



## Lampiran 1. Surat Keterangan Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
**UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA**  
**PASCASARJANA**

Jalan Udayana Nomor 11 Singaraja, Bali 81116 Telepon (0362) 32558 Laman [www.pasca.undiksha.ac.id](http://www.pasca.undiksha.ac.id)

Singaraja, 13 Pebruari 2023

Nomor : 740 /UN48.14/KM/2023  
Hal : **Mohon Ijin Pengambilan Data**  
Yth. : .....  
di .....

Dengan hormat, dalam rangka pengumpulan data untuk Penelitian Tesis mahasiswa Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha, kami mohon kesedian Bapak/Ibu untuk dapat menerima dan mengizinkan mahasiswa kami sebagai berikut :

**Nama** : Tjokorda Gde Putra Wirama  
**NIM** : 2123071007  
**Semester** : III (Tiga)  
**Program Studi** : Pendidikan IPA (S2)  
**Judul Tesis** : Pengembangan LKPD Bermuatan Etnosains pada Mata Pelajaran IPA SMA Kurikulum Merdeka.

untuk mendapatkan data/informasi yang dibutuhkan oleh mahasiswa dalam melakukan penelitian.


Atas perhatian, berkenaan dan kerja sama yang baik kami ucapkan terima kasih.

Menyetujui,

Pembimbing II,

Pembimbing I,

  
Dr. I Nyoman Tika, M.Si.  
NIP. 196312311989031026

  
Dr. I Wayan Suja, M.Si.  
NIP. 196703201993031002

Mengetahui,  
s.d. Direktur,  
Wadir I,  
  
Prof. Dr. Ida Bagus Putrayasa, M.Pd.  
NIP. 196602101986021001



ပိမိတ်ၵွၵ်ႉၵူၵ်ႉႁၢၵ်ႉ  
**PEMERINTAH PROVINSI BALI**  
 မိူဝ်ႉပိူၵ်းမိူဝ်ႉမိူဝ်ႉမိူဝ်ႉမိူဝ်ႉမိူဝ်ႉမိူဝ်ႉမိူဝ်ႉ  
**DINAS PENDIDIKAN KEPEMUDAAN DAN OLARAGA**  
 ၵူၵ်ႉမိူဝ်ႉမိူဝ်ႉမိူဝ်ႉမိူဝ်ႉမိူဝ်ႉမိူဝ်ႉမိူဝ်ႉ  
**SMA NEGERI 1 GEROKGAK**

မိူဝ်ႉမိူဝ်ႉမိူဝ်ႉမိူဝ်ႉမိူဝ်ႉမိူဝ်ႉမိူဝ်ႉမိူဝ်ႉမိူဝ်ႉမိူဝ်ႉမိူဝ်ႉမိူဝ်ႉမိူဝ်ႉမိူဝ်ႉ  
 Alamat : Jl. Made Gelagah, Br. Tukadpule, Desa Sanggalangit, Kec. Gerokgak, Kab. Buleleng  
 Website : [www.smansatugerokgak.sch.id](http://www.smansatugerokgak.sch.id) / Email : [smarak\\_94@yahoo.co.id](mailto:smarak_94@yahoo.co.id)

**SURAT KETERANGAN**

NO : B.31.070/1210/SMAN 1 GEROKGAK/DIKPORA

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala SMA Negeri 1 Gerokgak, menerangkan mahasiswa atas nama :

- |               |                                  |
|---------------|----------------------------------|
| Nama          | : Tjokorda Gde Putra Wirama      |
| NIM           | : 2123071007                     |
| Program Studi | : S2 Pendidikan IPA              |
| Universitas   | : Universitas Pendidikan Ganesha |

Memang benar mahasiswa tersebut di atas melaksanakan penelitian di SMA Negeri 1 Gerokgak dengan judul penelitian : Pengembangan LKPD Bermuatan Etnosains pada Mata Pelajaran IPA SMA Kurikulum Merdeka.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Gerokgak, 1 Maret 2023  
 Kepala SMA Negeri 1 Gerokgak

**Nyoman Gede Ardana, S.Pd., M.Pd.**  
 Pembina Tk. I  
 NIP. 19641231 198703 1 243

Lampiran 2. Daftar Nama Responden Uji Coba Tes Hasil Belajar

Daftar Nama Siswa Kelas XI IPA 1, XI IPA 2, dan XI IPA 3 sebagai Responden Uji Coba Instrumen Tes Hasil Belajar

No.	Nama	Kelas
1	Angger Cahyadwiva Harend	XI IPA 1
2	Gede Agatha Nararya Darmaja	XI IPA 1
3	Gede Ogik Setiawan	XI IPA 1
4	Gusti Ngurah Adi Sastra Nugraha	XI IPA 1
5	Ida Bagus Divta Brahmantara	XI IPA 1
6	Johansen Denilson Putra Bungsu Haning	XI IPA 1
7	Kadek Adi Putrawan	XI IPA 1
8	Kadek Diva Satya Wibawa	XI IPA 1
9	Kadek Neza Purnama Sari	XI IPA 1
10	Kadek Putriyani	XI IPA 1
11	Kadek Sinta Dewi	XI IPA 1
12	Ketut Melda Merantini	XI IPA 1
13	Komang Ayuni Dinaswari	XI IPA 1
14	Komang Bayu Ardiana	XI IPA 1
15	Komang Edi Saputra	XI IPA 1
16	Komang Nopi Marianti	XI IPA 1
17	Komang Satriani	XI IPA 1
18	Luh Mita Purya Dinata	XI IPA 1
19	Luh Suci Mery Antari	XI IPA 1
20	Made Suria Nelaya Putra	XI IPA 1
21	Made Widya Lestari	XI IPA 1
22	Mohamad Fajri Hidayatullah	XI IPA 1
23	Ni Komang Ari Wijayanti	XI IPA 1
24	Ni Putu Alya Destiana Putri	XI IPA 1
25	Nyoman Aryadnyana Purna	XI IPA 1
26	Putu Abel Kumala Sari	XI IPA 1
27	Putu Ayulia Mas Juliani	XI IPA 1
28	Putu Diah Galing Paramita	XI IPA 1
29	Putu Hutari Indra Swari	XI IPA 1
30	Putu Juni Asih	XI IPA 1
31	Setiyo Adi Putra	XI IPA 1
32	Wayan Juliartana	XI IPA 1
33	Alvin Gavrila	XI IPA 2



34	Gusti Komang Agus Febi Ariawan	XI IPA 2
35	I Gusti Made Hari Girindra Putra	XI IPA 2
36	I Kadek Agus Budiartana	XI IPA 2
37	I Kadek Agus Cahyanta Atmaja	XI IPA 2
38	I Kadek Pebri Sudiasa	XI IPA 2
39	I Putu Artha Gunawan	XI IPA 2
40	I Wayan Kristian Ajim	XI IPA 2
41	Ivan Permana	XI IPA 2
42	Kadek Adi Kurniawan	XI IPA 2
43	Kadek Adi Wira Saputra	XI IPA 2
44	Kadek Astawan	XI IPA 2
45	Kadek Hindri Dwiyanti	XI IPA 2
46	Kadek Putri Dewiyanti	XI IPA 2
47	Kadek Rika Adnyani	XI IPA 2
48	Kadek Windi Riandana	XI IPA 2
49	Kadek Yurin Cristanova Wijaya	XI IPA 2
50	Ketut Pracintya Oktavania	XI IPA 2
51	Komang Agus Wiadnyana	XI IPA 2
52	Komang Ayu Suriani	XI IPA 2
53	Komang Debby Widi Ariska	XI IPA 2
54	Komang Paris Krisnanda	XI IPA 2
55	Mohamad David Aziz	XI IPA 2
56	Ni Made Sifa Sri Savitri	XI IPA 2
57	Ni Putu Melya Santhiani	XI IPA 2
58	Putu Ayu Jesita Maulia Jasmine	XI IPA 2
59	Putu Dinda Arsita Rani	XI IPA 2
60	Putu Eka Saputra	XI IPA 2
61	Putu Jezica Paskayani	XI IPA 2
62	Putu Suendrawan	XI IPA 2
63	Zillan Harrier	XI IPA 2
64	Aulia Italiana Brenina	XI IPA 3
65	Gede Ronji Destha Hermawan	XI IPA 3
66	Ida Ayu Anggita Dwi Cantika	XI IPA 3
67	Kadek Ana Juliani	XI IPA 3
68	Kadek Ayu Wulan Evariani	XI IPA 3
69	Kadek Dinda Januarta	XI IPA 3
70	Kadek Jackoline Adrian Sarira	XI IPA 3

71	Kadek Melani Artika Dwicahyani	XI IPA 3
72	Kadek Tesa Sanggiani	XI IPA 3
73	Kadek Yuni Wulandari	XI IPA 3
74	Ketut Arista Bayu Suputra	XI IPA 3
75	Ketut Safitri Ayu Swandewi	XI IPA 3
76	Komang Agus Ari Budiadnyana	XI IPA 3
77	Komang Emy Anggreni	XI IPA 3
78	Komang Krishanti Dewi	XI IPA 3
79	Komang Ramayuda	XI IPA 3
80	Komang Setia Dewi	XI IPA 3
81	Komang Triani	XI IPA 3
82	Luh Ayu Puspasari	XI IPA 3
83	Luh Putu Suli Adnyani	XI IPA 3
84	Ni Komang Pebrianti	XI IPA 3
85	Ni Luh Ari Supariyaningsih	XI IPA 3
86	Putu Ade Sukenata	XI IPA 3
87	Putu Agus Yogi Iswara	XI IPA 3
88	Putu Arsita Ratnaprilia Maharani	XI IPA 3
89	Putu Divyanti Permata Devi	XI IPA 3
90	Putu Mas Tegar Adiyaksa	XI IPA 3
91	Putu Rio Ariana	XI IPA 3
92	Putu Virgy Auliana Putri	XI IPA 3
93	Putu Yogi Yana Putra	XI IPA 3
94	Rayhan Fariza Putra	XI IPA 3

Lampiran 3. Daftar Nama Responden Uji Kevalidan dan Uji Kepraktisan

Daftar Nama Validator Uji Kevalidan

No.	Nama	Bidang Keahlian	Bidang Penilaian
1	Prof. Dr. Ida Bagus Putu Arnyana	Pendidikan Biologi/IPA	Ahli Materi
2	Dr. Anak Agung Istri Agung Rai Sudiarmika, M.Pd	Pendidikan Fisika/IPA	Ahli Materi
3	Dr. I Gede Aris Gunadi, S.Si., M.Kom.	Ilmu Komputer	Ahli Media
4	Dr. I Wayan Artika, S.Pd., M.Hum.	Pendidikan Bahasa	Ahli Bahasa

Daftar Nama Guru Pengampu Mata Pelajaran IPA di SMA yang telah Menerapkan Kurikulum Merdeka sebagai Responden Uji Kepraktisan

No.	Nama	Tempat Tugas
1	Ari Winarti, S.Pd.	SMA Negeri 1 Gerokgak
2	Ketut Sumenada, S.Pd	SMA Negeri 1 Gerokgak
3	Putu Leli Sapta Dewi, S.Pd	SMA Negeri 1 Gerokgak
4	Ni Made Widiyantini, S.Pd.	SMAS Candimas Pancasari
5	Made Mahendra Eka Purusa, S.Pd	SMA Negeri 3 Singaraja
6	Kadek Agus Apriawan Putra, S.Pd	SMA Negeri 3 Singaraja
7	Ni Wayan Manik Hermawati, S.Pd., M.Pd	SMA Negeri 3 Singaraja

Daftar Nama Siswa SMA Negeri 1 Gerokgak sebagai Responden Uji Kepraktisan

No.	Nama	Kelas
1	Govin Indrawan	X7
2	Ketut Juli Maha Putra	X7
3	Made Indira Laksmi	X7
4	Intan Pratiwi Durakim	X7
5	Komang Pitriani	X7
6	Wisnu Hadi Prasetyo	X7
7	I Gede Wahyu Pratama Putra	X7
8	I Made Rai Bawa	X7
9	Kadek Evan Prananta	X7

Lampiran 4. Daftar Nama Responden Uji Keefektifitasan

Daftar Nama Siswa Kelas X7 SMA Negeri 1 Gerokgak sebagai  
Kelas Eksperimen

No.	Nama	Kelas
1	Govin Indrawan	X7
2	Husnul Rafli Fawaid	X7
3	I Gede Wahyu Pratama Putra	X7
4	I Made Hariyogi Anggara	X7
5	I Made Rai Bawa	X7
6	Ida Ayu Sisilya Wardani	X7
7	Intan Pratiwi Durakim	X7
8	Kadek Aria Utama	X7
9	Kadek Evan Prananta	X7
10	Kadek Febby Pradnya Sastra Melia	X7
11	Kadek Oviani	X7
12	Kadek Radi Aryawan	X7
13	Kadek Ramajyothi Mahatma	X7
14	Kadek Sariani	X7
15	Kadek Wulan Cahyani	X7
16	Ketut Juli Maha Putra	X7
17	Komang Pande Widi Arjana	X7
18	Komang Pitriani	X7
19	Komang Rio Pebri Artana	X7
20	Made Arista Ayu Sukreni	X7
21	Made Indira Laksmi	X7
22	Made Sidan Kristiadi	X7
23	Nyoman Novita Trikayani	X7
24	Nyoman Wanda Meidi	X7
25	Putu Anggun Diartini Dewi	X7
26	Putu Eka Putrayana	X7
27	Putu Krisna Gandhi	X7
28	Putu Riska Junita	X7
29	Putu Sudiarta	X7
30	Salomita Alicia Stevani	X7
31	Satria Fernanda Putra Nugroho	X7
32	Wisnu Hadi Prasetyo	X7

Daftar Nama Siswa Kelas X3 SMA Negeri 1 Gerokgak sebagai Kelas Kontrol

No.	Nama	Kelas
1	Adhysta Dharma Saputra	X3
2	Fortenci Mince Hukubun	X3
3	Gede Aditya	X3
4	Gede Putra Jaya	X3
5	I Kadek Darmawan	X3
6	I Made Ery Sudarta	X3
7	I Made Sudarma	X3
8	I Putu Agus Ello Januarta	X3
9	I Putu Agus Wira Sastrawan	X3
10	I Putu Wahyu Gautama	X3
11	Kadek Andre Pratama	X3
12	Kadek Ariani	X3
13	Kadek Ayu Anjani	X3
14	Kadek Krisna Ardi Wirawan	X3
15	Kadek Pani Dwi Lestari	X3
16	Ketut Surya Aristiawan	X3
17	Komang Dodi Bayu Perdana	X3
18	Komang Tirta Sri Widiani	X3
19	Komang Wiriawan	X3
20	Made Pita Kusuma Utami	X3
21	Ni Kadek Ita Dwipayanti	X3
22	Ni Kadek Sefya Ayuk Berlin	X3
23	Ni Kadek Thania Maharani Wati	X3
24	Ni Komang Sri Apriyanti	X3
25	Ni Luh Jenita Pradnya Dewi	X3
26	Ni Putu Serena Maharani Darmawan	X3
27	Putu Andika Putra Adnyana	X3
28	Putu Lia Septiani	X3
29	Putu Mia Indah Pratisya	X3
30	Putu Nanda Rasya Revandita	X3
31	Putu Yuda Arik Pratama	X3



Lampiran 5. Sampel Modul Ajar pada Uji Keefektifitasan

**MODUL AJAR**  
**“BIOTEKNOLOGI”**

**1. INFORMASI UMUM**

**A. IDENTITAS MODUL**

- a. Nama Guru : Ari Winarti, S.Pd
- b. Jenjang Sekolah : SMA
- c. Nama Sekolah : SMA Negeri 1 Gerokgak
- d. Tahun Ajaran : 2022/2023
- e. Kelas : X
- f. Alokasi Waktu : 2 x 3 JP
- g. Pertemuan ke : 1 – 2

**B. KOMPETENSI AWAL**

Kompetensi yang harus dimiliki sebelum mempelajari pokok bahasan ini yaitu peserta didik telah: memahami bakteri, jamur, dan rekayasa genetika.

**C. PPP**

- 1. Mandiri: mengelola pikiran, perasaan, dan tindakannya agar tetap optimal untuk mencapai tujuan pengembangan diri dan prestasinya.
- 2. Gotong royong: Memiliki kemampuan kolaborasi, bekerja sama dengan orang lain disertai perasaan senang dan menunjukkan sikap positif, memahami perspektif orang lain, memiliki kemampuan berbagi dan menempatkan segala sesuatu sesuai tempat dan porsinya, serta menghargai pencapaian dan kontribusi orang lain, dan menghargai keputusan bersama dan berusaha untuk membuat keputusan melalui musyawarah untuk mufakat.
- 3. Bernalar kritis: mengidentifikasi, mengklarifikasi, dan menganalisis informasi yang relevan serta memprioritaskan beberapa gagasan tertentu.

**D. SARANA DAN PRASARANA**

- 1. Bahan Ajar
- 2. LKPD
- 3. Lembar Penilaian
- 4. Buku Kimia
- 5. Spidol
- 6. Papan Tulis

## **E. TARGET PESERTA DIDIK**

Peserta didik yang menjadi target yaitu:

1. Peserta didik regular / tipikal: umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar.
2. Peserta didik dengan kesulitan belajar: memiliki gaya belajar terbatas hanya satu gaya.
3. Peserta didik dengan pencapaian tinggi: mencerna dan memahami dengan cepat, mampu mencapai keterampilan berfikir tingkat tinggi (HOTS), dan memiliki kemampuan memimpin.

## **F. PENDEKATAN DAN MODEL PEMBELAJARAN**

Model pembelajaran yang digunakan yaitu model pembelajaran saintifik dengan pendekatan etnosains.

## **2. KOMPONEN INTI**

### **A. TUJUAN PEMBELAJARAN**

1. Melalui eksperimen peserta didik mampu menjelaskan definisi dan macam-macam bioteknologi.
2. Melalui studi literatur peserta didik dapat menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional, atau global terkait inovasi bioteknologi.

### **B. PENGETAHUAN PRASYARAT**

Sebelum mempelajari materi ini, peserta didik diharapkan sudah memahami bakteri, jamur, dan rekayasa genetika.

### **C. PEMAHAMAN BERMAKNA**

Bioteknologi merupakan pemanfaatan organisme dan agen-agen biologis untuk menghasilkan produk bagi kepentingan manusia. Bioteknologi dibedakan menjadi dua yaitu bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern. Bioteknologi konvensional merupakan bioteknologi yang prosesnya memanfaatkan mikroorganisme dan dilakukan secara sederhana. Sedangkan bioteknologi modern mengembangkan prinsip biomolekuler dan pengendalian proses dengan menerapkan rekayasa genetika.

#### D. PERTANYAAN PEMANTIK

- 1) Guru memberikan literasi etnosains tentang tape ketan khas Hari Raya Galungan dan nasi kuning khas Hari Raya Kuningan.
- 2) Guru memberikan pertanyaan seperti: Apakah anak-anak pernah memakan tape ketan? Bagaimana cara membuat tape ketan? Tahukah anak-anak nasi khas Hari Raya Kuningan? Bagaimana cara membuat nasi kuning? Bagaimana cara membuat nasi kuning tanpa melalui proses pewarnaan dengan kunyit?
- 3) Guru menampilkan gambar seperti di bawah ini.



