)

Kacang benguk belum difermentasi	Kacang benguk hasil fermentasi





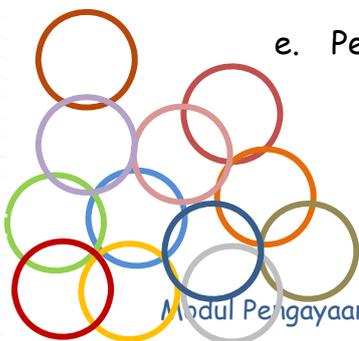
EVALUASI

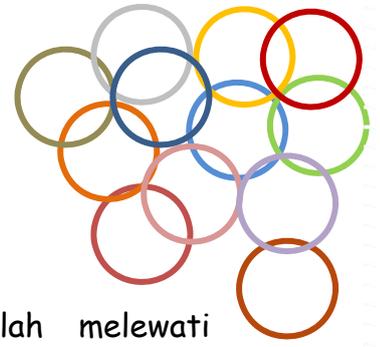
A. Soal Pilihan Ganda

Bacalah soal berikut ini dengan baik, kemudian pilihlah jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda (X) pada huruf pilihan jawaban !

1. Salah satu prinsip dasar dari bioteknologi adalah memanfaatkan mikroorganisme sebagai agen penting dalam prosesnya. Cabang ilmu biologi yang mempengaruhi perkembangan bioteknologi dari segi mikroorganisme adalah ...
 - a. Genetika
 - b. Mikrobiologi
 - c. Ekologi
 - d. Bilogi sel
 - e. Biokimiawi

2. Keberhasilan fermentasi selalu mengutamakan tiga faktor penting dalam prosesnya, yaitu ...
 - a. Kandungan gizi, sterilisai, takaran
 - b. Substrat, sterilisasi, takaran
 - c. Kandungan gizi, sterilisasi, wadah
 - d. Substrat, inokulum, bireaktor
 - e. Peralatan, inokulum, takaran

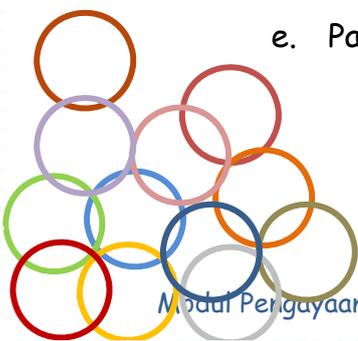




3. Perubahan biokimiawi pada tempe benguk setelah melewati fermentasi disebabkan oleh beberapa hal, kecuali ...
 - a. Aktifitas proteolitik dari kapang *Rhizopus oligosporus*
 - b. Aktifitas bakteri asam laktat saat perendaman
 - c. Kandungan protein dari massa sel kapang *Rhizopus oligosporus*
 - d. Lamanya waktu pemeraman (inkubasi)
 - e. Kebersihan alat - alat

4. Alasan mikroorganisme digunakan dalam bioteknologi adalah ...
 - a. Menghasilkan enzim sendiri sehingga tidak membutuhkan reaktan lagi dalam prosesnya
 - b. Mengandung racun
 - c. Sulit untuk dikembangkan
 - d. Sulit untuk beradaptasi
 - e. Hanya bisa dikembangkan dengan skala kecil

5. Syarat agar kapang *Rhizopus oligosporus* dapat tumbuh dengan baik saat fermentasi adalah ...
 - a. Substratnya harus kasar
 - b. Lingkungannya sangat kering
 - c. Cukup aerasi dan suhu optimum pada $30^{\circ} - 35^{\circ} C$
 - d. Terkena sinar matahari langsung
 - e. Pada substrat ditambahkan media khusus





6. Mikroorganisme yang digunakan pada fermentasi roti, digolongkan dalam kelompok apa...

- a. Kapang
- b. Yeast
- c. Cendawan
- d. Virus
- e. Bakteri

7. Bacalah pernyataan di bawah ini

- 1) Menggunakan agen biologi
- 2) Skala industri
- 3) Menghasilkan produk dan jasa
- 4) Meningkatkan kesejahteraan manusia
- 5) Diterapkan di bidang pangan saja

Dari pernyataan tersebut yang tidak sesuai dengan prinsip biteknologi adalah...

- a. 1)
- b. 2)
- c. 3)
- d. 4)
- e. 5)





8. Beberapa produk yang bukan merupakan hasil bioteknologi adalah..

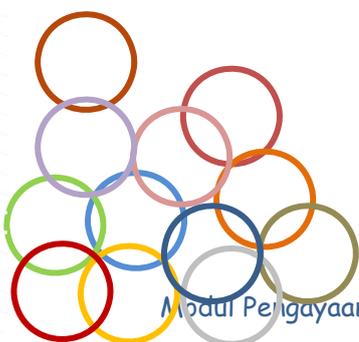
- a. Vaksin
- b. Tempe
- c. Keju
- d. Bayi tabung
- e. Insulin sintesis

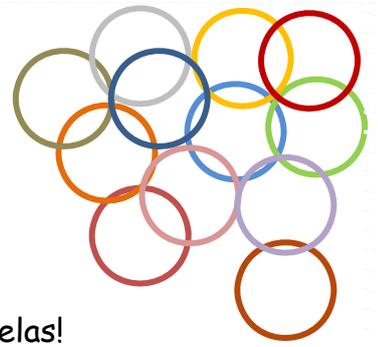
9. Dari hubungan produk dan mikroorganisme di bawah ini, pasangan yang salah adalah

Mikroorganisme	Produk Bioteknologi
a. Tempe	<i>Rhizopus oligosporus</i>
b. Tape	<i>Saccharomyces cereviceae</i>
c. Oncom	<i>Rhizopus oryzae</i>
d. Yoghurt	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>
e. Keju	<i>Penicillim roquefortii</i>

10. Produk makanan yang dihasilkan oleh teknik fermentasi, kecuali...

- a. Kerupuk ikan
- b. Keju
- c. Oncom
- d. Tape
- e. Roti





B. Soal Uraian Singkat

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan singkat dan jelas!