**Gambar 1.** Tape Ketan Khas Hari Raya Galungan



**Gambar 2.** Nasi Kuning sebagai Sesajen di Hari Raya Kuningan

#### E. KEGIATAN PEMBELAJARAN

##### Pertemuan Ke-1

Kegiatan	Deskripsi	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Guru bersama peserta didik saling memberi dan menjawab salam.</li><li>2. Guru mengkondisikan peserta didik untuk siap belajar dengan diawali berdoa</li></ol>	15 Menit

	<p>bersama dipimpin oleh salah seorang peserta didik.</p> <p>3. Guru mengecek kedisiplinan peserta didik dengan melakukan presensi.</p> <p>Penyampaian tujuan pembelajaran dan apersepsi</p> <p>4. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran</p> <p>5. Guru merangsang peserta didik terkait materi yang akan dipelajari dengan memberikan literasi etnosains dan memberikan pertanyaan seperti: <i>“Apakah anak-anak pernah memakan tape ketan? Bagaimana cara membuat tape ketan?”</i></p>	
Inti	<p>6. Mengamati Guru memberi motivasi atau rangsangan untuk memusatkan perhatian pada materi yang akan dipelajari dengan cara mengamati video pembuatan tape ketan.</p> <p>7. Mempertanyakan dan memprediksi Guru membingbing siswa membuat pertanyaan sesuai dengan hasil pengamatan dan tujuan pembelajaran pertemuan 1. Guru juga membingbing siswa membuat jawaban sementara atau hipotesis dari pertanyaan yang diajukan.</p> <p>8. Merencanakan dan melakukan penyelidikan Guru membingbing siswa mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjawab pertanyaan yang telah diidentifikasi melalui kegiatan eksperimen dan studi literatur.</p> <p>9. Menganalisis Guru membingbing siswa menganalisis data yang diperoleh dari eksperimen dan studi literatur kemudian membuat kesimpulan dari hasil analisis yang dilakukan.</p> <p>10. Mengevaluasi</p>	100 menit

	<p>Guru membingbing siswa mengevaluasi kekurangan dan kelebihan kesimpulan yang dibuat.</p> <p>11. Mengomunikasikan Siswa mempresentasikan hasil temuannya di depan kelas.</p> <p>12. Refleksi Siswa melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan.</p>	
Penutup	<p>13. Guru memberikan asesmen formatif.</p> <p>14. Guru memberikan <i>reward</i> bagi individu atau kelompok yang belajar dengan baik.</p> <p>15. Guru merefleksi kegiatan pembelajaran dengan menanyakan kesan dan pesan kepada peserta didik dan peserta didik meresponnya.</p> <p>16. Guru mengingatkan peserta didik untuk mempelajari materi yang akan dibahas di pertemuan berikutnya.</p> <p>17. Peserta didik diajak untuk selalu bersyukur nikmat yang diberikan dan mengajak siswa untuk selalu untuk mematuhi protokol kesehatan.</p> <p>18. Kegiatan belajar ditutup dengan doa. Doa dipimpin oleh siswa yang paling aktif dalam kegiatan pembelajaran.</p>	20 menit

### Pertemuan Ke-2

Kegiatan	Deskripsi	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>1. Guru bersama peserta didik saling memberi dan menjawab salam.</p> <p>2. Guru mengkondisikan peserta didik untuk siap belajar dengan diawali berdoa bersama dipimpin oleh salah seorang peserta didik.</p> <p>3. Guru mengecek kedisiplinan peserta didik dengan melakukan presensi.</p>	15 Menit



	<p>Penyampaian tujuan pembelajaran dan apersepsi</p> <p>4. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran</p> <p>5. Guru merangsang peserta didik terkait materi yang akan dipelajari dengan memberikan literasi etnosains dan memberikan pertanyaan seperti: <i>“Apakah nasi khas Hari Raya Kuningan? Bagaimana cara membuat nasi kuning? Bagaimana cara membuat nasi kuning tanpa melalui proses pewarnaan dengan kunyit?”</i></p>	
Inti	<p>6. Mengamati Guru memberi motivasi atau rangsangan untuk memusatkan perhatian pada materi yang akan dipelajari dengan cara mengamati teks bacaan tentang <i>“Golden Rice”</i>.</p> <p>7. Mempertanyakan dan memprediksi Guru membingbing siswa membuat pertanyaan sesuai dengan hasil pengamatan dan tujuan pembelajaran pertemuan 2. Guru juga membingbing siswa membuat jawaban sementara atau hipotesis dari pertanyaan yang diajukan.</p> <p>8. Merencanakan dan melakukan penyelidikan Guru membingbing siswa mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjawab pertanyaan yang telah diidentifikasi melalui kegiatan studi literatur.</p> <p>9. Menganalisis Guru membingbing siswa menganalisis data yang diperoleh dari studi literatur kemudian membuat kesimpulan dari hasil analisis yang dilakukan.</p> <p>10. Mengevaluasi</p>	100 menit

	<p>Guru membingbing siswa mengevaluasi kekurangan dan kelebihan kesimpulan yang dibuat.</p> <p>11. Mengomunikasikan Siswa mempresentasikan hasil temuannya di depan kelas.</p> <p>12. Refleksi Siswa melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan.</p>	
Penutup	<p>13. Guru memberikan asesmen formatif.</p> <p>14. Guru memberikan <i>reward</i> bagi individu atau kelompok yang belajar dengan baik.</p> <p>15. Guru merefleksi kegiatan pembelajaran dengan menanyakan kesan dan pesan kepada peserta didik dan peserta didik meresponnya.</p> <p>16. Guru mengingatkan peserta didik untuk mempelajari materi yang akan dibahas di pertemuan berikutnya.</p> <p>17. Peserta didik diajak untuk selalu mensyukuri nikmat yang diberikan dan mengajak siswa untuk selalu untuk mematuhi protokol kesehatan.</p> <p>18. Kegiatan belajar ditutup dengan doa. Doa dipimpin oleh siswa yang paling aktif dalam kegiatan pembelajaran.</p>	20 menit

## F. ASESMEN

Bentuk asesmen:

1. Sikap (Profil Pelajar Pancasila) berupa: observasi, penilaian diri, dan penilaian teman sebaya.
2. Performa berupa: Presentasi dan unjuk kerja.
3. Pengetahuan: asesmen formatif dan sumatif.

## G. PENGAYAAN DAN REMIDIAL

1. Soal Pengayaan untuk peserta didik yang telah mencapai tujuan pembelajaran
2. Soal Remedial untuk peserta didik yang belum mencapai tujuan pembelajaran.

## H. GLOSARIUM

- Bioteknologi : proses yang melibatkan berbagai agen biologi berupa mikroba.
- Eksplan : potongan atau bagian tubuh tumbuhan yang akan dikembangkan dalam kultur jaringan.
- Fusi protoplasma : penggabungan dua sel dari jaringan yang sama atau dua sel dari organisme yang berbeda dalam suatu medan listrik.
- Hibridoma : sel-sel hasil fusi dua sel dari organisme yang sama atau ber beda.
- Kalus : Implantasi : penempelan, penanaman, pelekatan embrio pada dinding uterus.
- Kloning : sekumpulan sel hasil perkembangan dari eksplan yang belum mengalami diferensiasi.
- : sekumpulan sel hasil perkembangan dari eksplan yang belum mengalami diferensiasi.
- Kultur jaringan : proses memperbanyak tumbuhan secara vegetative dengan memperbanyak sel tubuh pada media kultur yang steril dan terkontrol.
- Plantlet : tanaman kecil
- Rekayasa gentika : usaha mengubah atau memanipulasi bahan atau materi genetik organisme secara in vitro.
- Rekombinan : teknik mengubah susunan DNA suatu organisme dengan cara menyisipkan gen asing ke organisme tersebut sehingga diperoleh sifat baru yang tidak dimiliki sebelumnya.
- Transplantasi gen : proses mentransfer gen ke gen lainnya.

## I. DAFTAR PUSTAKA

- Aryilina, Diah. Dkk, 2007. Biologi SMA dan MA untuk Kelas XII, Jakarta, Erlangga
- Kusumawati, Rohana. 2010 Biologi Untuk SMA/MA. Klaten: Intan Pariwara.
- Mulyati, R. 2008. Bioteknologi di Sekitar Kita. Klaten: Intan Pariwara.
- Pratiwi, Bakti. 2018. Biologi SMA/MA. Bandung: YMARA WIDYA.
- Irmaningtyas. 2014. Biologi untuk SMA/MA Kelas XII Kelompok peminatan Matematika dan Ilmu Alam. Jakarta: Erlangga.

Safitri, Ririn. 2016. Buku Guru Biologi Untuk SMA/MA Kelas XII.  
Surakarta: Mediatama.

### 3. LAMPIRAN

1. Bahan Ajar
2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)
3. Lembar Penilaian Ranah Sikap
4. Lembar Penilaian Ranah Keterampilan
5. Lembar Penilaian Ranah Pengetahuan

Mengetahui,  
Kepala SMA Negeri 1 Gerokgak,



Nyoman Gede Ardana, S.Pd., M.Pd  
Pembina Tk.I  
NIP. 196412311987031243

Gerokgak, 16 Januari 2023  
Guru Mapel IPA,

Ari Winarti, S.Pd.  
NIP. 197103162005012009



## BAB 3

### BIOTEKNOLOGI



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

Sifat dasar manusia adalah mempunyai rasa ingin tahu. Berawal dari rasa ingin tahu, kemudian berkembang menjadi pengetahuan. Berbekal pengetahuan manusia berusaha memenuhi kebutuhannya dengan cara yang makin mudah, sehingga lahir teknologi. Salah satunya adalah bioteknologi yaitu teknologi di bidang biologi. Penanaman tembakau, seperti gambar di samping akan berhasil dengan lebih baik jika menerapkan bioteknologi.

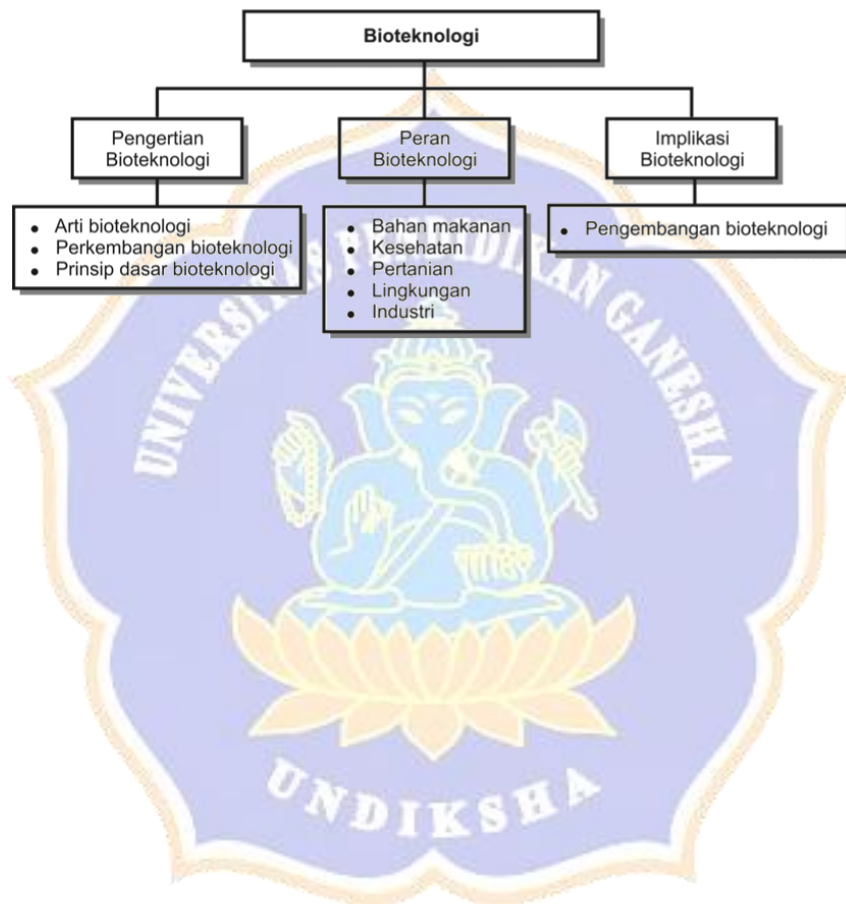
#### Lingkup materi pada bab ini adalah:

- pengertian bioteknologi;
- peran bioteknologi pada sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat (salingtemas);
- implikasi bioteknologi.

#### Kata-kata kunci

- bioteknologi
- enzim
- DNA
- fermentasi
- substrat
- mikroorganisme
- rekayasa genetika





Kata bioteknologi pertama muncul sekitar tahun 1979. Pada saat itu E.F. Hutton mendapatkan hak paten untuk kata bioteknologi. Istilah tersebut digunakan sebagai penjelasan atas suatu masalah yang berkaitan dengan rekayasa genetika atau *genetic engineering*. Selain itu, juga seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang makin pesat menuntut terpenuhinya segala kebutuhan manusia yang bermuara pada tingkat perbaikan kesejahteraannya. Seperti halnya yang terdapat dalam pengetahuan biologi, istilah bioteknologi mengacu pada suatu bentuk interaksi antara biologi dengan teknologi yang mencakup semua jenis produksi melalui proses transformasi biologis.



Sumber: *Jendela Iptek*, 2001

▲ Gambar 6.1 Seorang peneliti sedang mengadakan penelitian rekayasa genetik

Bioteknologi dikembangkan untuk meningkatkan nilai bahan mentah dengan memanfaatkan kemampuan mikroorganisme atau bagian-bagiannya, misalnya bakteri dan kapang. Selain itu, bioteknologi juga memanfaatkan sel tumbuhan atau sel hewan yang dikembangbiakkan sebagai konstituen berbagai proses industri. Penggunaan mikroorganisme tersebut secara terarah dan terkontrol, yang merupakan aplikasi terpadu antara biokimia, mikrobiologi, dan teknologi kimia. Manfaat yang dirasakan manusia dari kegiatan tersebut antara lain dalam bidang industri, kesehatan, pertanian, dan peternakan. Khususnya penggunaan biokimia, mikrobiologi, dan rekayasa kimia secara terpadu mempunyai tujuan untuk mencapai penerapan teknologi dari kemampuan mikroba dan sel kultur jaringan. Dalam bioteknologi bidang-bidang ilmu yang harus dipelajari antara lain biologi sel, biokimia, fisiologi, mikrobiologi, genetika, dan biorekayasa.

Dalam bab ini tersaji hal-hal yang dapat kita pelajari dalam bioteknologi beserta manfaat dari bioteknologi itu sendiri.

## A. Pengertian Bioteknologi

### 1. Arti Bioteknologi

Seperti telah disebutkan di awal pendahuluan, bahwa istilah bioteknologi merupakan teknologi yang menggunakan bahan hayati atau sejenisnya guna menghasilkan barang atau jasa dalam skala industri sebagai sarana pemenuhan kebutuhan manusia. Definisi tersebut merupakan definisi dari bioteknologi secara tradisional atau konvensional.

Adapun definisi bioteknologi modern menyatakan bahwa istilah bioteknologi merupakan teknologi yang menggunakan bahan hayati yang telah direkayasa secara *invitro* guna menghasilkan barang atau jasa dalam skala industri sebagai sarana pemenuhan kebutuhan manusia.

Berdasarkan dua pengertian bioteknologi tersebut, maka bioteknologi adalah penggunaan biokimia, mikrobiologi, dan rekayasa genetika secara terpadu untuk menghasilkan barang atau lainnya bagi kepentingan manusia. Biokimia mempelajari struktur kimiawi organisme. Adapun rekayasa genetika adalah aplikasi genetika dengan mentransplantasi gen dari satu organisme ke organisme lain. Ciri-ciri utama bioteknologi sebagai berikut.

- a. Adanya agen biologi berupa mikroorganisme, tumbuhan, atau hewan.
- b. Adanya pendayagunaan secara teknologi dan industri.
- c. Produk yang dihasilkan adalah hasil ekstraksi dan pemurnian.

Berbagai kebutuhan manusia telah terpenuhi dengan adanya bioteknologi tersebut, di antaranya penyediaan berbagai jenis makanan, seperti tempe, brem, keju, roti, kecap, dan berbagai jenis minuman, seperti anggur, sake, bir, yogurt, dan vitamin. Selain dalam bidang pangan tersebut, bioteknologi juga diterapkan dalam bidang kesehatan (misalnya untuk menghasilkan obat-obatan), di bidang pertanian (misalnya untuk menghasilkan pupuk, untuk mendapatkan bibit tanaman yang bervariasi unggul dan tahan hama), dan di bidang yang lainnya.



Sumber: *Jendela Iptek*, 2001

▲ Gambar 6.2 Penggunaan helikopter untuk menyemprot tanaman hasil rekayasa genetik agar tahan terhadap herbisida pembasmi tanaman pengganggu

Menurut Perhimpunan Bioteknologi Eropa, bioteknologi diartikan sebagai penggunaan biokimia, mikrobiologi, dan rekayasa kimia secara terpadu dengan tujuan untuk penerapan teknologi dari kapasitas mikroba dan sel-sel jaringan yang dibiakkan. Dalam penerapan yang lain, bioteknologi saat sekarang biasa untuk rekayasa genetika. Rekayasa genetika merupakan usaha mengubah atau memanipulasi bahan atau materi genetik organisme secara *invitro* dengan menambah, mengganti, mengurangi, atau memodifikasi gen sehingga didapatkan organisme dengan ciri kemampuan yang baru.

Gen-gen yang digunakan untuk rekayasa genetik dapat berasal dari organisme sejenis atau organisme yang berbeda jenis tanpa mengenal batas spesies. Rekayasa genetik dilakukan dengan cara yang disebut teknik rekombinan DNA. Teknik ini dilakukan di laboratorium dengan menggunakan peralatan yang canggih.

## 2. Perkembangan Bioteknologi

Dalam perkembangannya, bioteknologi banyak didukung ilmu-ilmu yang berbasis molekuler seperti biologi molekuler, genetika molekuler, sel, jaringan dan biokimia. Dukungan yang tak kalah pentingnya yaitu dari sarana komputer yang memadai (canggih), karena bidang kajian bioteknologi adalah fenomena hayati pada tingkat molekuler yang memerlukan efisiensi serta akurasi perhitungan-perhitungan yang rumit.

Perkembangan bioteknologi dapat dikelompokkan menjadi empat tahapan sebagai berikut.

- a. Bioteknologi pada era generasi pertama yaitu bioteknologi sederhana pada produksi makanan dan tanaman serta pengawetan makanan melalui penggunaan mikroba secara tradisional.

Pada tahun 6000 SM orang-orang Babilonia telah berhasil membuat bir dengan fermentasi jasad renik. Peristiwa ini merupakan proses bioteknologi yang tertua. Tiga ribu tahun kemudian, orang-orang Sumeria mampu mengembangkan pembuatan bir hingga memiliki berbagai cita rasa (20 macam). Hingga saat sekarang, bioteknologi dapat memberdayakan jenis-jenis minuman serta tanaman dalam varietas yang beragam. Contoh-contoh produk era ini antara lain pembuatan tempe, tape, dan cuka.

- b. Bioteknologi pada era generasi kedua yaitu proses bioteknologi yang berlangsung dalam keadaan tidak steril. Peristiwa ini merupakan bentuk fermentasi di tempat yang terbuka, sehingga dapat memungkinkan terkontaminasi oleh mikroorganisme lainnya. Fermentasi adalah suatu proses perombakan dari senyawa yang lebih kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan bantuan mikroorganisme. Beberapa jenis produk yang dihasilkan oleh bioteknologi ini, antara lain etanol, asam asetat, asam sitrat, asam laktat, dan gliserin. Sekarang proses pembuatan kompos atau pengolahan limbah juga merupakan contoh jenis bioteknologi fermentasi ini.