1. Jelaskan pengertian dari bioteknologi?
2. Jelaskan perbedaan antara bioteknologi tradisional (konvensional) dan modern, serta sebutkan masing - masing contoh produk hasilnya?
3. Apa yang dimaksud dengan fermentasi?
4. Sebutkan tahapan apa yang dibantu oleh kerja mikroorganisme pada fermentasi kacang benguk, kemudian sebutkan jenisnya?
5. Jelaskan peranan mikroorganisme pada fermentasi kacang benguk?

“TAK ADA KATA
GAGAL, MAKA TAK ADA
KATA SUKSES”





KUNCI JAWABAN

Tes Formatif 1

- | | |
|------|-------|
| 1. b | 6. c |
| 2. a | 7. e |
| 3. e | 8. b |
| 4. c | 9. d |
| 5. d | 10. a |

Tes Formatif 2

- | | |
|------|-------|
| 1. b | 6. a |
| 2. a | 7. b |
| 3. e | 8. c |
| 4. d | 9. e |
| 5. c | 10. d |





Evaluasi

A. Pilihan Ganda

1. b 6. b
2. d 7. e
3. e 8. d
4. a 9. c
5. c 10. a

B. Uraian Singkat

1. Bioteknologi : organisme atau bagiannya, produk dan jasa, kesejahteraan manusia
2. Bioteknologi tradisional (konvensional) : mikroorganisme/organisme tidak direkayasa, contoh : tempe,
Bioteknologi modern : mikroorganisme/organisme sudah dilakukan rekayasa, contoh : hewan dan tumbuhan transgenik
3. Fermentasi : mikroorganisme dan enzimnya, proses, perubahan struktur fisik ataupun kimianya.
4. Tahapannya : perendaman dan pemeraman
Mikroorganismenya : bakteri asam laktat (BAL) dan kapang *Rhizopus oligosporus*
5. Peranan bakteri asam laktat : menurunkan pH kacang benguk
Peranan kapang *Rhizopus oligosporus* : meningkatkan kadar protein dari kacang benguk





GLOSARIUM

Antibiotik : senyawa yang dihasilkan mikroorganisme, yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme lainnya.

Aseptik : keadaan steril, bebas dari organisme kontaminasi

Bioteknologi : pemanfaatan organisme dan komponennya untuk menghasilkan produk yang berguna demi kesejahteraan manusia.

Bioteknologi modern : bioteknologi yang penerapannya langsung memanfaatkan mikroorganisme tanpa dilakukan rekayasa pada mikroorganisme tersebut.

Bioteknologi tradisional : bioteknologi yang penerapannya memanfaatkan mikroorganisme yang sudah direkayasa materi genetiknya.

DNA (*deoxyribonucleic acid*, asam deoksiribonukleat) : molekul asam nukleat beruntai ganda dan berbentuk heliks yang tersusun atas monomer - monomer nukleotida dengan gula deoksiribosa; mampu bereplikasi dan menentukan struktur terwariskan dari protein - protein suatu sel.

Fermentasi : pengolahan bahan makan yang menggunakan mikroorganisme dan komponennya sehingga mengalami perubahan secara biokimiawi dan memberikan rasa dan ciri yang khas.

Inkubasi : proses memelihara kultur mikroorganisme dalam suhu tertentu selama jangka waktu tertentu untuk memantau pertumbuhannya.

Inokulum : bahan cair atau padat yang mengandung spora, atau konidia, atau potongan hifa yang sengaja dimasukkan ke dalam suatu substrat, padat ataupun cair; umum dipakai pada proses fermentasi.

Isolat : hasil pemisahan suatu sel dari suatu campuran sel.





Kontaminan : kehadiran sel-sel mikroorganisme dalam lingkungan yang sudah murni, yang seharusnya tidak ada.

Mikrobiologi : cabang ilmu biologi yang mempelajari mikroorganisme.

Mikroorganisme : organisme yang berukuran sangat kecil (jasad renik) dan hanya dapat dilihat dengan bantuan mikroskop.

Proteolitik : aktifitas mikroorganisme mendegradasi protein.

Rekayasa genetika : memanipulasi suatu susunan gen.

Transgenik : sebutan untuk organisme dengan genom yang mengandung sebuah gen hasil introduksi dari organisme lain, baik dari spesies yang sama maupun berbeda

Vaksin : varian atau derivatif yang tidak berbahaya dari suatu patogen yang merangsang sistem kekebalan inang untuk membangun pertahanan melawan patogen tersebut.





DAFTAR PUSTAKA

Gandjar, Indrawati, dkk. 2006. *Mikologi Dasar dan Terapan*. Jakarta :

Yayasan Obor Indonesia

Haryoto. 2007. *Tempe Benguk*. Yogyakarta : Kanisuis

Kuswanto, Kapti R. 1988. *Fermentasi Pangan*. Yogyakarta : Pusat Antar

Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada

Nurdiansyah, Andri, dkk. 2011. *Buku Sakti Biologi SMA*. Bandung: Kaifa

Smith, John E. 1981. *Biotechnology*. London : Institute of Biology 41

Queen's Gate

Smith, John E. 1993. *Prinsip-Prinsip Bioteknologi*. Jakarta : Gramedia



Prinsip Dasar Bioteknologi dan Implikasinya

Bioteknologi merupakan usaha terpadu dari berbagai disiplin ilmu untuk mengolah bahan baku dengan memanfaatkan organisme dan bagiannya untuk menghasilkan barang dan jasa. Prinsip dari bioteknologi adalah digunakannya agen biologi (seperti mikroorganisme, hewan, tumbuhan atau bagiannya) dalam proses tersebut.



LAMPIRAN

**FORMAT INSTRUMEN EVALUASI MODUL PENGAYAAN
PRINSIP DASAR BIOTEKNOLOGI DAN IMPLIKASINYA KELAS XII
SEMESTER 2**



Disusun Oleh :

Nama : Dian Yudi Astari

NIM : 08304241026

Prodi : Pendidikan Biologi Subsidi

**JURUSAN PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

2012

FORMAT EVALUASI MODUL PENGAYAAN
BIOTEKNOLOGI KELAS XII SEMESTER 2

Judul Bahan Ajar : Modul Pengayaan Materi Bioteknologi : Prinsip Dasar Bioteknologi dan Implikasinya

Mata Pelajaran : Biologi

Kelas/Semester : XII / 2

Penulis : Dian Yudi Astari

Evaluator :

NIP :

Tanggal :

Petunjuk Pengisian :

1. Penilaian modul ini berdasarkan persyaratan yang tercantum dalam Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2007 tentang penetapan buku teks pelajaran yang memenuhi syarat, yang telah dilaksanakan oleh Badan Standar Nasional Pendidikan kemudian dimodifikasi.
2. Berilah tanda cek (√) pada kolom kategori sesuai dengan pilihan Bapak / Ibu terhadap modul dengan kriteria penilaian berikut :
 - 1 = tidak baik/sesuai
 - 2 = kurang baik/sesuai
 - 3 = baik/sesuai
 - 4 = sangat baik/sesuai
3. Setiap kolom harus di isi, jika ada saran khusus untuk setiap aspek penilaian dapat dituliskan di kolom saran / masukan. Jika ada aspek penilaian yang tidak

sesuai atau ada kekurangan, saran atau kritik terhadap modul mohon dituliskan pada lembar tinjauan yang telah disediakan.

4. Terima kasih atas ketersediaan Bapak / Ibu mengisi lembar angket ini. Semoga modul ini bermanfaat untuk perkembangan pembelajaran biologi, terutama dalam pembelajaran materi Bioteknologi.

INSTRUMEN EVALUASI FORMATIF

(Untuk guru)

Komponen Evaluasi	Indikator	Kategori				Saran
		1	2	3	4	
Kelayakan Isi	1. Petunjuk kerja pada setiap kegiatan yang disajikan jelas					
	2. Kesesuaian konsep dengan SK dan KD					
	3. Tabel, grafik dan gambar mendukung informasi yang disajikan					
	4. Soal – soal yang disajikan mendukung konsep					
	5. Kedalaman konsep sesuai dengan SK dan KD					
	6. Kegiatan belajar yang disajikan sesuai dengan kompetensi					

	7. Glosarium yang disajikan membantu dalam memahami istilah penting					
Kebahasaan	1. Konsistensi penggunaan istilah pada kalimat					
	2. Penyusunan kalimat sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia					
	3. Kalimat yang disajikan mudah dipahami					
Kegrafisan	1. Tampilan cover menarik					
	2. Tampilan isi modul menarik					
	3. Penggunaan font (jenis dan ukuran) jelas					
	4. Tabel, grafik dan gambar membantu dalam memahami modul					

LEMBAR PENJABARAN INDIKATOR

(Untuk siswa)

No.	Indikator	Kriteria Penilaian Modul Pengayaan	
1.	Petunjuk kerja pada setiap kegiatan yang disajikan jelas	1	Jika petunjuk kerja yang disajikan dalam modul pada setiap kegiatan tidak jelas
		2	Jika petunjuk kerja yang disajikan dalam modul pada setiap kegiatan kurang jelas
		3	Jika petunjuk kerja yang disajikan dalam modul pada setiap kegiatan jelas
		4	Jika petunjuk kerja yang disajikan dalam modul pada setiap kegiatan sangat jelas
2.	Kesesuaian konsep dengan SK dan KD	1	Jika konsep yang diberikan dalam modul tidak sesuai dengan SK dan KD
		2	Jika konsep yang diberikan dalam modul kurang sesuai dengan SK dan KD
		3	Jika konsep yang diberikan dalam modul sesuai dengan SK dan KD
		4	Jika konsep yang diberikan dalam modul sangat sesuai dengan SK dan KD
3.	Tabel, grafik dan gambar mendukung informasi yang disajikan	1	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul tidak mendukung dengan informasi yang disajikan
		2	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul kurang mendukung dengan informasi yang disajikan
		3	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul mendukung dengan informasi yang disajikan
		4	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul sangat mendukung dengan informasi yang disajikan
4.	Soal – soal yang disajikan mendukung konsep	1	Jika soal – soal yang disajikan dalam modul tidak mendukung konsep
		2	Jika soal – soal yang disajikan dalam modul kurang mendukung konsep
		3	Jika soal – soal yang disajikan dalam modul mendukung konsep
		4	Jika soal – soal yang disajikan dalam modul sangat mendukung konsep
5.	Kedalaman konsep sesuai dengan SK dan KD	1	Jika kedalaman konsep yang disajikan tidak sesuai dengan SK dan KD
		2	Jika kedalaman konsep yang disajikan kurang sesuai dengan SK dan KD
		3	Jika kedalaman konsep yang disajikan sesuai dengan SK dan KD
		4	Jika kedalaman konsep yang disajikan sangat sesuai dengan SK dan KD