- c. Bioteknologi pada era generasi ketiga, yaitu proses bioteknologi yang berlangsung dalam kondisi steril. Bioteknologi jenis ini merupakan proses-proses biologis atau fermentasi di tempat yang tertutup sehingga menjaga jangan sampai ada mikroorganisme luar yang mengontaminasi. Beberapa contoh produk hasil bioteknologi ini, antara lain jenis obat-obat antibiotika (pinisilin, tetrasiklyn, streptomisiyn, kloromfenikol, dan vitamin B<sub>12</sub>, giberin, kortison atau steroid lainnya, asam amino terutama asam glutamat, dan berbagai enzim.
- d. Bioteknologi pada era generasi baru, yaitu proses bioteknologi yang diterapkan pada hasil keilmuan baru (bioteknologi baru).

Berbagai hasil keilmuan baru tentang penerapan bioteknologi sebagai berikut.

- 1) Penelitian tentang enzim, yang mempelajari tentang aktivitas sel-sel dan enzim yang diatur aktivitasnya. Salah satu contohnya adalah produksi insulin, interferon, dan antibodi monoklonal.
- 2) Keilmuan tentang rekayasa genetika.

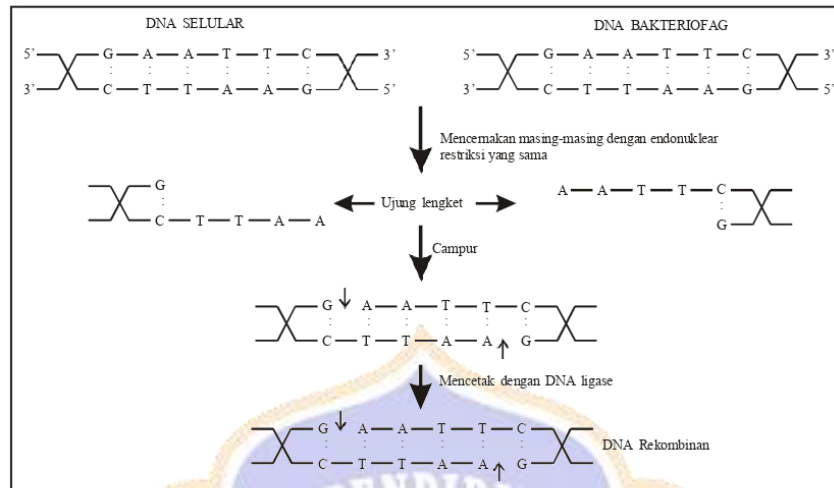
Rekayasa genetik merupakan usaha untuk mengubah atau memanipulasi bahan/materi genetik suatu organisme secara invitro melalui penambahan, penggantian, pengurangan, atau modifikasi gen sehingga diperoleh ciri-ciri dengan kemampuan baru. Penambahan gen dilakukan dengan teknologi *rekombinan DNA* atau yang sering disebut kloning gen. Misalnya, membuat DNA rekombinan yang memiliki program untuk membuat insulin. Insulin adalah protein yang bertugas mengontrol metabolisme gula darah dalam tubuh manusia, dan sebagainya. Teknologi ini memberikan kesempatan tak terbatas bagi terbentuknya kombinasi baru dari gen, yang tentunya tidak akan terjadi secara alami pada kondisi normal.

Rekayasa genetik dimulai sejak Mendell menemukan faktor yang diturunkan, kemudian sebuah penelitian terhadap transfer DNA bakteri dari suatu sel ke sel yang lainnya melalui lingkaran DNA kecil yang disebut *plasmid*. Plasmid berfungsi sebagai kendaraan pemindah atau vektor.

**INFO**

Di Indonesia, pengembangan bioteknologi dilakukan di beberapa lembaga, seperti Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), dan Lembaga Biologi Molekuler Eijkman.





Sumber: *Biologi 1*, 1992

▲ Gambar 6.3 Prosedur DNA Rekombinan

Teknologi rekombinan DNA ini dapat dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut.

- Pelacakan DNA target dari organisme donor untuk diekstraksi. Selanjutnya, DNA target dipotong secara enzimatik dan diligasi (digabungkan) ke DNA yang lain (vektor kloning) untuk membentuk DNA rekombinan (DNA *insert contract*).
- Vektor dengan insert ini, kemudian dipindahkan dan dipelihara di dalam sel inang. Pemasukan DNA ke sel inang/bakteri dikenal dengan istilah transformasi.
- Sel-sel inang yang dapat mengalami transformasi kemudian dipisahkan dan diisolasi dari sel-sel yang tidak mengalami transformasi, serta ditumbuhkan.
- Jika diperlukan, DNA rekombinan (DNA) tersebut dapat dimanipulasi untuk meyakinkan bahwa produk protein yang dikodekan oleh DNA klon diproduksi oleh sel inang.

Pembentukan DNA rekombinan, dimulai dari pemotongan dengan enzim-enzim *endonuklease restriksi* (*endonuklease* = enzim yang memotong/mencerna DNA, *restriksi* memotong untai DNA pada posisi/urutan basa N spesifik) sampai dengan digabungkan dan terbentuk DNA rekombinan.

Enzim-enzim tersebut ditemukan di dalam bakteri dan secara normal digunakan untuk melindungi dirinya sendiri dari infeksi virus. Enzim tersebut akan memotong DNA bervirus menjadi potongan-potongan yang tidak membahayakan tanpa melakukan perusakan pada DNA bakterinya sendiri. Berikut ini beberapa contoh enzim endonuklease restriksi.

**Tabel 6.1 Beberapa jenis enzim endonuklease restriksi**

Enzim Endonuklease Restriksi	Sumber Enzim	Urutan Basa N yang dikenal (tanda titik adalah titik pemotongan)
Eco R1	<i>Eschericia coli</i>	G.AATTC CTTAA.G
Hind III	<i>Haemophilus influenzae</i>	A.AGCTT TTCGA.A
Hpa II	<i>Haemophilus</i>	C.CGG GGC.C
BamH I	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	G.GATCC CCTAG.G
Mbo I	<i>Moraxella bovis</i>	.GATC CTAG.

Dirangkum dari berbagai sumber

### 3) Teknik kultur jaringan

Teknik pengembangbiakan secara vegetatif pada organisme makin canggih. Hal ini sejak ditemukannya teknik klon, yaitu produksi suatu organisme dari satu sel tunggal yang diambil dari tubuh sel tumbuhan atau hewan. Sel tunggal ini merupakan somatik dan bukan sel kelamin sehingga sel ini mengandung dua perangkat kromosom. Jadi, sel ini memiliki semua informasi genetik yang diperlukan untuk menghasilkan suatu individu yang lengkap pada saat dirangsang untuk tumbuh. Teknik peng-klon-an pada sel tumbuhan dirasakan lebih mudah dibandingkan dengan sel hewan, karena sel tumbuhan memiliki sifat yang lebih sederhana. Sel tumbuhan juga memiliki sifat *totipotensi*, yaitu kemampuan untuk membentuk tubuh secara lengkap dengan akar, batang, dan daun.

*Totipotensi* pertama kali dikenalkan oleh G. Haberlandt seorang ahli fisiologi Jerman. Selanjutnya, diperkuat oleh F.C. Steward yang berhasil membuktikan *totipotensi* dari satu sel wortel yang dikultur pada medium tertentu dan kemudian menghasilkan tanaman wortel yang utuh dan lengkap.

*Totipotensi* dikembangkan sebagai dasar dalam mengembangkan tumbuhan secara *invitro* atau kultur jaringan, yaitu mengembangbiakkan tumbuhan secara vegetatif dengan menggunakan sebagian jaringan pada media tertentu. Media yang dimaksudkan adalah media yang harus mengandung semua kebutuhan yang diperlukan seperti unsur makro, mikro, sumber karbohidrat, zat pengatur tumbuh, vitamin, dan bahan organik lainnya. Beberapa keuntungan dari penggunaan kultur jaringan sebagai berikut.

- a) Propagasi klonal, yaitu didapatkannya turunan secara genetik yang identik dengan induknya atau seragam dalam jumlah yang besar.
  - b) Dapat dipergunakan sebagai pemuliaan tanaman, seperti seleksi, kultur *anther* atau *polen*, kultur protoplas, dan fusi protoplas.
  - c) Dapat diperoleh tumbuhan yang bebas dari virus, karena menggunakan eksplan yang benar-benar bebas virus.
  - d) Metabolisme sekunder, yaitu sifat *totipotensi* yang tidak terbatas pada struktur, tetapi menyangkut kemampuan mensintesis bahan kimia alami.
  - e) Dipergunakan untuk pelestarian plasma nutfah.
- 4) Teknik penginderaan secara molekuler
  - 5) Kelengkapan rancang bangun suatu alat untuk menumbuhkan mikroba yang memungkinkan berlangsungnya suatu reaksi biologi.
  - 6) Teknik bayi tabung

Dengan penemuan teknik *laparoscopi*, memungkinkan sel sperma suami dan sel telur istri difertilisasikan dalam cawan petri atau dalam tabung (*invitro*). Karena pembuahan terjadi di luar, maka teknik ini disebut dengan fertilisasi *invitro* (dalam tabung). Hasil pembuahan tersebut, kemudian ditanamkan kembali ke dalam rahim istri, sehingga istri dapat mengandung dan melahirkan anak sebagaimana biasanya. Bayi yang diproses seperti tersebut dinamakan bayi tabung. Teknik ini pertama kalinya dikenalkan oleh Steptoe dan Edward dari Inggris pada tahun 1977. Teknik bayi tabung ini biasanya dilakukan jika pasangan suami istri dinyatakan secara medis dalam keadaan normal namun karena sesuatu hal sulit untuk terjadinya fertilisasi. Kesulitan tersebut bisa disebabkan tersumbatnya saluran tuba fallopii oleh sesuatu atau adanya antibodi sel benih suami.



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ Gambar 6.4 Anak sapi

7) Teknologi Hibridoma

Teknologi hibridoma adalah suatu cara untuk menyatukan dua sel dari jaringan-jaringan berbeda suatu organisme yang sama atau bahkan organisme yang berbeda, sehingga diperoleh satu sel tunggal (sel hibrid). Selanjutnya, sel hibrid dapat dikembangbiakan, sehingga diperoleh bertriliun-triliun sel, yang masing-masing mengandung satu set gen komplet dari dua sel aslinya. Sebagai contoh, salah satu dari dua sel yang asli mungkin berupa sel manusia. Sel tersebut khusus mensekresikan produk yang berguna seperti antibodi atau hormon. Hormon atau antibodi disekresikan dalam jumlah sangat sedikit, karena hasil produksi dikendalikan mekanisme pengaturan sel yang normal.

Jika sel tersebut dilebur dengan sel kanker (sel yang tidak memiliki pengendalian normal terhadap pertumbuhan dan sintesis protein), maka produksi hormon atau antibodi secara dramatis meningkat. Peristiwa peleburan dua sel seperti tersebut, menghasilkan sel hibrid dan dikenal sebagai hibridoma (*hibrid* = sel asli yang dicampur, *oma* = kanker). Tujuan teknik hibridoma adalah untuk menghasilkan antibodi dalam jumlah yang besar, sehingga dapat digunakan untuk diagnostik dan terapeutik. Selain itu, teknik ini merupakan jalan untuk menyilang atau memotong dalam spesies secara genetik pada sel eukariotik yang tidak dapat diselesaikan dengan cara peleburan gamet secara seksual. Secara umum sel-sel tidak melebur secara otomatis, sehingga ilmuwan berusaha merancang teknik laboratorium untuk menstimulir sel-sel tersebut berfusi atau bergabung.

8) Tanaman Transgenik

Tanaman transgenik merupakan jenis tanaman hasil rekayasa genetika. Teknik pembuatan jenis tanaman ini hampir sama dengan teknik pembuatan insulin. Biasanya dalam tanaman yang direkayasa tersebut dimasukkan beberapa sifat, seperti tahan hama, tahan gulma, mampu memproduksi protein tambahan, dan sebagainya. Berikut ini beberapa jenis tanaman transgenik beserta ciri-cirinya yang baru.



**Tabel 6.2. Jenis-Jenis Tanaman Transgenik**

No.	Nama jenis tanaman	Ciri-ciri yang baru
1	<i>Oilseed rape</i> (kanola)	– toleran terhadap herbisida, meningkatkan kandungan minyak sterilitas jantan, meningkatkan enzim <i>phytase</i>
2	Bit gula ( <i>Sugar beet</i> )	– toleran terhadap herbisida, resisten terhadap virus, dan perubahan metabolisme karbohidrat
3	Ubi jalar	– resisten terhadap hama, penyakit jamur, virus, nematoda, dan perubahan metabolisme
4	Tembakau	– resisten terhadap nematoda, perubahan pigmen, perubahan respon terhadap cahaya, perubahan respon fitokrom, sterilitas jantan
5	Jagung	– toleran terhadap herbisida
6	Gandum	– toleran terhadap herbisida, resisten terhadap penyakit jamur, perubahan metabolisme karbohidrat, dan peningkatan mutu roti ( <i>baking quality</i> )
7	Tomat	– pengendalian pemasakan buah
8	Bit pakan ternak	– toleran terhadap herbisida
9	Poplar	– perubahan kandungan <i>lignin</i>
10	Strawberi	– resisten terhadap hama
11	Apel	– resisten terhadap hama dan penyakit jamur
12	Chicory	– toleran terhadap herbisida
13	Eucalyptus	– toleran terhadap herbisida

Dirangkum dari berbagai sumber

### 3. Prinsip Dasar Bioteknologi

Sesuai dengan definisi dari bioteknologi itu sendiri, maka prinsip dasar dari bioteknologi adalah memanipulasi atau merekayasa bahan hayati dengan unsur teknologi untuk menghasilkan suatu produk atau jasa yang dapat dipergunakan bagi kebutuhan manusia.

#### B. Peran Bioteknologi pada Sains, Lingkungan, Teknologi, dan Masyarakat (Salingtemas)

Perkembangan bioteknologi tidak dapat dipisahkan dari perkembangan mikroorganisme. Salah satu contohnya, yaitu pada proses fermentasi yang dibantu keberadaan mikroorganisme. Mikroorganisme yang paling banyak berperan dalam proses fermentasi maupun pembusukan bahan makanan adalah bakteri dan jamur, yang terdiri atas kapang, khamir, dan virus.



Dalam beberapa hal pertumbuhan mikroorganisme pada bahan pangan yang menguntungkan sangat diharapkan, hal ini demi perbaikan mutu gizi, dan mutu daya cerna. Berikut ini, beberapa contoh peranan mikroorganisme dalam berbagai bidang kehidupan manusia yang bermanfaat sekaligus merupakan implikasi bioteknologi dalam bidang sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat (salingtemas).

### 1. Bidang Bahan Makanan

Dalam perkembangan tentang bahan makanan saat sekarang ini banyak dipengaruhi oleh bantuan mikroorganisme yang menguntungkan. Berdasarkan hasil percobaan, berikut ini ditampilkan tabel pemanfaatan mikroorganisme baik fermentasi substrat padat, hasil, dan mikrobanya.

Tabel 6.3. Mikroorganisme (mikroba) yang bermanfaat

No.	Substrat	Mikroorganisme	Hasil (Produk)	Keterangan
1	Jerami, serbuk kayu, kertas bekas	<i>Agaricus bisporus</i> , <i>Lentinus edodes</i> , <i>Volvariella volvacea</i>	Jamur	Eropa dan Asia
2	Ketan, singkong	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Endomyopsis sp</i> , ragi	Fermentasi	
3	Kedelai	<i>Rizhopus sp</i>	Kecap	
4	Kedelai	<i>Rhizopus oligosporus</i> , <i>Mucor sp</i>	Tempe	
5	Ampas kacang tanah	<i>Neurospora sitophila</i>	Oncom	Jawa Barat
6	Susu	<i>Penicillium sp</i>	Keju	
7	Bijih logam mutu rendah	<i>Thiobacillus sp</i>	Pencucian logam	
8	Gula, tebu, molase	<i>Aspergillus niger</i>	Asam organik	
9	Bahan organik campuran	<i>Actinomyces</i> , jamur, bakteri	Kompos	
10	Komponen limbah	<i>Protozoa</i> , bakteri, jamur	Perlakuan limbah	

Dirangkum dari berbagai sumber

#### Kegiatan

##### (Kecakapan Personal dan Kewirausahaan)

Buatlah tulisan atau artikel ilmiah tentang pembuatan produk makanan yang menggunakan bantuan mikroorganisme, khususnya yang berada dekat rumahmu.

Kumpulkan tugas tersebut kepada guru untuk diberikan tanggapan.

Selain tabel tentang manfaat mikroorganisme, berikut ini juga ditampilkan tabel tentang beberapa manfaat enzim hasil aktivitas dari mikroorganisme (mikroba) beserta pemanfaatannya.

**Tabel 6.4. Mikroorganisme, Enzim, dan Pemanfaatannya**

No.	Mikroorganisme	Enzim	Manfaat
1	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Alkohol dehidrogenase	Uji alkohol
2	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Bacillus subtilis</i>	Deamilase	Industri makanan Pabrik tenun
3	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus oryzae</i>	Amighlukosidase	Produksi gula dari sirup jagung
4	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Bacillus coagulans</i> , <i>Penicillium camemberti</i>	Asparaginase	Obat leukemia getah bening akut
5	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Penicillium vitale</i> , <i>Micrococcus lysodeiktikus</i>	Katalase	Pemisahan H <sub>2</sub> dalam banyak proses
6	<i>Trichoderma viride</i>	Selulase	Pembuatan sayuran yang didehidrase
7	<i>Bacillus coagulans</i> , <i>Streptomyces phaeochromogeus</i>	Glukosa isomerase	Produksi fruktosa dari buah-buahan
8	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus oryzae</i>	Pektinase	Fermentasi buah kopi Pengobatan alergi penisilin
9	<i>Bacillus subtilis</i>	Penisillinase	Produksi penisilin semisintesis
10	<i>Escherichia coli</i>	Penisilinasilase	
11	<i>Bacillus subtilis</i>	Protease	Pengempuk daging
12	<i>Aspergillus oryzae</i>	Protease (kapang)	Pelunak adonan roti
13	<i>Mucor sp</i>	Renin	Produksi keju

Dirangkum dari berbagai sumber

## 2. Bidang Kesehatan

Dalam bidang kesehatan, mikroorganisme banyak menghasilkan berbagai jenis antibiotika dan vaksin. Baik mikroorganisme yang termasuk kelompok bakteri, fungi, atau jamur. Berbagai kemajuan bioteknologi dalam bidang kesehatan telah mampu membantu kehidupan manusia, seperti contoh berikut ini.

- a. Di Jerman telah mampu memengaruhi proses pertumbuhan suatu mikroorganisme yang dapat menghasilkan senyawa kimia *cobaltaminea*, yaitu sejenis vitamin B<sub>12</sub> yang berperan dalam pembentukan darah.

- b. Di Jepang, kegiatan bioteknologi mampu menghasilkan enzim pencernaan yang diperlukan oleh penderita kencing manis (*diabetes melitus*).
- c. Penemuan vaksin cacar dari serum darah oleh Edward Jenner.
- d. Penemuan antibiotika pertama oleh Louis Pasteur dari jamur *Penicillium* sp. Antibiotika adalah bahan-bahan bersumber hayati yang pada kadar rendah mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Antibiotika tersebut sangat manjur untuk mengobati penyakit, khususnya penyakit yang diakibatkan perkembangan mikroorganisme.