6.	Kegiatan belajar yang disajikan sesuai dengan kompetensi.	1	Jika kegiatan belajar yang disajikan dalam modul tidak sesuai dengan kompetensi
		2	Jika kegiatan belajar yang disajikan dalam modul kurang sesuai dengan kompetensi
		3	Jika kegiatan belajar yang disajikan dalam modul sesuai dengan kompetensi
		4	Jika kegiatan belajar yang disajikan dalam modul sangat sesuai dengan kompetensi
7.	Glosarium yang disajikan membantu dalam memahami istilah penting	1	Jika glosarium yang disajikan dalam modul tidak membantu dalam memahami istilah penting
		2	Jika glosarium yang disajikan dalam modul kurang membantu dalam memahami istilah penting
		3	Jika glosarium yang disajikan dalam modul membantu dalam memahami istilah penting
		4	Jika glosarium yang disajikan dalam modul sangat membantu dalam memahami istilah penting
8.	Konsistensi penggunaan istilah pada kalimat	1	Jika penggunaan istilah dalam kalimat tidak konsisten
		2	Jika penggunaan istilah dalam kalimat kurang konsisten
		3	Jika penggunaan istilah dalam kalimat konsisten
		4	Jika penggunaan istilah dalam kalimat sangat konsisten
9.	Penyusunan kalimat sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia	1	Jika penyusunan kalimat dalam modul tidak sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia
		2	Jika penyusunan kalimat dalam modul kurang sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia
		3	Jika penyusunan kalimat dalam modul sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia
		4	Jika penyusunan kalimat dalam modul sangat sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia
10.	Kalimat yang disajikan mudah dipahami	1	Jika kalimat yang disajikan tidak mudah dipahami
		2	Jika kalimat yang disajikan kurang mudah dipahami
		3	Jika kalimat yang disajikan mudah dipahami
		4	Jika kalimat yang disajikan sangat mudah dipahami
11.	Tampilan cover menarik	1	Jika tampilan cover tidak menarik
		2	Jika tampilan cover kurang menarik
		3	Jika tampilan cover menarik
		4	Jika tampilan cover sangat menarik
12.	Tampilan isi modul menarik	1	Jika tampilan isi modul tidak menarik
		2	Jika tampilan isi modul kurang menarik
		3	Jika tampilan isi modul menarik
		4	Jika tampilan isi modul sangat menarik
13.	Penggunaan font	1	Jika penggunaan font (jenis dan ukuran) dalam modul tidak jelas

	(jenis dan ukuran) jelas	2	Jika penggunaan font (jenis dan ukuran) dalam modul kurang jelas
		3	Jika penggunaan font (jenis dan ukuran) dalam modul jelas
		4	Jika penggunaan font (jenis dan ukuran) dalam modul sangat jelas
14.	Tabel, grafik dan gambar membantu dalam memahami modul	1	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul tidak membantu memahami modul
		2	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul kurang membantu memahami modul
		3	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul membantu memahami modul
		4	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul sangat membantu memahami modul

**FORMAT INSTRUMEN EVALUASI MODUL PENGAYAAN
PRINSIP DASAR BIOTEKNOLOGI DAN IMPLIKASINYA KELAS XII
SEMESTER 2**



Disusun Oleh :

Nama : Dian Yudi Astari

NIM : 08304241026

Prodi : Pendidikan Biologi Subsidi

**JURUSAN PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

2012

143

FORMAT EVALUASI MODUL PENGAYAAN
BIOTEKNOLOGI KELAS XII SEMESTER 2

Judul Bahan Ajar : Modul Pengayaan Materi Bioteknologi : Prinsip Dasar Bioteknologi dan Implikasinya

Mata Pelajaran : Biologi

Kelas/Semester : XII / 2

Penulis : Dian Yudi Astari

Evaluator :

NIS :

Tanggal :

Petunjuk Pengisian :

1. Penilaian modul ini berdasarkan persyaratan yang tercantum dalam Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2007 tentang penetapan buku teks pelajaran yang memenuhi syarat, yang telah dilaksanakan oleh Badan Standar Nasional Pendidikan kemudian dimodifikasi.
2. Berilah tanda cek (√) pada kolom kategori sesuai dengan pilihan Anda terhadap modul dengan kriteria penilaian berikut :
 - 1 = tidak baik/sesuai
 - 2 = kurang baik/sesuai
 - 3 = baik/sesuai
 - 4 = sangat baik/sesuai
3. Setiap kolom harus di isi, jika ada saran khusus untuk setiap aspek penilaian dapat dituliskan di kolom saran / masukan. Jika ada aspek penilaian yang tidak

sesuai atau ada kekurangan, saran atau kritik terhadap modul mohon dituliskan pada lembar tinjauan yang telah disediakan.

4. Terima kasih atas ketersediaan Anda mengisi lembar angket ini. Semoga modul ini bermanfaat untuk perkembangan pembelajaran biologi, terutama dalam pembelajaran materi Bioteknologi.

INSTRUMEN EVALUASI FORMATIF

(Untuk siswa)

Komponen Evaluasi	Indikator	Kategori				Saran
		1	2	3	4	
Kelayakan Isi	1. Petunjuk kerja pada setiap kegiatan yang disajikan jelas					
	2. Informasi yang diberikan sesuai dengan pokok bahasan					
	3. Tabel, grafik dan gambar mendukung informasi yang disajikan					
	4. Soal – soal yang disajikan mendukung konsep					
	5. Informasi yang disajikan menambah wawasan					
	6. Kegiatan belajar yang disajikan sesuai dengan kompetensi					

	7. Glosarium yang disajikan membantu dalam memahami istilah penting					
Kebahasaan	1. Konsistensi penggunaan istilah pada kalimat					
	2. Penyusunan kalimat sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia					
	3. Kalimat yang disajikan mudah dipahami					
Kegrafisan	1. Tampilan cover menarik					
	2. Tampilan isi modul menarik					
	3. Penggunaan font (jenis dan ukuran) jelas					
	4. Tabel, grafik dan gambar membantu dalam memahami modul					

LEMBAR PENJABARAN INDIKATOR

(Untuk siswa)

No.	Indikator	Kriteria Penilaian Modul Pengayaan	
1.	Petunjuk kerja pada setiap kegiatan yang disajikan jelas	1	Jika petunjuk kerja yang disajikan dalam modul pada setiap kegiatan tidak jelas
		2	Jika petunjuk kerja yang disajikan dalam modul pada setiap kegiatan kurang jelas
		3	Jika petunjuk kerja yang disajikan dalam modul pada setiap kegiatan jelas
		4	Jika petunjuk kerja yang disajikan dalam modul pada setiap kegiatan sangat jelas
2.	Informasi yang diberikan sesuai dengan pokok bahasan.	1	Jika informasi yang diberikan dalam modul tidak sesuai dengan pokok bahasan
		2	Jika informasi yang diberikan dalam modul kurang sesuai dengan pokok bahasan
		3	Jika informasi yang diberikan dalam modul sesuai dengan pokok bahasan
		4	Jika informasi yang diberikan dalam modul sangat sesuai dengan pokok bahasan
3.	Tabel, grafik dan gambar mendukung informasi yang disajikan	1	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul tidak mendukung dengan informasi yang disajikan
		2	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul kurang mendukung dengan informasi yang disajikan
		3	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul mendukung dengan informasi yang disajikan
		4	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul sangat mendukung dengan informasi yang disajikan
4.	Soal – soal yang disajikan mendukung konsep	1	Jika soal – soal yang disajikan dalam modul tidak mendukung konsep
		2	Jika soal – soal yang disajikan dalam modul kurang mendukung konsep
		3	Jika soal – soal yang disajikan dalam modul mendukung konsep
		4	Jika soal – soal yang disajikan dalam modul sangat mendukung konsep
5.	Informasi yang disajikan menambah wawasan	1	Jika informasi yang disajikan dalam modul tidak menambah wawasan
		2	Jika informasi yang disajikan dalam modul kurang menambah wawasan
		3	Jika informasi yang disajikan dalam modul menambah wawasan
		4	Jika informasi yang disajikan dalam modul sangat menambah wawasan

6.	Kegiatan belajar yang disajikan sesuai dengan kompetensi.	1	Jika kegiatan belajar yang disajikan dalam modul tidak sesuai dengan kompetensi
		2	Jika kegiatan belajar yang disajikan dalam modul kurang sesuai dengan kompetensi
		3	Jika kegiatan belajar yang disajikan dalam modul sesuai dengan kompetensi
		4	Jika kegiatan belajar yang disajikan dalam modul sangat sesuai dengan kompetensi
7.	Glosarium yang disajikan membantu dalam memahami istilah penting	1	Jika glosarium yang disajikan dalam modul tidak membantu dalam memahami istilah penting
		2	Jika glosarium yang disajikan dalam modul kurang membantu dalam memahami istilah penting
		3	Jika glosarium yang disajikan dalam modul membantu dalam memahami istilah penting
		4	Jika glosarium yang disajikan dalam modul sangat membantu dalam memahami istilah penting
8.	Konsistensi penggunaan istilah pada kalimat	1	Jika penggunaan istilah dalam kalimat tidak konsisten
		2	Jika penggunaan istilah dalam kalimat kurang konsisten
		3	Jika penggunaan istilah dalam kalimat konsisten
		4	Jika penggunaan istilah dalam kalimat sangat konsisten
9.	Penyusunan kalimat sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia	1	Jika penyusunan kalimat dalam modul tidak sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia
		2	Jika penyusunan kalimat dalam modul kurang sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia
		3	Jika penyusunan kalimat dalam modul sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia
		4	Jika penyusunan kalimat dalam modul sangat sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia
10.	Kalimat yang disajikan mudah dipahami	1	Jika kalimat yang disajikan tidak mudah dipahami
		2	Jika kalimat yang disajikan kurang mudah dipahami
		3	Jika kalimat yang disajikan mudah dipahami
		4	Jika kalimat yang disajikan sangat mudah dipahami
11.	Tampilan cover menarik	1	Jika tampilan cover tidak menarik
		2	Jika tampilan cover kurang menarik
		3	Jika tampilan cover menarik
		4	Jika tampilan cover sangat menarik
12.	Tampilan isi modul menarik	1	Jika tampilan isi modul tidak menarik
		2	Jika tampilan isi modul kurang menarik
		3	Jika tampilan isi modul menarik
		4	Jika tampilan isi modul sangat menarik
13.	Penggunaan font	1	Jika penggunaan font (jenis dan ukuran) dalam modul tidak jelas

	(jenis dan ukuran) jelas	2	Jika penggunaan font (jenis dan ukuran) dalam modul kurang jelas
		3	Jika penggunaan font (jenis dan ukuran) dalam modul jelas
		4	Jika penggunaan font (jenis dan ukuran) dalam modul sangat jelas
14.	Tabel, grafik dan gambar membantu dalam memahami modul	1	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul tidak membantu memahami modul
		2	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul kurang membantu memahami modul
		3	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul membantu memahami modul
		4	Jika tabel, grafik, dan gambar yang disajikan dalam modul sangat membantu memahami modul