Sumber : *Encarta Encyclopedia*

▲ Gambar 6.5 Hasil kloning pada anak sapi

Berikut ini beberapa contoh zat anti-biotika yang dihasilkan dari mikroorganisme.

- a. Penisilin, dihasilkan oleh *Penicillium notatum*, *P. chrysogenum*.
- b. Sefalosporin, diekskresikan oleh *Cephalosporin* (sejenis fungi).
- c. Streptomisin, dihasilkan oleh *Streptomyces griseus*.
- d. Kloromisetin atau kloromfenikol, dihasilkan oleh *Streptomyces venezuelae*.
- e. Tetrasiklin, dihasilkan oleh *Streptomyces aureofaciens*.

### 3. Bidang Pertanian

Dalam bidang pertanian, peranan mikroorganisme sangat penting. Hal ini mengingat telah terjadi hubungan antara tumbuhan dan hewan. Beberapa jenis bakteri yang tergolong parasit misalnya *Bdellovibrio bacteriovorus*, *Rickettsia*, *Chlamydia* merupakan obligat parasit. Mikroorganisme yang sering menyerang tanaman, antara lain *Ervinia*, *Corynebacterium*, *Pseudomonas*, *Ustilago*, dan *Puccinia*.

Pada beberapa jenis mikroorganisme yang bersifat patogen atau tidak menguntungkan tersebut, oleh seorang mikrobiolog Veteriner bersama dengan ahli patologi tumbuhan berupaya mencari jenis mikroorganisme lain yang mampu menghasilkan zat yang dapat menghentikan atau membunuh

mikroorganisme yang bersifat patogen tersebut. Dari beberapa uji coba, akhirnya ditemukan salah satu bakteri seperti *Bacillus thuringensis*. Hasil ekskresi dari bakteri ini dikembangkan dan dibuat menjadi pestisida. Selain itu, jenis bakteri *Bdellovibrio bacteriovorus*, yang bersifat parasit terhadap bakteri lain, juga digunakan sebagai penghasil pestisida.

#### 4. Bidang Lingkungan

Dampak perkembangan teknologi dan industri pada akhir abad 20-an memberi banyak kerugian, khususnya kerugian dalam lingkungan. Kerusakan lingkungan oleh pengolahan industri yang tidak bertanggung jawab menjadi akar permasalahan dalam kehidupan manusia. Banyak zat-zat berbahaya yang dibuang ke alam tanpa bertanggung jawab, seperti etanol, asam asetat, asam organik, butanol, dan aseton.

Oleh karena itu, perlu pengolahan air limbah dan pembuatan kompos. Peran mikroorganisme dalam dekomposisi dan detoksifikasi air selokan, akan membantu mengurangi pencemaran pada pembuangan limbah industri kimia. Untuk itu, upaya mengembangbiakkan mikroorganisme yang dapat mencerna limbah-limbah atau bahan pencemar lainnya selalu dilakukan.

#### TUGAS

##### (Berpikir Kritis dan Kreatif)

Buatlah prosedur dan teknis pengolahan limbah atau sampah sehingga menjadi sesuatu yang bermanfaat. Presentasikan hasil kerjamu di depan kelas.

#### 5. Bidang Industri

Dalam bidang industri peranan mikroorganisme dapat dijumpai pada teknologi pemisahan logam. Beberapa jenis bakteri ada yang dapat hidup pada logam, misalnya bakteri besi *Thiobacillus ferroxidans* yang mampu mengoksidasi besi (II) menjadi besi (III), dengan reaksi sebagai berikut.

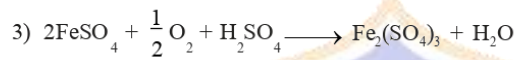
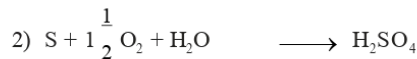
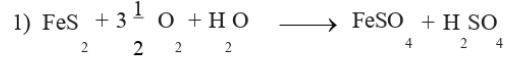


Bakteri tersebut mirip dengan *Thiobacillus thiooxidans* yang dapat mentoleransi nilai pH hingga 2,5 dengan mendapatkan energi dari senyawa-senyawa belerang dan ion-ion  $\text{Fe}^{2+}$ . Habitat bakteri ini di perairan yang asam dari bijih logam, terutama sulfida logam, seperti  $\text{FeS}_2$ .



Dengan proses oksidasi oleh bakteri dari senyawa-senyawa belerang tereduksi atau belerang unsur menjadi asam sulfat dari  $\text{Fe}^{3+}$ , maupun oleh oksidasi secara kimia logam berat yang tidak larut menjadi sulfat logam, maka bakteri yang berada dalam bijih besi mampu memisah dari bijih besinya.

Sebagai contoh:



Bakteri juga dapat melakukan penyediaan asam belerang pada pemisahan bijih logam yang dilakukan oleh dua macam bakteri tersebut di atas. Selain bijih besi yang dipisahkan, juga bisa tembaga (Cu), seng (Zn), kobalt (Co), emas (Au), dan uranium. Contoh bakteri lain yang dapat dimanfaatkan dalam bioteknologi sebagai berikut.

- Gallinella ferruginea*, mampu mengoksidasi  $\text{Fe}^{2+}$  menjadi  $\text{Fe}^{3+}$ , yang hidup di lapisan besi oksidasi pada air buangan.
- Leptothrix ochracea*, mampu mengoksidasi  $\text{Fe}^{2+}$  menjadi  $\text{Fe}^{3+}$ , yang hidup di lapisan besi oksidasi pada air buangan.
- Leptothrix discopharus*, mampu mengoksidasi  $\text{Mn}^{2+}$  menjadi  $\text{Mn}^{4+}$ .

## C. Implikasi Bioteknologi

### 1. Pengembangan Bioteknologi

Dalam perkembangan bioteknologi, makhluk hidup memiliki potensi untuk digunakan sebagai donor gen ataupun penerima gen dalam rekayasa genetik, tergantung pada produk yang akan dibuat. Salah satu contohnya, di bidang peternakan dikembangkan teknik-teknik yang secara komersial menguntungkan, misalnya teknik embrio transfer pada sapi, domba, kambing, dan babi. Teknik ini dikembangkan secara menyeluruh dari cara seleksi donor, perangsangan superovulasi, koleksi embrio, evaluasi embrio, seleksi resipien, dan teknik mentransfer embrio.



*In vitro fertilization* (IVF) dan *oocyte maturation* juga dikembangkan dan berhasil dengan baik pada hewan atau manusia. Pada hewan ternak kombinasi antara IVF dan embrio transfer merupakan teknik yang menarik. Kedua teknik ini memungkinkan hewan dapat memberikan keuntungan sebagai donor terus-menerus, menyuplai banyak *oocyte* untuk meningkatkan mutu, dan melipatgandaan hewan produksi. Seperti contoh hewan yang berhasil dikembangkan dengan jalan kloning, yaitu domba dolly, ikan karper, kera NETI (*Nuclear Embryo Transfer Infant*) dan ditto, kucing, sapi, dan sebagainya. Dalam bidang pertanian, lahirmya tanaman transgenik seperti telah diuraikan pada halaman sebelumnya.

## 2. Bioteknologi dan Hak atas Kekayaan Intelektual (Haki)

Perkembangan bioteknologi yang makin pesat, berdampak pada pengadaan proyek dalam skala besar. Terkait dengan hal tersebut maka ada alasan ekonomi untuk melakukan berbagai upaya pengadaan suatu produk bioteknologi. Untuk itu, kepemilikan adanya HAKI (*Hak Atas Kepemilikan Intelektual*) mutlak harus dipunyai seorang ilmuwan atau penemu suatu keilmuan, khususnya dalam bidang bioteknologi. Penemuan-penemuan baru yang dimiliki tersebut dilindungi. Secara hukum ada kesepakatan internasional yang mengaturnya yaitu *Convention on Biological Diversity* dan *World Trade Organization*.

Saat sekarang, gen atau bagian gen, bahkan gen manusia telah dipatenkan. Pada tahun 1997, kurang lebih 1.100 gen telah dipatenkan. Perlindungan paten ini telah menjadi bagian dari kesepakatan internasional.

## 3. Bioteknologi dan Keamanan Hayati (*Biosafety*)

Untuk menjaga dampak negatif dari pengembangan bioteknologi, di tingkat internasional telah diakui dan ditandatangani sebuah konvensi yang mengikat secara hukum, yaitu Konvensi Keanekaragaman Hayati (*Convention on Biological Diversity*, 1992) yang tidak ikut ditandatangani oleh Amerika Serikat. Indonesia telah meratifikasinya sebagai Undang-Undang No. 5 Tahun 1994. Sebagai tindak lanjut konvensi tersebut, telah disepakati pula *Cartagena Protocol on Biosafety* (Protokol Cartagena tentang Pengamanan Hayati).

Protokol ini menyinggung tentang prosedur transportasi produk bioteknologi antarnegara, yang memperkuat adanya kemungkinan bahaya dampak merugikan terhadap keanekaragaman hayati dan ekosistem, juga terhadap kesehatan manusia. Dalam protokol tersebut juga diakui sebagian kedaulatan, yaitu potensi dampak ekonomi, sosial, budaya, dan pengetahuan tradisional (*indigenous knowledge*).

Dampak negatif terhadap keanekaragaman hayati dikarenakan adanya potensi transfer gen (*horizontal and vertical gene flow*) ke tanaman sekerabat dekat. Selain itu, pengklonan akan menyebabkan keanekaragaman genetik yang merugikan populasi terhadap kesehatan manusia, ada kemungkinan produk gen asing seperti gen *cry* dari *Bacillus thuringiensis* maupun *Bacillus sphaericus* untuk menimbulkan reaksi alergi pada tubuh manusia. Perlu dicermati pula, insersi atau penyisipan gen asing ke gen inang dapat menimbulkan interaksi antara gen asing dan gen-gen inang sehingga menghasilkan perubahan sifat yang tidak diinginkan.

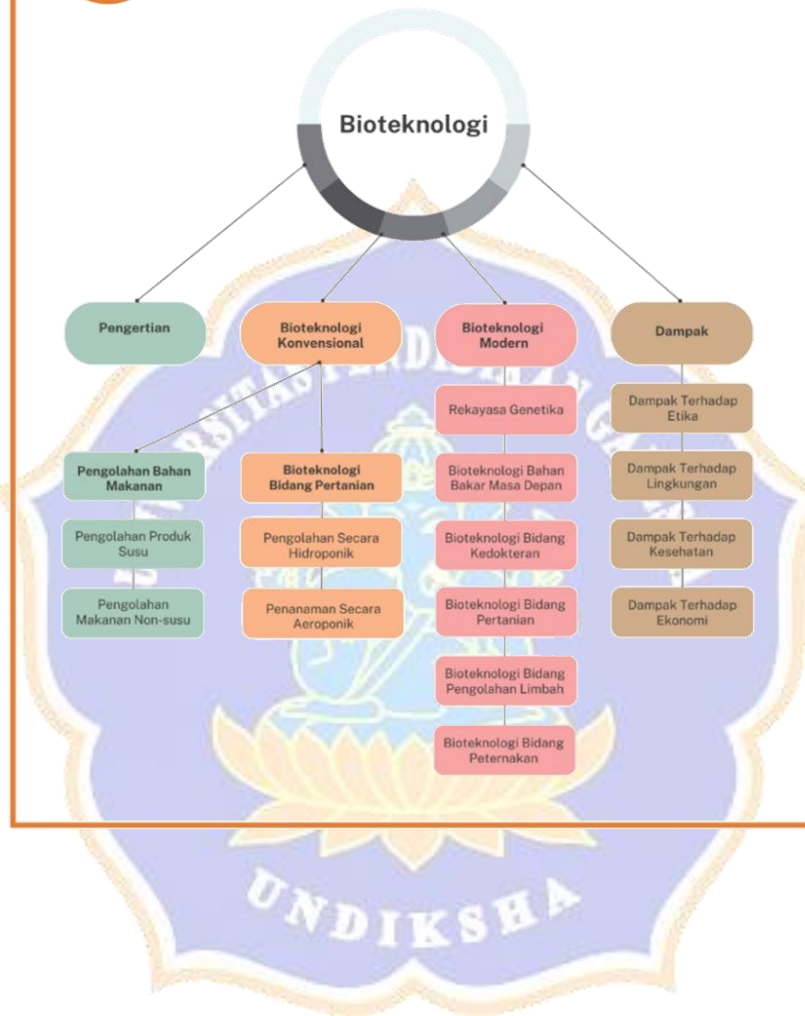
## RANGKUMAN

1. Bioteknologi merupakan suatu bentuk interaksi antara biologi dengan teknologi yang mencakup semua jenis produksi melalui proses transformasi biologis.
2. Bioteknologi dalam arti konvensional adalah teknologi yang menggunakan bahan hayati atau sejenisnya guna menghasilkan barang atau jasa dalam skala industri sebagai pemenuhan kebutuhan manusia.
3. Bioteknologi dalam arti modern adalah teknologi yang menggunakan bahan hayati yang telah direkayasa secara *in vitro* guna menghasilkan barang atau jasa dalam skala industri sebagai pemenuhan kebutuhan manusia.
4. Perkembangan bioteknologi dikelompokkan menjadi empat bagian, yaitu: a) perkembangan bahan makanan; b) perkembangan di bawah kondisi nonsteril; c) perkembangan di bawah kondisi steril; dan d) perkembangan pada keilmuan baru.
5. Perkembangan bioteknologi pada keilmuan baru meliputi: penelitian tentang enzim, rekayasa genetika, kultur jaringan, penginderaan molekuler, rancang bangun alat mikroba, bayi tabung, tanaman transgenik, dan hibridoma.
6. Peran bioteknologi dalam bidang sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat (salingtemas) hakikatnya adalah peran rekayasa mikroorganisme dalam bidang bahan makanan, kesehatan, pertanian, lingkungan, dan industri.





### Peta Konsep



## LEMBAR KERJA 1 “BIOTEKNOLOGI”



### Tujuan Pembelajaran

Melalui studi literatur peserta didik mampu menjelaskan definisi dan macam-macam bioteknologi.



### Literasi Etnosains

#### Tape Ketan Khas Galungan



Gambar 1. Tape Ketan dan Jaje Uli Khas Galungan

Hari raya Galungan adalah perayaan besar umat Hindu di Bali. Hari raya Galungan memiliki serangkaian acara yang panjang sekali, salah satunya hari *penapean*. Pada hari *penapean* umat Hindu di Bali biasanya melakukan aktivitas membuat *tape* yang terbuat dari ketan atau *injin*. *Tape* ini dibuat dengan cara fermentasi menggunakan ragi yang didiamkan selama tiga hari. Selain sebagai sesajen, *tape ketan* juga dapat disantap. *Tape ketan* memiliki rasa yang manis dan sedikit asam. *Tape ketan* biasanya dinikmati dengan *jaje uli* yang juga dibuat dari ketan.



### Ayo Mengamati!

*Tape ketan* merupakan salah satu produk bioteknologi konvensional. Proses pembuatan *tape ketan* dapat disimak pada channel YouTube Pipilan Kitchen dengan judul “Cara Membuat Jaje Uli & Tape Ketan Khas Bali”. Scanlah QR kode di samping untuk mengakses link YouTube Pipilan Kitchen!

Apa itu bioteknologi? Mengapa *tape ketan* dapat dikatakan sebagai produk bioteknologi konvensional?



Tulislah informasi penting yang Ananda peroleh dari bacaan dan video di atas dengan mengacu pada tujuan pembelajaran pada kolom di bawah ini!





**Ayo Menanya!**

Tulislah pertanyaan berdasarkan informasi penting yang Ananda peroleh!



**Ayo Berhipotesis!**

Tuliskanlah jawaban sementara mengenai pertanyaan di atas sesuai dengan pemahaman yang Ananda miliki!



### Ayo Merancang!

Rancanglah metode penyelidikan sederhana untuk menjawab pertanyaan yang telah Ananda buat!



### Ayo Menyelidiki!

Lakukanlah penyelidikan yang telah Ananda rancang dan tuliskanlah hasil penyelidikan yang dilakukan!



#### Ayo Menganalisis!

Analisislah data hasil penyelidikan yang Ananda peroleh! Tuliskan simpulan hasil penyelidikan yang dilakukan!



#### Ayo Mengevaluasi!

Evaluasilah kekurangan dan kelebihan simpulan yang telah Ananda buat!



### Ayo Refleksi!

Setelah mempelajari subbab ini ayo Ananda melakukan refleksi. Kerjakanlah evaluasi diri berupa pertanyaan terbuka berikut. Jawablah dengan jujur dan bertanggung jawab pada kolom yang telah disediakan!

1. Setelah mempelajari subbab ini apakah Ananda sudah mampu menjelaskan pengertian bioteknologi? Berikan alasannya.
2. Bagian apakah yang paling menarik pada subbab ini? Deskripsikan jawaban Ananda beserta alasannya.
3. Kendala apakah yang Ananda jumpai saat mempelajari subbab ini? Tuliskan juga alasannya.

#### Hasil Refleksi:





**Ayo Berlatih!**

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan kritis dan sesuai dengan konsep yang Ananda dapatkan!

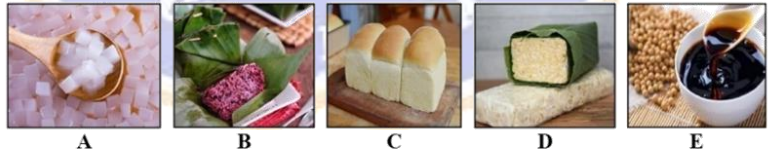
1. Hubungkan dengan garis istilah berikut dengan pengertian yang tepat pada kotak di sebelah kanan!

Bioteknologi Konvensional	Penggunaan organisme atau bagian dari organisme untuk membuat suatu produk atau jasa, sehingga dapat mensejahterakan manusia.
Bioteknologi Modern	Bioteknologi yang memanfaatkan secara langsung mikroorganisme seperti bakteri maupun jamur secara langsung, enzim yang dihasilkan organisme, dan melibatkan proses fermentasi untuk menghasilkan produk atau jasa.
Bioteknologi	Bioteknologi yang menggunakan prinsip biokimia, biomolekular, dan rekayasa genetika.

2. Lengkapilah tabel perbedaan antara bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern berikut ini dengan memberi tanda (√)!

Perbedaan	Bioteknologi Konvensional	Bioteknologi Modern
Memanfaatkan mikroorganisme secara langsung		
Menggunakan teknik rekayasa genetika		
Melibatkan proses fermentasi		
Melibatkan prinsip biokimia dan biologi molekular		
Memerlukan biaya yang mahal		
Menggunakan teknologi sederhana		

3. Perhatikan gambar-gambar di bawah ini!





Lengkapilah tabel di bawah ini berdasarkan gambar di atas!

Gambar	Nama Produk	Mikroorganisme Pendukung	Bahan Dasar
A			
B			
C			
D			
E			

4. Centanglah jawaban yang sesuai dengan pernyataan!

**Pernyataan:** "Bioteknologi modern di bidang Kesehatan!"

Vaksin

Antibiotik

Fermentasi susu

Insulin

5. *Brem* adalah minuman fermentasi khas Bali. Pada zaman dulu, *brem* sering digunakan saat upacara umat Hindu di Bali yaitu sebagai pengganti darah dalam upacara *Tabuh Rah*. Akan tetapi kini fungsinya mulai meluas, yaitu sebagai minuman ucapan selamat datang kepada wisatawan yang berkunjung serta bisa dijadikan oleh-oleh. Carilah informasi tentang tata cara pembuatan dan mikroorganisme pendukung dalam proses pembuatan *brem*! Tulislah hasil temuan Anda pada kolom di bawah ini!