Hasil Perhitungan Nilai Uji Kualitas Modul

Rumus perhitungan adalah sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

Keterangan :

\bar{X} : Skor rata-rata

n : Jumlah penilai (reviewer)

$\sum x$: Jumlah skor

Table Kriteria Kategori Penilaian Ideal

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} \geq M_i + 1, SB_i$	Sangat baik
2	$M_i + 1 SB_i > \bar{X} \geq M_i$	Baik
3	$M_i > \bar{X} \geq M_i - 1.SB_i$	Kurang
4	$\bar{X} < M_i - 1.SB_i$	Tidak baik

Keterangan:

M_i : Mean Ideal

$$(1/2)(\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal})$$

SB_i : Simpangan Baku

$$(1/3)(1/2)(\text{skor tertinggi ideal} - \text{skor terendah ideal})$$

Skor tertinggi ideal = \sum Butir kriteria x skor tertinggi

Skor terendah ideal = \sum Butir kriteria x skor terendah

A. Perhitungan Nilai Uji Kualitas Modul pada Siswa

Hasil Penilaian Siswa terhadap Modul dari Aspek Kelayakan Isi

No.	Indikator	Skor Siswa								Σ Skor
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1.	Petunjuk kerja pada setiap kegiatan yang disajikan jelas	4	4	4	3	3	3	3	4	28
2.	Informasi yang diberikan sesuai dengan pokok bahasan	4	4	4	4	3	4	4	4	31
3.	Tabel, grafik, dan gambar mendukung informasi yang disajikan	4	4	4	4	4	4	4	4	32
4.	Soal – soal yang disajikan mendukung konsep	3	3	4	4	4	4	4	3	29
5.	Informasi yang disajikan menambah wawasan	3	4	4	4	4	4	4	3	30
6.	Kegiatan belajar yang disajikan sesuai dengan kompetensi	3	3	3	4	3	4	3	4	27
7.	Glossarium yang disajikan membantu dalam memahami istilah penting	4	4	4	4	4	4	4	4	32

$$\text{Skor tertinggi ideal} = \sum \text{ butir soal} \times \text{ skor tertinggi} = 7 \times 4 = 28$$

$$\text{Skor terendah ideal} = \sum \text{ butir soal} \times \text{ skor terendah} = 7 \times 1 = 7$$

$$M_i = (1/2)(\text{skor tertinggi ideal} + \text{ skor terendah ideal}) = 1/2 (28 + 7) = 17,5$$

$$SB_i = (1/3)(1/2)(\text{skor tertinggi ideal} - \text{ skor terendah ideal}) = 1/6 (28 - 7) = 3,5$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = 208 / 8 = 26$$

Table Kriteria Kategori Penilaian Ideal untuk Aspek Kelayakan Isi

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} \geq 21$	Sangat baik
2	$21 > \bar{X} \geq 17,5$	Baik
3	$17,5 > \bar{X} \geq 14$	Kurang
4	$\bar{X} < 14$	Tidak baik

Dari perhitungan diatas, aspek kelayakan isi dinilai Sangat Baik.

Hasil Penilaian Siswa terhadap Modul dari Aspek Kebahasaan

No.	Indikator	Skor Siswa								Σ Skor
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1.	Konsistensi penggunaan istilah pada kalimat	3	3	3	3	3	4	4	3	26
2.	Penyusunan kalimat sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia	3	4	4	3	3	3	3	3	26
3.	Kalimat yang disajikan mudah dipahami	3	4	3	4	4	3	4	3	28

$$\text{Skor tertinggi ideal} = \sum \text{ butir soal} \times \text{ skor tertinggi} = 3 \times 4 = 12$$

$$\text{Skor terendah ideal} = \sum \text{ butir soal} \times \text{ skor terenda} = 3 \times 1 = 3$$

$$M_i = (1/2)(\text{skor tertinggi ideal} + \text{ skor terendah ideal}) = 1/2 (12 + 3) = 7,5$$

$$SB_i = (1/3)(1/2)(\text{skor tertinggi ideal} - \text{ skor terendah ideal}) = 1/6 (12 - 3) = 1,5$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = 80 / 8 = 10$$

Table Kriteria Kategori Penilaian Ideal untuk Aspek Kebahasaan

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} \geq 9$	Sangat baik
2	$9 > \bar{X} \geq 7,5$	Baik
3	$7,5 > \bar{X} \geq 6$	Kurang
4	$\bar{X} < 6$	Tidak baik

Dari perhitungan diatas, aspek kebahasaan dinilai Sangat Baik.

Hasil Penilaian Siswa terhadap Modul dari Aspek Kegrafisan

No.	Indikator	Skor Siswa								Σ Skor
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1.	Tampilan cover menarik	2	2	3	4	4	4	4	3	26
2.	Tampilan isi modul menarik	3	3	3	4	4	4	4	4	29
3.	Penggunaan font (jenis dan ukuran) jelas	4	4	4	4	4	4	4	4	32
4.	Tabel, grafik, dan gambar membantu dalam memahami modul	3	4	4	4	4	4	4	4	31

$$\text{Skor tertinggi ideal} = \sum \text{ butir soal} \times \text{ skor tertinggi} = 4 \times 4 = 16$$

$$\text{Skor terendah ideal} = \sum \text{ butir soal} \times \text{ skor terenda} = 4 \times 1 = 4$$

$$M_i = (1/2)(\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = 1/2 (16 + 4) = 10$$

$$SB_i = (1/3)(1/2)(\text{skor tertinggi ideal} - \text{skor terendah ideal}) = 1/6 (16 - 4) = 2$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = 118 / 8 = 14,5$$

Table Kriteria Kategori Penilaian Ideal untuk Aspek Kegrafisan

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} \geq 12$	Sangat baik
2	$12 > \bar{X} \geq 10$	Baik
3	$10 > \bar{X} \geq 8$	Kurang
4	$\bar{X} < 8$	Tidak baik

Dari perhitungan diatas, aspek kegrafisan dinilai Sangat Baik.