Umpan Balik dari Guru

**MONITORING**

Tanggal Pemberian Tugas : \_\_\_\_\_  
Tanggal Penilaian : \_\_\_\_\_  
Jumlah Nilai : \_\_\_\_\_  
Nama/Paraf Guru : \_\_\_\_\_



## LEMBAR KERJA 2 “PERAN BIOTEKNOLOGI”



### Tujuan Pembelajaran

Melalui studi literatur peserta didik dapat menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional, atau global terkait inovasi bioteknologi.



### Literasi Etnosains

#### Nasi Hari Raya Kuningan

Hari raya Kuningan merupakan hari raya yang diselenggarakan oleh umat Hindu di Bali yang jatuh setiap enam bulan sekali. Kata *Kuningan* berasal dari kata *kuning* yang selain artinya merujuk kepada warna kuning, juga mengandung arti *amerta* atau kemakmuran. Selain itu, Kuningan juga bisa berarti *keuningan* dalam bahasa Bali, yang memiliki makna kepradnyanan atau kepandaian.

Saat *Kuningan*, umat Hindu akan menghaturkan atau mempersembahkan sesajen yang dihiasi warna serba kuning salah satunya adalah nasi kuning. Nasi kuning dibuat dengan mencampurkan beras dengan kunyit sebagai pewarna kuning. Dewasa ini dengan perkembangan bioteknologi di bidang pangan nasi kuning bisa langsung dibuat (tanpa proses pewarnaan) dengan memanfaatkan berang emas yang berwarna kuning.



Gambar 1. Sesajen Menggunakan Nasi Kuning



### Ayo Mengamati!

Bacalah teks tentang beras emas di bawah ini!

Seiring meningkatnya perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan, muncul berbagai inovasi di bidang pangan. Salah satunya adalah kemunculan *golden rice* alias beras emas. Beras ini merupakan varietas padi hasil teknologi rekayasa genetika. Wujud padi dari beras ini juga unik, warnanya kuning mencolok berbeda dengan padi pada umumnya. Selain itu, beras ini kaya akan kandungan beta karoten atau pro vitamin A. Pro vitamin A nantinya akan diubah menjadi vitamin A di dalam tubuh.



Gambar 2. Beras Emas

Gagasan diproduksinya *golden rice* sendiri dilatarbelakangi banyaknya kasus kekurangan vitamin A di lebih dari 20 negara yang tersebar di Asia, Afrika, dan Amerika Latin. Berdasarkan analisis WHO, diperkirakan ada 250.000-500.000 anak yang menderita defisiensi vitamin A mengalami kebutaan setiap tahunnya. Vitamin A berperan penting dalam menunjang kesehatan mata, kekebalan tubuh, pertumbuhan tulang, dan reproduksi. Kekurangan vitamin A selain dapat menurunkan daya penglihatan juga dapat menyebabkan kematian karena mengurangi kemampuan tubuh dalam menghadapi infeksi.

Sumber: <https://www.idntimes.com/science/discovery/abinaya-1/fakta-golden-rice-c1c2?page=all>

Tulislah informasi penting yang Ananda peroleh dari bacaan di atas dengan mengacu pada tujuan pembelajaran!



**Ayo Menanya!**

Tulislah pertanyaan berdasarkan informasi penting yang Ananda peroleh!



**Ayo Berhipotesis!**

Tuliskanlah jawaban sementara mengenai pertanyaan di atas sesuai dengan pemahaman yang Ananda miliki!



**Ayo Merancang!**

Rancanglah metode penyelidikan sederhana untuk menjawab pertanyaan yang telah Ananda buat!





#### Ayo Menyelidiki!

Lakukanlah penyelidikan yang telah Ananda rancang dan tuliskanlah hasil penyelidikan yang dilakukan!

A large, semi-transparent watermark of the logo of Universitas Pendidikan Ganesha (UNDIKSHA) is centered on the page. The logo consists of a blue figure with four arms, seated on a lotus flower, with the text 'UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA' arched above and 'UNDIKSHA' below.



#### Ayo Menganalisis!

Analisislah data hasil penyelidikan yang Ananda peroleh! Tuliskan simpulan hasil penyelidikan yang dilakukan!



### Ayo Mengevaluasi!

Evaluasilah kekurangan dan kelebihan dari simpulan yang telah Ananda susun!



### Ayo Refleksi!

Setelah mempelajari subbab ini ayo Ananda melakukan refleksi. Kerjakanlah evaluasi diri berupa pertanyaan terbuka berikut. Jawablah dengan jujur dan bertanggung jawab pada kolom yang telah disediakan!

1. Setelah mempelajari subbab ini apakah Ananda sudah mampu memahami peranan bioteknologi dalam kehidupan? Berikan alasannya.
2. Bagian apakah yang paling menarik pada subbab ini? Deskripsikan jawaban Ananda beserta alasannya.
3. Kendala apakah yang Ananda jumpai saat mempelajari subbab ini? Tuliskan juga alasannya.

**Hasil Refleksi:**



Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan kritis dan sesuai dengan konsep yang Ananda dapatkan!

1. Bacalah penggalan berita di bawah ini!

#### Tumpahan Minyak KM Dharma Rucitra Cemari Perairan Padangbai

**KARANGASEM, iNews.id**-Tumpahan minyak mencemari perairan di sekitar Pelabuhan Padangbai, Karangasem, Bali. Minyak tersebut merupakan bahan bakar minyak (BBM) KM Dharma Rucitra dan puluhan kendaraan yang terjebak dalam kapal. Untuk mengatasi tumpahan minyak tersebut, pengelola Pelabuhan Padangbai telah meminta bantuan kapal *tugboat* Pertamina. Kapal Pertamina menyemprotkan cairan yang bisa mengikat tumpahan minyak agar tak meluas.

Sumber: Tumpahan Minyak KM Dharma Rucitra Cemari Perairan Padangbai (iNews.id)



**Gambar 3.** Tumpahan minyak dari KM Dharma Rucitra yang kandas mencemari Pelabuhan Padangbai, Bali.

- Apa permasalahan yang terdapat dalam berita di atas?
- Mengapa tumpahan minyak di laut harus segera di atasi?
- Tulislah cara mengatasi tumpahan minyak di laut dengan menggunakan prinsip bioteknologi!

2. Bacalah bacaan di bawah ini!

Pura Besakih merupakan pura terbesar di Bali. Tidak heran jika banyak umat Hindu melakukan persembahyangan di Pura tersebut. Pada saat melakukan persembahyangan tentunya umat menghaturkan sarana upakara seperti banten dan canang. Sisa sarana upakara umat yang melakukan persembahyangan lambat laun menjadi masalah lingkungan. Sugianti dan Trihadiningrum pada tahun 2008 melakukan penelitian terkait sampah yang dihasilkan dari sisa upakara di Pura Besakih. Penelitian mereka menunjukkan timbulan sampah rata-rata di Pura Besakih mencapai 5,06 m<sup>3</sup>/hari dan saat hari upacara keagamaan, timbulan sampah meningkat hingga 46,71 m<sup>3</sup>/hari). Sebesar 79,13% merupakan sampah organik dan sisanya adalah sampah lainnya, seperti plastik, kaleng dan kertas.



**Gambar 4.** Sampah Bekas Upakara di Pura Besakih

- Apa permasalahan dalam bacaan di atas?
- Rancanglah sebuah solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan menggunakan prinsip bioteknologi!



Umpan Balik dari Guru

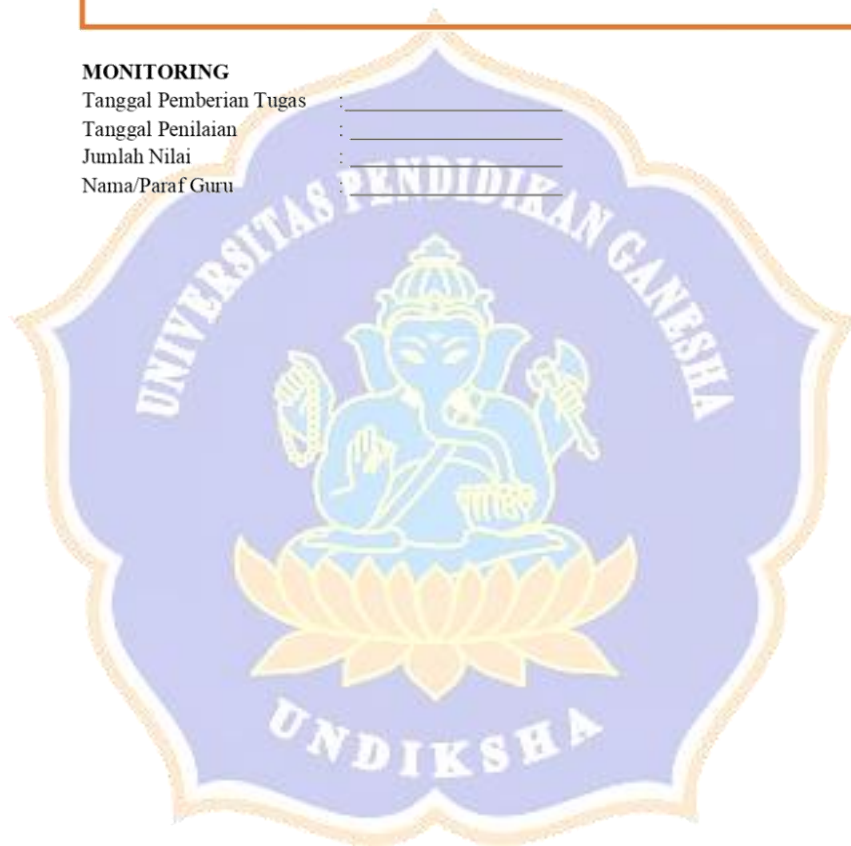
**MONITORING**

Tanggal Pemberian Tugas : \_\_\_\_\_

Tanggal Penilaian : \_\_\_\_\_

Jumlah Nilai : \_\_\_\_\_

Nama/Paraf Guru : \_\_\_\_\_



## LKPD Kelas Kontrol

### LKPD PEMBUATAN TAPE KETAN PRAKTEK BIOLOGI KELAS X

Nama : Kelompok 3  
Kelas : ~~...~~ X.6  
No.Absen : 26, 29, 10, 33, 19

#### A.Landasan teori.

Beberapa bahan pangan hasil nabati mudah mengalami kerusakan, untuk itu bahan pangan diolah untuk menambah daya simpan. Fermentasi merupakan salah satu metode pengolahan dan pengawetan bahan pangan. Salah satu produk pangan yang difermentasi yaitu tape.

#### B.Tujuan

Memahami cara membuat produk bioteknologi konvensional dengan fermentasi pada proses pembuatan tape beras ketan.

#### C.Alat dan Bahan

##### 1.Alat

- Dandang/kukusan
- Panci
- Pengaduk
- Cobek/parutan
- Nampan/tampah
- Kompor
- Daun pisang atau plastik

##### 2.Bahan

- Beras ketan 1 kg
- Ragi Tape
- Air Bersih
- Daun Katuk/Daun Suji

#### D.Cara Kerja Pembuatan Tape Ketan

1. Cuci bersih semua peralatan yang akan digunakan, lalu keringkan.
2. Cuci bersih beras ketan, buang beras ketan yang terapung.
3. Rendam ketan ± 3 jam, lalu angkat beras ketan tersebut lalu bilas hingga bersih.
4. Kukus ketan seperti memasak nasi selama ± 20 menit hingga masak (karon).  
Jika ingin tape ketan berwarna hijau, maka tambahkan pewarna hijau alami (daun katuk/daun suji) pada air untuk memasak.

*Konulda → belum ada rumus nilai sebelum  
masuk.*



5. Letakkan ketan yang sudah masak pada nampan yang dialasi dengan daun pisang/ plastik bersih. Biarkan ketan yang berada dinampan hingga benar-benar dingin.
6. Tumbuh halus ragi tape.
7. Taburi ketan dengan ragi tape dan aduk hingga rata.
8. Masukkan ketan yang sudah diberi ragi kedalam daun pisang, kemudian lipat dengan rapat dan rapih.
9. Pindahkan ketan kedalam panci /baskom plastik kemudian tutup dengan rapathingga cahaya tidak dapat masuk.10.Letakkan panci/baskom plastik di tempat yang tidak terkena cahaya matahari.11.Simpan selama 2-3 hari.

#### E. Tabel Pengamatan

Hal Yang Diamati	Sebelum Fermentasi	Sesudah Fermentasi
Tekstur Ketan	Agak Keras	lebih lunak dan lembek
Air	tidak berair	berair
Aroma	avomo tidak mengengat	aroma lebih mengengat + lebih uangi
Rasa	hambar, sedikit manis	lebih tajam dan manis

#### F. Pertanyaan

1. Apa yang dimaksud dengan proses fermentasi?
2. Mengapa pemberian ragi tape dilakukan dalam keadaan ketan sudah dingin?
3. Mengapa dalam proses fermentasi ragi dalam pembuatan tape harus ditutup rapat?
4. Tuliskan mikroorganismenya apa yang digunakan dalam pembuatan tape dan apafungsinya?

#### G. Kesimpulan

(Sesuai hasil pengamatan)

*Dapat disimpulkan bahwa proses fermentasi adalah proses perubahan yang dihasilkan oleh mikroorganismenya. Proses fermentasi memerlukan bantuan dari mikroorganismenya. Dalam pembuatan tape, fermentasi dibantu oleh ragi tape. Proses tape berjalan dengan baik apabila memenuhi syarat yang baik.*

#### H. Lampiran

Foto selama kegiatan praktikum



*H 2863/2028*

Lampiran 3. Penilaian Ranah Sikap

1) LEMBAR OBSERVASI

No	Aspek yang dinilai	Teknik penilaian	Waktu penilaian	Instrument
1	Kreatif	Pengamatan	Proses dan tugas	Lembar observasi
2	Kerja sama	Pengamatan	Proses dan tugas	Lembar observasi
3	Mandiri	Pengamatan	Tugas	Lembar observasi
4	Bernalar Kritis	Pengamatan	Proses	Lembar observasi

No.	Nama Peserta Didik	Aspek Sikap yang dinilai				Jumlah Skor	Skor Sikap	Kode Nilai
		Kreatif	Kerja sama	Mandiri	Bernalar Kritis			
1	Made							
2								
3								

RUBRIK PENILAIAN SIKAP

ASPEK	INDIKATOR	NILAI
Kreatif	Peserta didik memiliki rasa ingin tahu	25
	Peserta didik tertarik dalam mengerjakan tugas	25
	Peserta didik berani dalam mengambil resiko	25
	Peserta didik tidak mudah putus asa	25
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>
Kerja sama	Peserta didik terlibat aktif dalam bekerja kelompok	25
	Peserta didik bersedia melaksanakan tugas sesuai kesepakatan	25
	Peserta didik bersedia membantu temannya dalam satu kelompok yang mengalami kesulitan	25
	Peserta didik menghargai hasil kerja anggota kelompok	25
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>
Mandiri	Peserta didik mampu memecahkan masalah	25
	Peserta didik tidak lari atau menghindari masalah	25
	Peserta didik mampu mengambil keputusan	25
	Peserta didik bertanggung jawab	25
Bernalar Kritis	Peserta didik mampu merumuskan pokok-pokok permasalahan	25
	Peserta didik mampu mengungkapkan fakta yang dibutuhkan dalam menyelesaikan suatu masalah	25
	Peserta didik mampu memilih argumen logis, relevan, dan akurat	25
	Peserta didik dapat mempertimbangkan kredibilitas (kepercayaan) sumber informasi yang diperoleh.	25
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>
<b>SKOR TOTAL</b>		<b>400</b>

CATATAN :

Kode nilai / predikat :

75,01 – 100,00 = Sangat Baik (SB)  
 50,01 – 75,00 = Baik (B)  
 25,01 – 50,00 = Cukup (C)  
 00,00 – 25,00 = Kurang (K)

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor Total}} \times 100$$

## 2) LEMBAR PENILAIAN DIRI

Penilaian tetap bersifat objektif, maka guru hendaknya menjelaskan terlebih dahulu tujuan dari penilaian diri ini, menentukan kompetensi yang akan dinilai, kemudian menentukan kriteria penilaian yang akan digunakan, dan merumuskan format penilaiannya. Jadi, singkatnya format penilaiannya disiapkan oleh guru terlebih dahulu.

No	Pernyataan	Ya	Tidak	Jumlah Skor	Skor Sikap	Kode Nilai
1	Selama diskusi, saya ikut serta mengusulkan ide / gagasan.	100				
2	Ketika kami berdiskusi, setiap anggota mendapatkan kesempatan untuk berbicara.	100		250	83,33	SB
3	Saya ikut serta dalam membuat kesimpulan hasil diskusi kelompok.		50			

CATATAN :

- Skor penilaian Ya = 100 dan Tidak = 50
- Skor maksimal = jumlah pernyataan dikalikan jumlah kriteria = 3 x 100 = 300
- Skor sikap = (jumlah skor dibagi skor maksimal dikali 100) = (250 : 300) x 100 = 83,33
- Kode nilai / predikat :  
 75,01 – 100,00 = Sangat Baik (SB)  
 50,01 – 75,00 = Baik (B)  
 25,01 – 50,00 = Cukup (C)  
 00,00 – 25,00 = Kurang (K)

## 3) LEMBAR PENILAIAN TEMAN SEBAYA

Penilaian ini dilakukan dengan meminta peserta didik untuk menilai temannya sendiri. Sama halnya dengan penilaian hendaknya guru telah menjelaskan maksud dan tujuan penilaian, membuat kriteria penilaian, dan juga menentukan format penilaiannya.

Nama teman yang diamati : \_\_\_\_\_  
 Pengamat : \_\_\_\_\_

No	Pernyataan	Ya	Tidak	Jumlah Skor	Skor Sikap	Kode Nilai
1	Mau menerima pendapat teman.	100		350	87,5	SB
2	Memberikan solusi terhadap permasalahan.	100				
3	Memaksakan pendapat sendiri kepada anggota kelompok.	50				
4	Marah saat diberi kritik.		100			

**CATATAN :**

- Skor penilaian Ya = 100 dan Tidak = 50 untuk pernyataan yang positif, sedangkan untuk pernyataan yang negatif, Ya = 50 dan Tidak = 100
- Skor maksimal = jumlah pernyataan dikalikan jumlah kriteria =  $(3 \times 100) + (1 \times 50) = 350$
- Skor sikap =  $(\text{jumlah skor dibagi skor maksimal dikali } 100) = (350 : 400) \times 100 = 87,5$
- Kode nilai / predikat :
  - 75,01 – 100,00 = Sangat Baik (SB)
  - 50,01 – 75,00 = Baik (B)
  - 25,01 – 50,00 = Cukup (C)
  - 00,00 – 25,00 = Kurang (K)



Lampiran 4. Penilaian Ranah Keterampilan

**RUBRIK PENILAIAN UNJUK KERJA**

**Instrumen Kinerja Melakukan Praktik**

No.	Aspek yang dinilai	Penilaian		
		1	2	3
1	Persiapan alat dan bahan			
2	Pengamatan			
3	Data yang diperoleh			
4	Kesimpulan			

**Rubrik**

Aspek yang dinilai	Penilaian		
	1	2	3
Persiapan alat dan bahan	Alat dan bahan yang dipersiapkan tidak benar	Alat atau bahan yang dipersiapkan benar.	Alat dan bahan yang dipersiapkan benar.
Pengamatan	Pengamatan tidak cermat	Pengamatan cermat, tetapi mengandung interpretasi	Pengamatan cermat dan bebas interpretasi
Data yang diperoleh	Data tidak lengkap	Data lengkap, tetapi tidak terorganisir, atau ada yang salah tulis	Data lengkap, terorganisir, dan ditulis dengan benar
Kesimpulan	Tidak benar atau tidak sesuai tujuan	Sebagian kesimpulan ada yang salah atau tidak sesuai tujuan	Semua benar atau sesuai tujuan

**SKOR TOTAL SEMUA ASPEK = 12**

**KRITERIA PENILAIAN (SKOR)**

100 = Sangat Baik

75 = Baik

50 = Kurang Baik

25 = Tidak Baik

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor Total}} \times 100$$



Lampiran 5. Lembar Penilaian Ranah Kognitif

**KISI-KISI TES HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK**

**MATERI : BIOTEKNOLOGI**

Jejaring Sekolah : SMA  
Mata Pelajaran : IPA  
Tahun Pelajaran : 2022/2023

Alokasi Waktu : 1 x 45 menit  
Jumlah Soal : 20 Soal Pilihan Ganda

Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Kunci Jawaban	
Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal atau global dari pemahamannya tentang keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, penerapan bioteknologi, komponen ekosistem dan interaksi antar komponen serta perubahan lingkungan.	Peserta didik mampu menjelaskan definisi dan macam-macam bioteknologi.	Siswa dapat membedakan bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern	C2	1 2 3	A A D	
		Siswa dapat menganalisis prinsip bioteknologi	C4	6 15	A A	
		Siswa dapat menentukan mikroorganisme yang berperan dalam proses pembuatan produk bioteknologi	C3	4 5	A C	
	Siswa dapat menganalisis proses yang terjadi dalam pembuatan produk bioteknologi		Siswa dapat menganalisis kelebihan dan kekurangan produk bioteknologi	C4	7 8 9 16	B B D C
			Siswa dapat menyimpulkan penyebab gagalnya pembuatan suatu produk bioteknologi	C4	17 18 19	D B E
			Siswa dapat menyimpulkan penyebab gagalnya pembuatan suatu produk bioteknologi	C5	10 11	C B

	Peserta didik dapat menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional, atau global terkait inovasi bioteknologi.	Siswa dapat menciptakan gagasan untuk mencegah dampak negatif bioteknologi	C6	20	E
		Siswa dapat menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional, atau global menggunakan prinsip bioteknologi.	C6	12 13 14	B B B



**SOAL**  
**TES HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK**  
Materi : Bioteknologi

1. Perhatikan tabel berikut ini!

No.	Faktor Pembeda	Bioteknologi Konvensional	Bioteknologi Modern
1.	Peralatan dan teknologi yang digunakan	Peralatan dan metode masih sederhana, contohnya menggunakan wadah biasa.	Peralatan dan teknologi yang canggih dan modern, contohnya bioreactor dan lain-lain.
2.	Biaya produksi	Relatif lebih mahal	Relatif lebih murah
3.	Produk yang dihasilkan	Sedikit (terbatas) dengan kualitas yang belum terjamin	Banyak dengan waktu yang relative cepat dan kualitas terjamin
4.	Cara pemanfaatan	Tidak menggunakan mikroorganisme langsung	Menggunakan produk kimia
5.	Pelaku	Setiap orang dengan ilmu yang didapat secara turun temurun	Profesional yang memiliki dasar keilmuan tertentu
6.	Contoh produk	Tanaman transgenik, antibody monoklonal	Keju, tempe, wine, yoghurt

- A. 1, 3, dan 5
- B. 2, 3, dan 5
- C. 2, 4, dan 6
- D. 3, 4, dan 5
- E. 1, 2, dan 3

2. Berikut ini adalah bagian dari bioteknologi.

- 1) Pembuatan arak
- 2) Pembuatan brem
- 3) Pembuatan beras emas
- 4) Pembuatan insulin
- 5) Pembuatan urutan

Yang tergolong bioteknologi konvensional adalah...

- A. 1), 2), 5)
- B. 2), 5), 3)
- C. 1), 2), 3)
- D. 3), 4), 5)
- E. 2), 3), 4)

3. Berbagai contoh produk bioteknologi.

- 1) Arak
- 2) Domba kloning
- 3) Hormon interferon
- 4) Tape ketan
- 5) Antibodi monoklonal

Produk bioteknologi modern adalah...

- A. 1), 2) dan 3
- B. 1), 3) dan 4
- C. 2), 3) dan 4
- D. 2), 3) dan 5
- E. 3), 4) dan 5

4. Perhatikan gambar di bawah ini!



Brem adalah minuman fermentasi khas Bali. Pada zaman dulu, brem sering digunakan saat upacara umat Hindu di Bali yaitu sebagai pengganti darah dalam upacara Tabuh Rah. Akan tetapi kini fungsinya mulai meluas, yaitu sebagai minuman ucapan selamat datang kepada wisatawan yang berkunjung serta bisa dijadikan oleh-oleh. Mikroorganisme yang berperan dalam proses pembuatan produk bioteknologi pada gambar di atas adalah...

- A. *Saccharomyces cerevisiae*
- B. *Rhizopus oryzae*
- C. *Aspergillus wentii*
- D. *Pediococcus cerevisiae*
- E. *Acetobacter aceti*

5. Produk-produk bioteknologi dan mikroorganisme yang berperan sebagai berikut :

Produk Bioteknologi	Mikroorganisme yang Berperan
1. Insulin	P. <i>Escherichia coli</i>
2. Yoghurt	Q. <i>Lactobacillus bulgaricus</i>
3. Tanaman kapas anti serangga	R. <i>Bacillus thuringiensis</i>
4. Antibiotik streptomisin	S. <i>Rhizopus oryzae</i>
5. Protein sel tunggal	T. <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
6. Bovin Samatotropin	U. <i>Streptomyces griseus</i>

Hubungan yang tepat antara produk dan mikroorganisme yang berperan pada bioteknologi modern adalah...

- A. 1-P, 3-R, dan 6-S
  - B. 1-P, 2-Q, dan 5-R
  - C. 2-Q, 4-U, dan 5-T
  - D. 3-S, 5-P, dan 6-T
  - E. 4-U, 5-T, dan 6-Q
6. Pada proses bioteknologi konvensional bahan baku kacang kedelai yang difermentasikan dapat dibuat berbagai jenis makanan, seperti tauco, tempe, dan kecap. Hal tersebut dapat terjadi karena...
- A. Jenis mikroba yang berbeda mengekskresikan enzim-enzim yang berbeda
  - B. Makin lama proses fermentasi maka jenis makanan yang dihasilkan berbeda
  - C. Tempe tidak memerlukan ruang steril, tauco dan kecap memerlukan ruang steril
  - D. Tauco dan kecap difermentasikan oleh bakteri, tempe difermentasikan oleh jamur
  - E. Tempe, tauco, dan kecap difermentasikan oleh bakteri yang berbeda
7. Dalam proses pembuatan *jaje laklak* (kue tradisional khas Bali) terdapat suatu proses pemberian ragi pada adonannya. Pemberian ragi ini bertujuan agar adonan kue yang digunakan dapat mengembang dengan baik. Mengembangnya adonan kue disebabkan oleh satu mikroorganisme yang terdapat pada ragi yaitu jamur *Saccharomyces cereviceae*. Jamur ini akan menghasilkan karbondioksida yang menyebabkan adonan kue mengembang. Jika dituliskan reaksi kimia yang terjadi pada proses pembuatan kue di atas adalah...
- A. Glukosa + O<sub>2</sub> → etanol + CO<sub>2</sub> + energi
  - B. Glukosa → etanol + CO<sub>2</sub> + energi
  - C. Etanol + CO<sub>2</sub> + energi → Glukosa + O<sub>2</sub>
  - D. Etanol + CO<sub>2</sub> → Glukosa
  - E. Glukosa → CO<sub>2</sub> + energi
8. Tape ketan merupakan salah satu panganan khas Hari Raya Galungan. Tape ketan Galungan berbahan dasar beras ketan putih maupun hitam. Proses pembuatan tape ketan Galungan memiliki waktu tersendiri yaitu tepat pada Hari Penyekeban Galungan atau pas tiga hari sebelum Hari Raya Galungan. Proses pembuatan tape ketan melalui proses fermentasi, urutan proses fermentasi tersebut yaitu...
- A. tepung – alkohol – gula
  - B. tepung – gula – alkohol
  - C. alkohol – tepung – gula
  - D. gula – alkohol – tepung
  - E. gula – tepung – alkohol





9. Jika kita menaruh tape ketan dalam suatu wadah tertentu secara terbuka lama kelamaan jika kita rasakan rasanya menjadi agak asam. Hal ini dikarenakan adanya aktivitas...
- bakteri asam nitrat
  - bakteri asam laktat
  - bakteri asam sulfat
  - bakteri asam asetat
  - bakteri asam karbonat

10. Dua kelompok peserta didik kelas X melakukan percobaan pembuatan *lekutuh* (tapai singkong khas Nusa Penida) dengan langkah-langkah sebagai berikut:
- Mengupas singkong dan mencuci hingga bersih
  - Mengukus singkong hingga matang dan ditunggu hingga dingin
  - Menyusun singkong dalam wadah yang telah diberi alas daun pisang
  - Menaburinya dengan ragi
  - Menutup singkong yang telah ditaburi ragi dengan daun pisang di atasnya
  - Menutup wadah dengan rapat dan tunggu hingga 2 hari

Singkong dibuka dua hari kemudian dan menunjukkan bahwa tapai singkong milik kelompok 2 belum lunak dan tidak tercium bau alkohol. Sedangkan tapai singkong milik kelompok 1 lunak dan tercium bau alkohol. Setelah diselidiki ternyata kelompok 2 tidak menutup bagian atas singkong dengan daun pisang dan wadahnya tidak tertutup dengan rapat.

Pernyataan yang menjelaskan penyebab gagalnya tapai singkong milik kelompok 2 adalah...

- wadah yang terbuka menyebabkan masuknya bakteri yang mematikan ragi sehingga tidak terjadi proses fermentasi pada singkong
  - wadah yang terbuka menyebabkan suhu udara dalam wadah tidak stabil hingga proses fermentasi tapai singkong terganggu
  - ragi yang berperan dalam proses fermentasi tidak dapat berkembang biak dengan baik karena ada oksigen yang masuk
  - ragi tidak bekerja dengan baik karena tapai singkong tidak ditutup daun pisang sehingga tidak terjadi proses fermentasi
  - ragi yang berperan dalam proses fermentasi dapat berkembang biak dengan baik karena ada karbon dioksida yang masuk
11. Ketika membuat Yoghurt, Pak Made membutuhkan susu sebagai substrat dan bakteri *S. thermophilus* atau *L. bulgaricus* sebagai agen biologi. Namun suatu hari Pak Made tidak bisa mendapatkan bakteri tersebut sehingga diganti oleh bakteri lain. Pak Made merasa sedih karena ternyata tidak mendapatkan produk yang diinginkan. Pak made ingin mengetahui alasan sebenarnya dari hal tersebut agar ia bisa memperbaiki produknya. Menurut Anda, alasan yang paling tepat untuk hal tersebut karena...
- mikroorganisme lain tidak teradaptasi untuk memanfaatkan protein yang terkandung dalam susu

- B. tidak semua bakteri dapat memanfaatkan laktosa untuk kemudian melakukan fermentasi
- C. tiap mikroorganisme membutuhkan lingkungan yang berbeda-beda untuk dapat bertahan hidup
- D. mikroorganisme yang bersifat tahan asam hanya dua jenis bakteri tersebut
- E. mikroorganisme lainnya memiliki sifat pertumbuhan yang berbeda dengan *S. thermophilus* dan *L. bulgaricus*

12. Bacalah kutipan berita di bawah ini!

**GIANYAR, KOMPAS.com** - Limbah tumpahan minyak (oil spill) ditemukan di sepanjang Pantai Saba menuju Pantai Purnama, Kabupaten Gianyar, Bali. Kasus itu kini sedang dalam penyelidikan Balai Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Laut (BPSPL) Denpasar. Menurut Permana Yudiarto (Kepala BPSPL Denpasar) penelusuran terhadap cairan hitam yang merupakan tumpahan minyak itu bermula dari laporan warga bernama I Ketut Sumastika. Setelah menerima laporan itu, BPSPL Denpasar langsung menerjunkan tim menuju Saba Asri Sea Turtle Conservation untuk berkoordinasi mengumpulkan informasi dan pengambilan sampel.

Sumber: <https://amp.kompas.com/regional/read/2021/05/27/112944678/tumpahan-minyak-cemari-pantai-di-gianyar-bali-dari-mana-asalnya>

Tumpahan minyak di lautan dapat menyebabkan terputusnya rantai makanan. Jenis bioteknologi yang dapat diterapkan untuk mengatasi tumpahan minyak tersebut adalah ....

- A. hibridoma
  - B. bioremediasi
  - C. rekombinas
  - D. kloning
  - E. biosensor
13. Bu Wayan terkenal di desanya dengan julukan "Men Bekung". Hal ini karena Bu Wayan tidak bisa mempunyai anak atau menghasilkan keturunan. Bu Wayan sangat ingin mempunyai keturunan. Permasalahan Bu Wayan dapat ditanggulangi dengan memanfaatkan...
- A. teknik hibridoma
  - B. fertilisasi invitro
  - C. transplantasi nucleus
  - D. DNA rekombinan
  - E. fusi gen
14. Suatu perkebunan anggur di Desa Banyupoh membutuhkan tanaman yang memiliki kemampuan atau daya tahan terhadap serangan hama dan penyakit. Bioteknologi yang dapat dilakukan untuk memenuhi kebutuhan tersebut adalah dengan membuat...
- A. kloning dan transfer inti
  - B. tanaman transgenik
  - C. kultur jaringan

- D. kloning embrio
- E. hibridoma

15. Dalam kultur jaringan dikenal istilah teori totipotensi yang menyatakan bahwa setiap sel tumbuhan memiliki kemampuan untuk tumbuh menjadi individu baru bila ditempatkan pada lingkungan yang sesuai. Individu-individu yang dihasilkan akan mempunyai sifat yang sama persis dengan induknya.

Cocor bebek (*Kalanchoe pinata*) maupun ketela pohon (*Manihot utilisima*) merupakan contoh tanaman yang dapat berkembang biak secara vegetatif menggunakan bagian tubuhnya (daun atau batang yang mempunyai nodus). Kultur jaringan juga menggunakan prinsip yang sama yaitu memperbanyak vegetatif pada tumbuhan. Namun, pada kultur jaringan, tumbuhan yang lengkap dapat diperoleh dari sel maupun jaringan tumbuhan. Selain itu, tidak semua tumbuhan dapat diperbanyak menggunakan daun maupun batang (hanya tumbuhan tertentu saja). Melalui kultur jaringan, semua tumbuhan dapat ditumbuhkan dari jaringan maupun sel pada suatu media buatan.

Berdasarkan ulasan di atas, pernyataan umum yang benar adalah...

- A. teori totipotensi melandasi teknik kultur jaringan
- B. tanaman cocor bebek dan ketela pohon merupakan contoh kultur jaringan
- C. tanaman cocor bebek menggunakan daun untuk reproduksi vegetatifnya
- D. tanaman ketela pohon menggunakan batang untuk reproduksi vegetatifnya
- E. teori totipotensi juga bisa disebut kultur jaringan

16. Lontar Usada Taru Pramana ialah manuskrip yang berisi sistem pengobatan, bahan obat dan cara pengobatan tradisional Bali. Di dalam lontar tersebut di jelaskan bahan obat yang dapat digunakan untuk pengobatan berbagai macam penyakit, salah satunya *diabetes mellitus*. Tanaman obat yang dapat digunakan dalam mengobati *diabetes mellitus* diantaranya daun insulin. Daun insulin mengandung senyawa aktif seperti *fructooligosakarida*, *fenol*, *chlorogenic*, dan flavonoid yang mampu menurunkan kadar glukosa darah. Saat ini penderita diabetes jarang menggunakan obat herbal. Penderita diabetes kebanyakan memilih untuk melakukan suntik hormon insulin. Hal ini karena suntik hormon insulin dapat diperoleh dengan mudah dan murah. Hormon insulin dapat diperoleh melalui...

- A. mengekstrak pankreas sapi dan babi
- B. membuat insulin sintetis dengan reaksi kimia
- C. merekayasa bakteri coli untuk memproduksi insulin
- D. mensintesis insulin dari tumbuhan
- E. mengekstrak insulin dari batuan

17. Sudang lepet merupakan salah satu varian ikan asin khas Buleleng, Bali. Sudang lepet masih dibuat secara tradisional yaitu dengan cara pengawetan daging ikan dengan penambahan banyak garam. Saat ini pengawetan makanan dapat dilakukan menggunakan radiasi gelombang elektromagnetik. Di bawah ini yang bukan merupakan kelebihan pengawetan makanan dengan menggunakan radiasi dibandingkan dengan pengawetan tradisional adalah...

- A. Tidak menimbulkan residu zat kimia pada makanan
- B. Kesegaran bahan pangan tidak berubah
- C. Tidak menimbulkan polusi lingkungan
- D. Tidak membusuk selamanya
- E. Meningkatkan mutu dan *hygiene* bahan pangan

18. Makanan yang berasal dari tumbuhan atau hewan transgenik diberi label GMO (*genetically modified organisms*) agar konsumen bebas untuk memilihnya. Sebab makanan tersebut ....



- A. kadar protein yang terkandung sangat rendah
  - B. menyebabkan alergi pada orang tertentu
  - C. menghambat pertumbuhan pada balita
  - D. mudah terkontaminasi bakteri-bakteri patogen
  - E. mengandung racun yang dapat menyebabkan mutasi gen
19. Tanaman transgenik umumnya memiliki sifat-sifat unggul yang diinginkan, tetapi ternyata tanaman tersebut dapat merusak ekosistem, misalnya penanaman tanaman transgenik tahan hama dapat menyebabkan...
- A. tanaman di sekitarnya yang berbeda jenis tumbuh kerdil karena tanaman transgenik banyak menyerap unsur hara
  - B. hewan yang mengonsumsi tanaman transgenik menjadi mandul karena terkontaminasi gen asing
  - C. populasi kupu-kupu yang membantu proses penyerbukan musnah dan produksi tanaman menurun
  - D. tubuh tanaman transgenik tidak dapat diuraikan oleh bakteri sehingga menjadi limbah pertanian
  - E. dalam waktu yang lama hama menjadi kebal sehingga perlu dosis tinggi
20. Tindakan yang mungkin dilakukan manusia untuk mencegah dampak negatif dari bioteknologi adalah...
- A. menggunakan pestisida pekat untuk memberantas hama
  - B. untuk menghambat perkembangbiakan hama dilakukan sistem monokultural
  - C. meningkatkan produksi dengan melaksanakan pemupukan dengan pupuk buatan
  - D. memanfaatkan mikroorganisme transgenik dalam pengelolaan limbah
  - E. menggunakan bibit lokal supaya tanaman lebih adaptif



Lampiran 6. Angket Analisis Kebutuhan Pengembangan kepada Guru

**KUESIONER ANALISIS KEBUTUHAN UNTUK GURU**

**A. Informasi Umum**

Tujuan kuesioner ini adalah untuk memperoleh informasi tentang permasalahan dan kebutuhan guru terhadap LKPD IPA yang dibutuhkan untuk membantu proses pembelajaran IPA. Data yang diperoleh dari kuesioner ini dimaksudkan hanya untuk digunakan sebagai bahan penelitian pengembangan LKPD IPA dalam membantu proses pembelajaran IPA lebih baik lagi.