B. Perhitungan Nilai Uji Kualitas Modul pada Guru

Tabel Hasil Penilaian Guru terhadap Modul dariAspek Kelayakan Isi

No.	Indikator	Skor Guru		\sum Skor
		1	2	
1.	Petunjuk kerja pada setiap kegiatan yang disajikan jelas	3	4	7
2.	Kesesuaian konsep dengan SK dan KD	4	3	7
3.	Tabel, grafik, dan gambar mendukung informasi yang disajikan	3	4	7
4.	Soal – soal yang disajikan mendukung konsep	3	2	5
5.	Kedalam konsep sesuai dengan SK dan KD	3	3	6
6.	Kegiatan belajar yang disajikan sesuai dengan kompetensi	2	3	5
7.	Glossarium yang disajikan membantu dalam memahami istilah penting	4	4	8

$$\text{Skor tertinggi ideal} = \sum \text{ butir soal} \times \text{ skor tertinggi} = 7 \times 4 = 28$$

$$\text{Skor terendah ideal} = \sum \text{ butir soal} \times \text{ skor terenda} = 7 \times 1 = 7$$

$$M_i = (1/2)(\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = 1/2 (28 + 7) = 17,5$$

$$SB_i = (1/3)(1/2)(\text{skor tertinggi ideal} - \text{skor terendah ideal}) = 1/6 (28 - 7) = 3,5$$

$$\bar{X} = \frac{X}{n} = 45 / 2 = 22,5$$

Table Kriteria Kategori Penilaian Ideal untuk Aspek Kelayakan Isi

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} \geq 21$	Sangat baik
2	$21 > \bar{X} \geq 17,5$	Baik
3	$17,5 > \bar{X} \geq 14$	Kurang
4	$\bar{X} < 14$	Tidak baik

Dari perhitungan diatas, aspek kelayakan isi dinilai Sangat Baik.

Tabel Hasil Penilaian Guru terhadap Modul dariAspek Kelayakan Isi

No.	Indikator	Skor Guru		Σ Skor
		1	2	
1.	Konsistensi penggunaan istilah pada kalimat	3	3	6
2.	Penyusunan kalimat sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia	3	3	6
3.	Kalimat yang disajikan mudah dipahami	3	3	6

Skor tertinggi ideal = Σ butir soal x skor tertinggi = 3 x 4 = 12

Skor terendah ideal = Σ butir soal x skor terenda = 3 x 1 = 3

$M_i = (1/2)(\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = 1/2 (12 + 3) = 7,5$

$SB_i = (1/3)(1/2)(\text{skor tertinggi ideal} - \text{skor terendah ideal}) = 1/6 (12 - 3) = 1,5$

$$\bar{X} = \frac{X}{n} = 18 / 2 = 9$$

Table Kriteria Kategori Penilaian Ideal untuk Aspek Kebahasaan

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} \geq 9$	Sangat baik
2	$9 > \bar{X} \geq 7,5$	Baik
3	$7,5 > \bar{X} \geq 6$	Kurang
4	$\bar{X} < 6$	Tidak baik

Dari perhitungan diatas, aspek kebahasaan dinilai Baik.

Tabel Hasil Penilaian Guru terhadap Modul dariAspek Kegrafisan

No.	Indikator	Skor Guru		Σ Skor
		1	2	
1.	Tampilan cover menarik	4	3	7
2.	Tampilan isi modul menarik	3	4	7
3.	Penggunaan font (jenis dan ukuran) jelas	3	3	6
4.	Tabel, grafik, dan gambar membantu dalam memahami modul	4	4	8

$$\text{Skor tertinggi ideal} = \sum \text{ butir soal} \times \text{ skor tertinggi} = 4 \times 4 = 16$$

$$\text{Skor terendah ideal} = \sum \text{ butir soal} \times \text{ skor terenda} = 4 \times 1 = 4$$

$$M_i = (1/2)(\text{skor tertinggi ideal} + \text{ skor terendah ideal}) = 1/2 (16 + 4) = 10$$

$$SB_i = (1/3)(1/2)(\text{skor tertinggi ideal} - \text{ skor terendah ideal}) = 1/6 (16 - 4) = 2$$

$$\bar{X} = \frac{X}{n} = 28 / 2 = 14$$

Table Kriteria Kategori Penilaian Ideal untuk Aspek Kegrafisan

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} \geq 12$	Sangat baik
2	$12 > \bar{X} \geq 10$	Baik
3	$10 > \bar{X} \geq 8$	Kurang
4	$\bar{X} < 8$	Tidak baik

Dari perhitungan diatas, aspek kegrafisan dinilai Sangat Baik.