**B. Petunjuk Pengisian Kuisisioner**

1. Bapak/Ibu dimohonkan agar senantiasa membaca terlebih dahulu petunjuk serta pertanyaan yang telah disediakan.
2. Bapak/Ibu dimohonkan agar mengisi identitas yang telah disediakan (Nama, Bidang Studi, Asal Sekolah).
3. Bapak/Ibu memberikan penilaian dengan memberikan tanda centang (√) pada kolom “Ya” atau “Tidak” untuk masing-masing pertanyaan.
4. Informasi yang Bapak/Ibu berikan tidak ada kaitannya dengan prestasi Bapak/Ibu sebagai guru mata pelajaran IPA. Oleh karena itu, mohon informasi yang diberikan sesuai dengan pengalaman, pendapat, maupun pandangan Bapak/Ibu selaku guru IPA.
5. Sebelumnya saya ucapkan terima kasih banyak atas bantuan yang Bapak/Ibu berikan.

No.	Pertanyaan	Ya	Tidak
<b>Aspek Proses Pembelajaran IPA</b>			
1	Apakah selama pembelajaran IPA berlangsung siswa menunjukkan respon yang aktif dan termotivasi belajar?		
2	Apakah selama ini hasil belajar siswa pada mata pelajaran IPA sudah memenuhi standar yang diharapkan guru?		
3	Apakah Bapak/Ibu sudah menerapkan langkah-langkah pembelajaran secara saintifik dan berpusat pada siswa? Metode belajar apa yang sering digunakan? ..... Model pembelajaran apa yang sering digunakan? .....		



4	<p>Apakah Bapak/Ibu sudah mengenal istilah etnosains sebelum mengisi kuesioner ini?</p> <p><i>Etnosains adalah cabang sains yang dikembangkan dengan pendekatan interdisipliner melibatkan ilmu budaya dan sains. Dalam etnosains, etnis (budaya) memberikan jawaban (klaim) dan bukti empiris tentang apa (fenomena, sifat, dan manfaat), sedangkan sains berkontribusi untuk menjawab pertanyaan mengapa dan bagaimana yang tidak dapat dijelaskan secara tuntas dengan pendekatan budaya.</i></p>		
5	<p>Apakah kegiatan belajar yang sudah Bapak/Ibu lakukan dalam pembelajaran IPA pernah/sudah dikaitkan dengan kearifan lokal?</p> <p>Contoh kegiatan belajar apa yang telah dilakukan dengan mengintegrasikan kearifan lokal?</p> <p>.....</p>		
6	<p>Apakah menurut Bapak/Ibu siswa sudah mengetahui kearifan lokal sekitar yang relevan dengan materi pelajaran?</p> <p>Jika belum, kendala apa yang kemungkinan menjadi penyebab masih rendahnya pengetahuan siswa tentang kearifan lokal sekitar yang relevan dengan materi pelajaran?</p> <p>.....</p>		
7	<p>Apakah selama proses pembelajaran IPA siswa pernah/sering mengalami kendala belajar?</p> <p>Kendala belajar apa yang biasanya mempengaruhi proses pembelajaran Bapak/Ibu?</p> <p>.....</p>		
<b>Aspek LKPD Guru dalam Pembelajaran IPA</b>			
8	<p>Apakah Bapak/Ibu menyediakan bahan ajar tambahan selain Buku Paket Siswa dan LKPD yang disediakan di sekolah?</p> <p>Bahan ajar apa yang biasanya digunakan? (Buku/Modul/E-Modul/Handout/LKPD Praktikum/lainnya)</p> <p>.....</p>		

9	Apakah LKPD yang biasanya digunakan dalam proses pembelajaran IPA sudah mampu mendukung siswa belajar secara interaktif?		
10	Apakah LKPD yang biasanya digunakan dalam proses pembelajaran IPA sudah terintegrasi dengan kearifan lokal?		
11	Apakah Bapak/Ibu pernah menyusun atau menggunakan LKPD terintegrasi kearifan lokal sebagai bahan ajar dalam pembelajaran IPA?		
12	Apakah menurut Bapak/Ibu penting bila dikembangkan LKPD bermuatan etnosains yang dapat digunakan siswa untuk belajar secara mandiri?		
13	Apakah menurut Bapak/Ibu penting bila dikembangkan LKPD yang bermuatan etnosains untuk meningkatkan hasil belajar siswa?		

**Saran dan Komentar**

.....

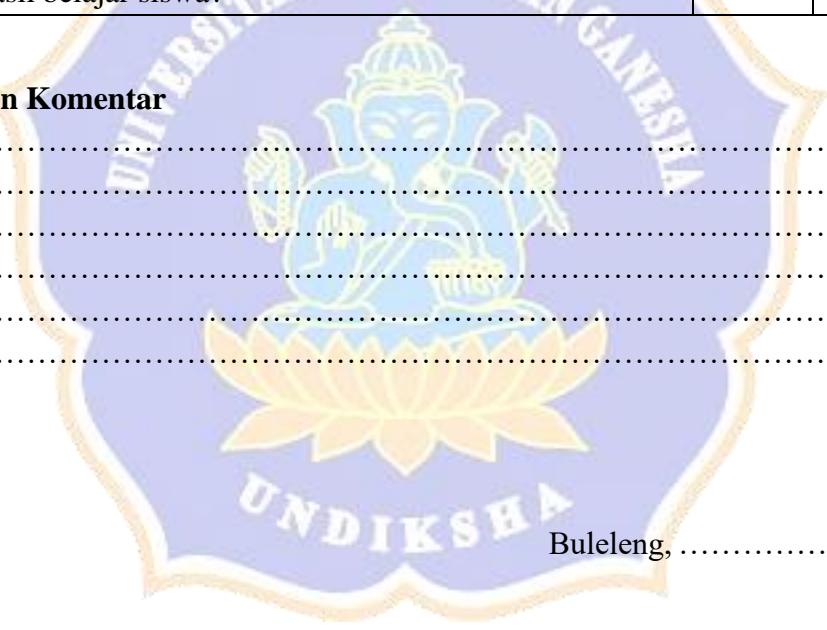
.....

.....

.....

.....

.....



( )

Lampiran 7. Hasil Angket Analisis Kebutuhan Pengembangan kepada Guru

Responden Analisis Kebutuhan Pengembangan kepada Guru

No	Nama Guru	Asal Sekolah
1	Ketut Sukarti	SMAS PGRI Seririt
2	Putu Armayanti	SMAN 2 Banjar
3	Purwanto	SMAN 1 Banjar
4	Made Sinar Dewi	SMAN 1 Sukasada
5	Ni Made Sarini	SMAN 1 Sawan
6	Made Handayani	SMAN 2 Tejakula
7	Putu Santi Arsana	SMAS Sidhi Karya Kubutambahan
8	Gede Putu Abimanyu	SMAN 1 Busungbiu
9	Ni Made Parseni	SMAN 2 Singaraja
10	I Wayan Madiya S.Pd., M.Pd.	SMAN Bali Mandara
11	Komang Pretima	SMAN 1 Kubutambahan
12	Putu Oka Herawati	SMAN 2 Singaraja
13	Luh Sami Asih	SMAS Candimas Pancasari
14	Luh Maharani Merta	SMAN 4 Singaraja
15	Made Tiastra	SMAN 1 Tejakula
16	I Komang Sugiantara	SMAN 1 Singaraja
17	I Ketut Suija	SMAN 1 Sawan
18	Drs. I Made Warsa	SMAN 1 Singaraja
19	I Gusti Made Oka	SMAN 1 Banjar
20	I Wayan Soma	SMAN 4 Singaraja
21	Gede Putra Adnyana	SMAN 1 Banjar
22	Ketut Widiadnyana	SMAN 2 Banjar
23	I Wayan Padayasa	SMAS Lab Undiksha
24	I Made Sumerta	SMAN 1 Kubutambahan
25	I Ketut Sukadana, S.Si	SMAN 2 Busungbiu
26	Putu Mas Prapta	SMAN 1 Seririt
27	Made Sri Darmayanti	SMAN 2 Gerokgak

Hasil Angket Analisis Kebutuhan Pengembangan kepada Guru

No.	Pernyataan	Persentase	
		Ya	Tidak
1	Selama pembelajaran IPA berlangsung siswa menunjukkan respon yang aktif dan termotivasi belajar	22,22%	77,78%
2	Hasil belajar siswa pada mata pelajaran IPA sudah memenuhi standar yang diharapkan guru	14,82%	85,18%
3	Guru sudah menerapkan langkah-langkah pembelajaran secara saintifik dan berpusat pada siswa	77,78%	22,22%

4	Guru sudah mengenal istilah etnosains sebelum mengisi kuesioner	25,93%	74,07%
5	Kegiatan belajar yang sudah guru lakukan dalam pembelajaran IPA sudah dikaitkan dengan kearifan lokal	22,22%	77,78%
6	Menurut guru siswa sudah mengetahui kearifan lokal sekitar yang relevan dengan materi pelajaran IPA	7,41%	92,59%
7	Selama proses pembelajaran IPA siswa pernah/sering mengalami kendala belajar	100%	0%
8	Guru menyediakan bahan ajar tambahan selain Buku Paket Siswa yang disediakan di sekolah	77,78%	22,22%
9	LKPD yang digunakan dalam proses pembelajaran IPA sudah mampu mendukung siswa belajar secara interaktif	44,44%	55,56%
10	LKPD yang biasanya digunakan dalam proses pembelajaran IPA sudah terintegrasi dengan kearifan lokal	22,22%	77,78%
11	Guru pernah menyusun atau menggunakan LKPD terintegrasi kearifan lokal dalam pembelajaran IPA	14,82%	85,18%
12	Guru menganggap penting bila dikembangkan LKPD yang bermuatan etnosains yang dapat digunakan siswa untuk belajar secara mandiri	92,59%	7,41%
13	Guru menganggap penting bila dikembangkan LKPD yang bermuatan etnosains untuk meningkatkan hasil belajar siswa	100%	0%



Lampiran 8. Angket Analisis Kebutuhan Pengembangan kepada Siswa

**KUESIONER ANALISIS KEBUTUHAN UNTUK SISWA**

**A. Informasi Umum**

Tujuan kuesioner ini adalah untuk memperoleh informasi tentang permasalahan dan kebutuhan siswa terhadap bahan ajar IPA yang dibutuhkan untuk membantu proses pembelajaran IPA. Data yang diperoleh dari kuesioner ini dimaksudkan hanya untuk digunakan sebagai bahan penelitian pengembangan bahan ajar IPA dalam membantu proses pembelajaran IPA lebih baik lagi.

**B. Petunjuk Pengisian Kuisisioner**

1. Siswa diharapkan agar membaca terlebih dahulu petunjuk serta pertanyaan yang telah disediakan.
2. Siswa agar mengisi identitas yang telah disediakan (Nama, Kelas, Asal Sekolah)
3. Siswa memberikan penilaian dengan memberikan tanda centang (√) pada kolom “Ya” atau “Tidak” untuk masing-masing pertanyaan.
4. Informasi dijawab oleh siswa tidak ada kaitannya dengan penilaian hasil belajar sebagai siswa, untuk itu dimohonkan agar menjawab sesuai dengan pengalaman belajar yang telah dilakukan.
5. Sebelumnya saya ucapkan terima kasih banyak atas bantuan yang diberikan.

No.	Pertanyaan	Ya	Tidak
<b>Aspek Proses Pembelajaran IPA</b>			
1	Saya aktif dan termotivasi dalam mengikuti pembelajaran IPA.		
2	Menurut saya, materi dalam pembelajaran IPA sulit dipahami. Coba sebutkan kesulitan yang dihadapi ketika belajar IPA? ..... .....		
3	Saya memiliki rasa ingin tahu yang tinggi dengan materi-materi IPA. Kegiatan pembelajaran IPA apa yang paling disukai? (misalnya praktikum/menjawab soal/lainnya) ..... .....		



	Kegiatan pembelajaran IPA apa yang paling tidak disukai? ..... .....		
4	Apakah kalian sudah mengenal istilah kearifan lokal sebelum mengisi kuesioner ini? <i>Kearifan lokal (local wisdom) merupakan bagian dari budaya masyarakat yang dikonstruksi oleh para leluhur untuk memecahkan masalah lokal pada zamannya.</i>		
5	Apakah kegiatan belajar yang sudah dilakukan di sekolah dalam pembelajaran IPA sudah dikaitkan dengan kearifan lokal?		
<b>Aspek LKPD Guru dalam Pembelajaran IPA</b>			
6	Apakah kalian hanya menggunakan sumber belajar berupa Buku Paket Siswa dan LKS yang didapatkan dari sekolah saja? Jika tidak, sumber belajar apa yang digunakan? ..... .....		
7	Apakah pernah diberikan bahan ajar lain (misalnya, modul/e-modul/handout/LKS praktikum/lainnya) oleh guru dalam pembelajaran IPA?		
8	Apakah LKPD yang selama ini telah digunakan mampu membuat kalian belajar secara mandiri?		
9	Apakah LKPD yang selama ini telah digunakan menambah motivasi belajar kalian?		
10	Apakah kalian pernah menggunakan LKPD yang bermuatan kearifan lokal?		
11	Apakah LKPD yang selama ini digunakan memiliki kekurangan dalam mendukung proses pembelajaran IPA untuk kalian? Jika Ya Coba sebutkan kekurangannya ..... .....		
12	Apakah LKPD yang selama ini digunakan sudah dirasa cukup untuk membantu proses pembelajaran IPA untuk kalian?		

13	Apakah kalian senang dan antusias jika belajar IPA dengan LKPD yang bermuatan kearifan lokal?		
14	Apakah kalian mengharapkan LKPD yang memuat kearifan lokal yang ada di daerah Anda?		
15	Apakah hasil belajar siswa kemungkinan akan meningkat apabila belajar dengan LKPD bermuatan kearifan lokal?		

**Saran dan Komentar**

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Buleleng, .....

( )

Lampiran 9. Hasil Angket Analisis Kebutuhan Pengembangan kepada Siswa

No.	Pernyataan	Persentase	
		Ya	Tidak
1	Peserta didik aktif dan termotivasi dalam mengikuti pembelajaran IPA	46,7%	53,3%
2	Materi dalam pembelajaran IPA sulit dipahami	65,0%	35,0%
3	Peserta didik memiliki rasa ingin tahu yang tinggi dengan materi-materi IPA.	58,3%	41,7%
4	Peserta didik sudah mengenal istilah kearifan lokal	80,0%	20,0%
5	Kegiatan belajar yang sudah dilakukan di sekolah dalam pembelajaran IPA sudah dikaitkan dengan kearifan lokal	40,0%	60,0%
6	Peserta didik hanya menggunakan sumber belajar berupa Buku Paket Siswa dan LKS yang didapatkan dari sekolah saja	75,0%	25,0%
7	Peserta didik pernah diberikan bahan ajar lain (misalnya, modul/ e-modul/ handout/ LKS praktikum/ lainnya) oleh guru dalam pembelajaran IPA	100%	0%
8	LKPD yang selama ini telah digunakan mampu membuat peserta didik belajar secara mandiri	40%	60%
9	LKPD yang selama ini telah digunakan menambah motivasi belajar peserta didik	38,3%	61,7%
10	Peserta didik pernah menggunakan LKPD yang bermuatan kearifan lokal	6,7%	93,3%
11	LKPD yang selama ini digunakan memiliki kekurangan dalam mendukung proses pembelajaran IPA	76,7%	23,3%
12	LKPD yang selama ini digunakan sudah dirasa cukup untuk membantu proses pembelajaran IPA	35,0%	65,0%
13	Peserta didik senang dan antusias jika belajar IPA dengan LKPD yang bermuatan kearifan lokal	80,0%	20,0%
14	Peserta didik mengharapkan LKPD yang memuat kearifan lokal	86,7%	13,3%
15	Hasil belajar siswa kemungkinan akan meningkat apabila belajar dengan LKPD bermuatan kearifan lokal	88,3%	11,7%

Lampiran 10. Instrumen Penilaian Validasi Tes Hasil Belajar

**LEMBAR VALIDASI TES HASIL BELAJAR  
TOPIK BIOTEKNOLOGI**

Judul Program : Pengembangan LKPD Bermuatan Etnosains pada Mata Pelajaran IPA SMA Kurikulum Merdeka  
Mata Pelajaran : IPA  
Materi Pokok : Bioteknologi  
Sasaran Program : Peserta didik Kelas X SMA Negeri 1 Gerokgak Semester Genap Tahun Pelajaran 2022/2023

Bapak/ Ibu yang terhormat,

Saya memohon bantuan Bapak/Ibu untuk mengisi angket ini. Angket ini ditujukan untuk mengetahui pendapat Bapak/ Ibu tentang “Soal Tes Hasil Belajar”. Penilaian, saran, dan koreksi dari Bapak/Ibu terkait isi dan bahasa penulisan soal akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas soal tes hasil belajar ini. Atas perhatian dan kesediaannya diucapkan terima kasih.

**A. Petunjuk Pengisian**

1. Validitas isi

- a. Sebagai pedoman Bapak/Ibu untuk mengisi kolom-kolom validitas isi, perlu dipertimbangkan hal-hal berikut.
  - 1) Kesesuaian soal dengan tujuan pembelajaran yang tercermin dalam indikator pencapaian hasil belajar.
  - 2) Kesuaian soal dengan dimensi pengetahuan. Kejelasan perumusan petunjuk pengerjaan soal.
  - 3) Kejelasan maksud soal.
- b. Berilah tanda ceklis (√) dalam kolom penilaian menurut pendapat Bapak/ Ibu.

Keterangan:

Validitas Isi	
SB	: kurang relevan
B	: relevan
C	: cukup
K	: Kurang

- c. Jika ada saran, masukkan, dan komentar dari masing-masing komponen penilaian, mohon dituliskan pada kolom komentar saran/perbaikan yang telah disediakan.

Mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila dalam penyajian instrumen validasi ada hal-hal yang kurang berkenan. Saya mengucapkan terima kasih atas segala bantuan dan kerjasamanya.