LAMPIRAN



KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
Karangmalang Yogyakarta 55281, Telp 586168, Pesawat 217, 218, 219

SURAT KEPUTUSAN PENUNJUKAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI (TAS)
Nomor : 861/BIMB-TAS/2011

DEKAN FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

- MENINGGAT** : 1. Keputusan Menteri P dan K No. 0115 Tahun 1968
2. Peraturan Institut Nomor 01 Tahun 1969
3. Keputusan Rektor IKIP No. 204 Tahun 1996, tanggal 03-07-1996
4. Keputusan Rektor UNY Nomor 303 Tahun 2000, tanggal 01-09-2000
5. Keputusan Rektor UNY Nomor 363 Tahun 2000, tanggal 23-09-2000

MEMUTUSKAN :

- MENETAPKAN** :
Pertama : Mengangkat dan Menetapkan Dosen Pembimbing Skripsi (TAS) sebagai berikut :

No.	Nama	NIP	Jabatan	Gol	Keterangan
1.	Hj. Siti Umniyatie M.Si	195111131983032001	Lektor kepala (400)	IV / A	Pembimbing Utama
2.	Anna Rakhmawati M.Si	197701022001122002	Lektor (200)	III / C	Pembimbing Pendamping

Dalam penyusunan SKRIPSI (TAS) bagi mahasiswa :

Nama : **DIAN YUDI ASTARI**

Nomor Mahasiswa : **08304241026**

Prodi : **Pendidikan Biologi**

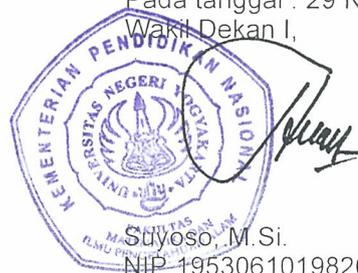
- Kedua** : Judul Skripsi : PERANAN MIKROORGANISME PADA PROSES FERMENTASI
TEMPE BENGUK UNTUK PENYUSUNAN MODUL MATERI
BIOTEKNOLOGI KONVENSIONAL KELAS XII SEMESTER 2

- Ketiga** : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di Yogyakarta

Pada tanggal : 29 NOVEMBER 2011

Wakil Dekan I,



Suyoso, M.Si.

NIP 195306101982031003

Tembusan Yth.:

1. Hj. Siti Umniyatie M.Si
2. Anna Rakhmawati M.Si
3. Mahasiswa ybs
4. Ketua Jurusan Pendidikan Biologi
5. Kasubag Keuangan dan Kepegawaian FMIPA UNY



**PEMERINTAH PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
SEKRETARIAT DAERAH**

Kompleks Kepatihan, Danurejan, Telepon (0274) 562811 - 562814 (Hunting)
YOGYAKARTA 55213

SURAT KETERANGAN / IJIN

070/7621/V/9/2012

Membaca Surat : Wakil Dekan I FMIPA UNY Nomor : 4674/UN.34.13/PG/2012
Tanggal : 05 September 2012 Perihal : Ijin Penelitian

Mengingat : 1. Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 2006, tentang Perizinan bagi Perguruan Tinggi Asing, Lembaga Penelitian dan Pengembangan Asing, Badan Usaha Asing dan Orang Asing dalam melakukan Kegiatan Penelitian dan Pengembangan di Indonesia;
2. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 33 Tahun 2007, tentang Pedoman penyelenggaraan Penelitian dan Pengembangan di Lingkungan Departemen Dalam Negeri dan Pemerintah Daerah;
3. Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 37 Tahun 2008, tentang Rincian Tugas dan Fungsi Satuan Organisasi di Lingkungan Sekretariat Daerah dan Sekretariat Dewan Perwakilan Rakyat Daerah.
4. Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 18 Tahun 2009 tentang Pedoman Pelayanan Perizinan, Rekomendasi Pelaksanaan Survei, Penelitian, Pendataan, Pengembangan, Pengkajian, dan Studi Lapangan di Daerah Istimewa Yogyakarta.

DIIJINKAN untuk melakukan kegiatan survei/penelitian/pendataan/pengembangan/pengkajian/studi lapangan kepada:

Nama : DIAN YUDI ASTARI NIP/NIM : 08304241026
Alamat : Karangmalang Yogyakarta
Judul : PERAN MIKROORGANISME PADA FERMENTASI TEMPE BENGUK UNTUK
PENYUSUNAN MODUL MATERI BIOTEKNOLOGI KONVENSIONAL KELAS XII
SEMESTER 2
Lokasi : - Kec. WATES, Kota/Kab. KULON PROGO
Waktu : 10 September 2012 s/d 10 Desember 2012

Dengan Ketentuan

1. Menyerahkan surat keterangan/ijin survei/penelitian/pendataan/pengembangan/pengkajian/studi lapangan *) dari Pemerintah Provinsi DIY kepada Bupati/Walikota melalui institusi yang berwenang mengeluarkan ijin dimaksud;
2. Menyerahkan soft copy hasil penelitiannya baik kepada Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta melalui Biro Administrasi Pembangunan Setda Provinsi DIY dalam compact disk (CD) maupun mengunggah (upload) melalui website adbang.jogjaprov.go.id dan menunjukkan cetakan asli yang sudah disahkan dan dibubuhi cap institusi;
3. Ijin ini hanya dipergunakan untuk keperluan ilmiah, dan pemegang ijin wajib mentaati ketentuan yang berlaku di lokasi kegiatan;
4. Ijin penelitian dapat diperpanjang maksimal 2 (dua) kali dengan menunjukkan surat ini kembali sebelum berakhir waktunya setelah mengajukan perpanjangan melalui website adbang.jogjaprov.go.id;
5. Ijin yang diberikan dapat dibatalkan sewaktu-waktu apabila pemegang ijin ini tidak memenuhi ketentuan yang berlaku.

Dikeluarkan di Yogyakarta

Pada tanggal 10 September 2012

A.n Sekretaris Daerah

Asisten Perekrutan dan Pembangunan

Kepala Biro Administrasi Pembangunan



Ir. Joko Wuryantoro, M.Si

NIP. 19580108198603 1 011

Tembusan :

1. Yth. Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta (sebagai laporan);
2. Bupati Kulon Progo cq KPT
3. Ka. Dinas Pendidikan, Pemuda dan Olahraga Provinsi DIY
4. Wakil Dekan I FMIPA UNY
5. Yang Bersangkutan