Singaraja, 11 Januari 2023

Mahasiswa Peneliti



Tjokorda Gde Putra Wirama

NIM 2123071007

### B. Aspek Penilaian

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Alternatif Penilaian			
		SB	B	C	K
A. Kejelasan	1. Kejelasan setiap butir soal				
	2. Kejelasan bahasa yang digunakan				
B. Ketepatan Isi	3. Ketepatan bahasa dengan tingkat perkembangan anak				
	4. Ketepatan soal dengan capaian dan tujuan pembelajaran				
C. Relevansi	5. Butir soal berkaitan dengan materi				
	6. Butir soal bersifat kontekstual				
D. Kevalidan Isi	7. Tingkat kebenaran soal				
E. Tidak ada bias	8. Butir soal berisi satu gagasan yang lengkap				
	9. Kata-kata yang digunakan tidak bermakna ganda				
F. Ketepatan Bahasa	10. Bahasa yang digunakan mudah dipahami				
	11. Bahasa yang digunakan efektif				
	12. Penulisan sesuai dengan EYD				



**C. Komentar dan Saran**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

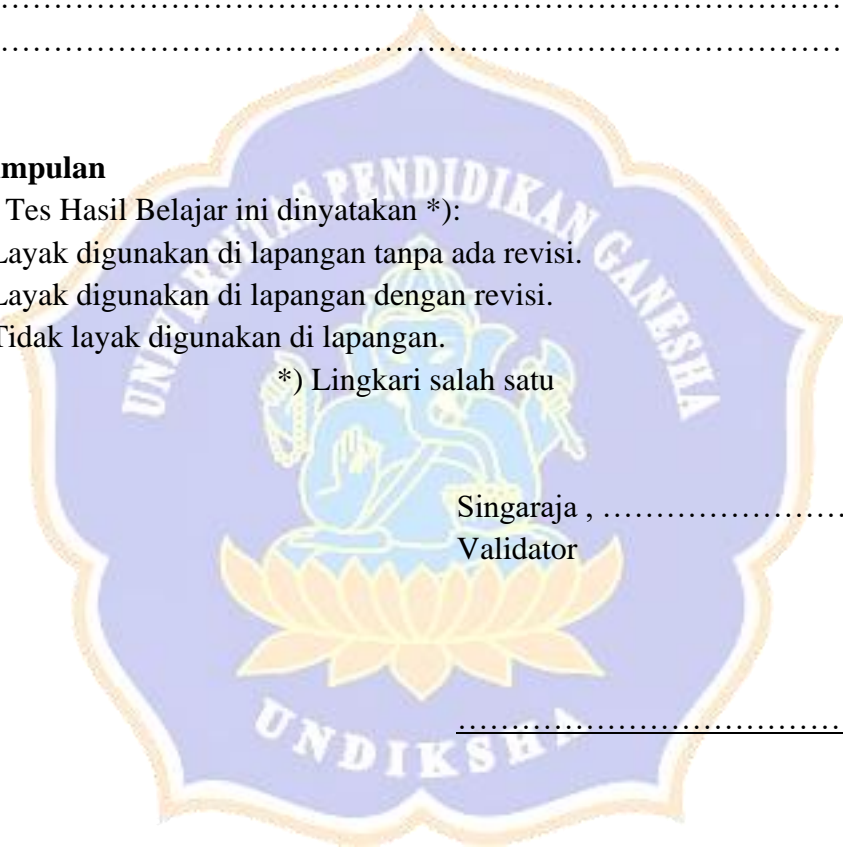
**D. Kesimpulan**

Soal Tes Hasil Belajar ini dinyatakan \*):

1. Layak digunakan di lapangan tanpa ada revisi.
2. Layak digunakan di lapangan dengan revisi.
3. Tidak layak digunakan di lapangan.

\*) Lingkari salah satu

Singaraja , .....2023  
Validator



Lampiran 11. Hasil Penilaian Validasi Materi Soal Hasil Belajar

**1. Penilaian Ahli 1**

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Alternatif Penilaian			
		SB	B	C	K
A. Kejelasan	1. Kejelasan setiap butir soal	√			
	2. Kejelasan bahasa yang digunakan	√			
B. Ketepatan Isi	3. Ketepatan bahasa dengan tingkat perkembangan anak	√			
	4. Ketepatan soal dengan capaian dan tujuan pembelajaran	√			
C. Relevansi	5. Butir soal berkaitan dengan materi	√			
	6. Butir soal bersifat kontekstual	√			
D. Kevalidan Isi	7. Tingkat kebenaran soal	√			
E. Tidak ada bias	8. Butir soal berisi satu gagasan yang lengkap	√			
	9. Kata-kata yang digunakan tidak bermakna ganda	√			
F. Ketepatan Bahasa	10. Bahasa yang digunakan mudah dipahami	√			
	11. Bahasa yang digunakan efektif	√			
	12. Penulisan sesuai dengan EYD	√			

**Komentar dan Saran**

Dapat dilanjutkan.

**Kesimpulan**

Soal Tes Hasil Belajar ini dinyatakan \*):

- ①. Layak digunakan di lapangan tanpa ada revisi.
2. Layak digunakan di lapangan dengan revisi.
3. Tidak layak digunakan di lapangan.

\*) Lingkari salah satu

Singaraja, 20 Januari 2023

Ahli Materi,

Prof. Dr. Ida Bagus Putu Arnyana

## 2. Penilaian Ahli 2

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Alternatif Penilaian			
		SB	B	C	K
A. Kejelasan	1. Kejelasan setiap butir soal	√			
	2. Kejelasan bahasa yang digunakan	√			
B. Ketepatan Isi	3. Ketepatan bahasa dengan tingkat perkembangan anak	√			
	4. Ketepatan soal dengan capaian dan tujuan pembelajaran	√			
C. Relevansi	5. Butir soal berkaitan dengan materi	√			
	6. Butir soal bersifat kontekstual			√	
D. Kevalidan Isi	7. Tingkat kebenaran soal	√			
E. Tidak ada bias	8. Butir soal berisi satu gagasan yang lengkap		√		
	9. Kata-kata yang digunakan tidak bermakna ganda	√			
F. Ketepatan Bahasa	10. Bahasa yang digunakan mudah dipahami	√			
	11. Bahasa yang digunakan efektif	√			
	12. Penulisan sesuai dengan EYD	√			

### Komentar dan Saran

Semua butir soal, pertanyaannya sudah sesuai dengan level kognitifnya. Yang perlu diperbaiki adalah soal tidak langsung ke pokok soal (STEM), tetapi mulai dari stimulus (dasar pertanyaan) yang konteksnya dikaitkan dengan narasi etnosains terkait. Bentuk soal yang langsung ke stem agar dimulai stimulus terlebih dahulu. Bentuk soal yang dibuat seperti soal hasil belajar biasa.

### **Kesimpulan**

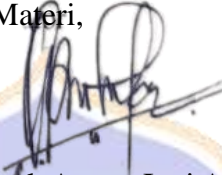
Soal Tes Hasil Belajar ini dinyatakan \*):

1. Layak digunakan di lapangan tanpa ada revisi.
- ②. Layak digunakan di lapangan dengan revisi.
3. Tidak layak digunakan di lapangan.

\*) Lingkari salah satu

Singaraja, 26 Januari 2023

Ahli Materi,



Dr. Anak Agung Istri Agung Rai Sudiatmika, M.Pd



Lampiran 12. Hasil Perhitungan Validitas Materi Soal Hasil Belajar

**I. Tabel Bantu Tabulasi Gregory**

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Alternatif Penilaian		
		P1	P2	Relevansi
<b>A. Kejelasan</b>	1. Kejelasan setiap butir soal	4	4	D
	2. Kejelasan bahasa yang digunakan	4	4	D
<b>B. Ketepatan Isi</b>	3. Ketepatan bahasa dengan tingkat perkembangan anak	4	4	D
	4. Ketepatan soal dengan capaian dan tujuan pembelajaran	4	4	D
<b>C. Relevansi</b>	5. Butir soal berkaitan dengan materi	4	4	D
	6. Butir soal bersifat kontekstual	4	2	B
<b>D. Kevalidan Isi</b>	7. Tingkat kebenaran soal	4	4	D
<b>E. Tidak ada bias</b>	8. Butir soal berisi satu gagasan yang lengkap	4	3	B
	9. Kata-kata yang digunakan tidak bermakna ganda	4	4	D
<b>F. Ketepatan Bahasa</b>	10. Bahasa yang digunakan mudah dipahami	4	4	D
	11. Bahasa yang digunakan efektif	4	4	D
	12. Penulisan sesuai dengan EYD	4	4	D

Keterangan:

SB = Sangat baik dengan nilai 4

B = Baik dengan nilai 3

C = Cukup dengan nilai 2

K = Kurang dengan nilai 1



## II. Tabel Analisis Perhitungan Gregory

Hasil Perhitungan Validitas Soal Hasil Belajar

Validator		Pakar I	
		TL (1 – 2)	L (3 – 4)
Pakar II	TL (1 – 2)	0	1
	L (3 – 4)	0	11

## III. Hasil Analisis Perhitungan Gregory

Validitas Soal Hasil Belajar

$$KVG = \frac{D}{A + B + C + D}$$

$$KVG = \frac{11}{0 + 1 + 0 + 11}$$

$$KVG = 0,92$$

(Validitas Sangat Tinggi)



Lampiran 13. Masukan dan Hasil Perbaikan Soal Hasil Belajar

Sebelum Revisi	Masukan	Setelah direvisi
<p>Perhatikan gambar di bawah ini!</p>  <p>Mikroorganisme yang berperan dalam proses pembuatan produk bioteknologi pada gambar di atas adalah...</p> <p>A. <i>Saccharomyces cerevisiae</i>            B. <i>Rhizopus oryzae</i>            C. <i>Aspergillus wentii</i>            D. <i>Pedococcus cerevisiae</i>            E. <i>Acetobacter aceti</i></p> <p>Pasangan suami istri Pak Nyoman dan Bu Wayan tidak dapat menghasilkan keturunan karena sesuatu hal, sementara mereka sangat ingin mempunyai keturunan. Permasalahan Pak Nyoman dan Bu Wayan dapat ditanggulangi dengan memanfaatkan...</p> <p>A. teknik hibridoma            B. fertilisasi invitro            C. transplantasi nucleus            D. DNA rekombinasi            E. fusi gen</p>	<p>Soal tidak langsung ke pokok soal, tetapi mulai dari stimulus (dasar pertanyaan) yang konteksnya dikaitkan dengan narasi etnosains terkait.</p>	<p>Perhatikan gambar di bawah ini!</p>  <p>Brem adalah minuman fermentasi khas Bali. Pada zaman dulu, brem sering digunakan sebagai penganti darah dalam upacara Tabuh Raih. Akan tetapi kini fungsinya mulai meluas, yaitu sebagai minuman ucapan selamat datang kepada wisatawan yang berkunjung serta bisa dijadikan oleh-oleh. Mikroorganisme yang berperan dalam proses pembuatan produk bioteknologi pada gambar di atas adalah...</p> <p>A. <i>Saccharomyces cerevisiae</i>            B. <i>Rhizopus oryzae</i>            C. <i>Aspergillus wentii</i>            D. <i>Pedococcus cerevisiae</i></p> <p>Bu Wayan terkenal di desanya dengan julukan "Men Bekung". Hal ini karena Bu Wayan tidak bisa mempunyai anak atau menghasilkan keturunan. Bu Wayan sangat ingin mempunyai keturunan. Permasalahan Bu Wayan dapat ditanggulangi dengan memanfaatkan...</p> <p>A. teknik hibridoma            B. fertilisasi invitro            C. transplantasi nucleus            D. DNA rekombinasi            E. fusi gen</p>



## Lampiran 14. Instrumen Validitas Isi dan Penyajian LKPD

### LEMBAR PENILAIAN ISI DAN PENYAJIAN

Judul Program : Pengembangan LKPD Bermuatan Etnosains pada Mata Pelajaran IPA SMA Kurikulum Merdeka  
Mata Pelajaran : IPA  
Sasaran Program : Peserta Didik Kelas X SMA Semester Genap Tahun Pelajaran 2022/2023

Bapak/Ibu yang terhormat,

Saya memohon bantuan Bapak/Ibu untuk mengisi angket ini. Angket ini ditujukan untuk mengetahui pendapat Bapak/ Ibu tentang “LKPD Bermuatan Etnosains pada Mata Pelajaran IPA SMA Kurikulum Merdeka”. Aspek penilaian materi LKPD ini dari komponen penilaian aspek kelayakan isi dan penyajian materi menurut BSNP serta dari aspek materi LKPD. Penilaian, saran dan koreksi dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas LKPD ini. Atas perhatian dan kesediaannya diucapkan terima kasih.

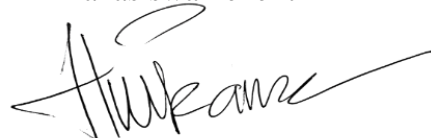
#### A. Petunjuk Pengisian

1. Dimohon Bapak/Ibu memberi nilai pada butir-butir pengembangan LKPD dengan cara mencentang (√) pada kolom yang sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu.
2. Penilaian terdiri atas empat kategori berikut.  
SB = sangat baik (sangat sesuai, sangat jelas, sangat tepat guna, sangat operasional)  
B = baik (sesuai, jelas, operasional)  
C = cukup baik (agak sesuai, cukup, cukup operasional)  
K = tidak baik (tidak sesuai, tidak jelas, tidak operasional)
3. Jika ada saran, masukkan, dan komentar dari masing-masing komponen penilaian, mohon dituliskan pada kolom komentar dan saran/perbaikan yang telah disediakan.

Peneliti mengucapkan terima kasih atas segala bantuan dan kerjasamanya.

Singaraja, 11 Januari 2023

Mahasiswa Peneliti



Tjokorda Gde Putra Wirama  
NIM 2123071007

## B. Angket Validitas Materi dan Penyajian LKPD

PENILAIAN MATERI						
No	Indikator	Skor				Komentar dan Saran
		SB	B	C	K	
1	Kesesuaian isi kegiatan dan informasi dalam LKPD dengan Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran					
2	Kesesuaian kegiatan dengan perkembangan kognitif peserta didik.					
3	Kesesuaian isi kegiatan dalam LKPD dengan substansi materi.					
4	Kesesuaian isi kegiatan dengan sintaks elemen keterampilan proses sains (mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penyelidikan, memproses dan menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan refleksi, serta mengomunikasikan hasil).					
5	Kesesuaian contoh konkret dengan muatan kearifan lokal					
PENILAIAN PENYAJIAN						
6	Penyajian tujuan pada setiap kegiatan dan sesuai dengan capaian pembelajaran.					
7	Kejelasan urutan penyajian kegiatan sesuai dengan sintaks elemen keterampilan proses.					
8	Tampilan LKPD mampu memberikan motivasi kepada peserta didik untuk mencari informasi tambahan dan mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari.					
9	Tampilan LKPD menyediakan ruang yang cukup bagi peserta didik untuk menulis atau menggambar pada LKPD.					
10	Tampilan LKPD merangsang keterlibatan dan partisipasi peserta didik untuk belajar secara mandiri dan kelompok					

**Komentar dan Saran**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah Bapak/Ibu berikan, bahwa LKPD ini dinyatakan\*):

1. Valid digunakan di lapangan tanpa adanya revisi
2. Valid digunakan di lapangan dengan adanya revisi
3. Tidak valid digunakan di lapangan

\*) Lingkari salah satu

Singaraja, .....2023

Validator





Lampiran 15. Hasil Validitas Isi dan Penyajian LKPD

**Hasil Validitas Isi dan Penyajian LKPD**

**Penilaian Ahli 1**

PEMANASAN GLOBAL						
PENILAIAN MATERI						
No	Indikator	Skor				Komentar dan Saran
		SB	B	C	K	
1	Kesesuaian isi kegiatan dan informasi dalam LKPD dengan Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran	√				
2	Kesesuaian kegiatan dengan perkembangan kognitif peserta didik.	√				
3	Kesesuaian isi kegiatan dalam LKPD dengan substansi materi.	√				
4	Kesesuaian isi kegiatan dengan sintaks elemen keterampilan proses sains (mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penyelidikan, memproses dan menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan refleksi, serta mengomunikasikan hasil).	√				
5	Kesesuaian contoh konkret dengan muatan kearifan lokal	√				
PENILAIAN PENYAJIAN						
6	Penyajian tujuan pada setiap kegiatan dan sesuai dengan capaian pembelajaran.	√				
7	Kejelasan urutan penyajian kegiatan sesuai dengan sintaks elemen keterampilan proses.	√				
8	Tampilan LKPD mampu memberikan motivasi kepada peserta didik untuk mencari informasi tambahan dan mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari.	√				
9	Tampilan LKPD menyediakan ruang yang cukup bagi peserta didik untuk menulis atau menggambar pada LKPD.	√				

10	Tampilan LKPD merangsang keterlibatan dan partisipasi peserta didik untuk belajar secara mandiri dan kelompok	√				
<b>BIOTEKNOLOGI</b>						
<b>PENILAIAN MATERI</b>						
No	Indikator	Skor				Komentar dan Saran
		SB	B	C	K	
1	Kesesuaian isi kegiatan dan informasi dalam LKPD dengan Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran	√				
2	Kesesuaian kegiatan dengan perkembangan kognitif peserta didik.	√				
3	Kesesuaian isi kegiatan dalam LKPD dengan substansi materi.	√				
4	Kesesuaian isi kegiatan dengan sintaks elemen keterampilan proses sains (mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penyelidikan, memproses dan menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan refleksi, serta mengomunikasikan hasil).	√				
5	Kesesuaian contoh konkret dengan muatan kearifan lokal	√				
<b>PENILAIAN PENYAJIAN</b>						
6	Penyajian tujuan pada setiap kegiatan dan sesuai dengan capaian pembelajaran.	√				
7	Kejelasan urutan penyajian kegiatan sesuai dengan sintaks elemen keterampilan proses.	√				
8	Tampilan LKPD mampu memberikan motivasi kepada peserta didik untuk mencari informasi tambahan dan mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari.	√				
9	Tampilan LKPD menyediakan ruang yang cukup bagi peserta didik untuk menulis atau menggambar pada LKPD.	√				
10	Tampilan LKPD merangsang keterlibatan dan partisipasi peserta didik untuk belajar secara mandiri dan kelompok	√				

ENERGI TERBARUKAN						
PENILAIAN MATERI						
No	Indikator	Skor				Komentar dan Saran
		SB	B	C	K	
1	Kesesuaian isi kegiatan dan informasi dalam LKPD dengan Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran	√				
2	Kesesuaian kegiatan dengan perkembangan kognitif peserta didik.	√				
3	Kesesuaian isi kegiatan dalam LKPD dengan substansi materi.	√				
4	Kesesuaian isi kegiatan dengan sintaks elemen keterampilan proses sains (mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penyelidikan, memproses dan menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan refleksi, serta mengomunikasikan hasil).	√				
5	Kesesuaian contoh konkret dengan muatan kearifan lokal	√				
PENILAIAN PENYAJIAN						
6	Penyajian tujuan pada setiap kegiatan dan sesuai dengan capaian pembelajaran.	√				
7	Kejelasan urutan penyajian kegiatan sesuai dengan sintaks elemen keterampilan proses.	√				
8	Tampilan LKPD mampu memberikan motivasi kepada peserta didik untuk mencari informasi tambahan dan mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari.	√				
9	Tampilan LKPD menyediakan ruang yang cukup bagi peserta didik untuk menulis atau menggambar pada LKPD.	√				
10	Tampilan LKPD merangsang keterlibatan dan partisipasi peserta didik untuk belajar secara mandiri dan kelompok	√				

### **Komentar dan Saran**

Dapat dilanjutkan.

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah Bapak/Ibu berikan, bahwa LKPD ini dinyatakan\*):

- ①. Valid digunakan di lapangan tanpa adanya revisi
2. Valid digunakan di lapangan dengan adanya revisi
3. Tidak valid digunakan di lapangan

\*) Lingkari salah satu

Singaraja, 20 Januari 2023

Validator

  
Prof Dr. IBP. Arnyana



**Penilaian Ahli 2**

<b>PEMANASAN GLOBAL</b>						
<b>PENILAIAN MATERI</b>						
<b>No</b>	<b>Indikator</b>	<b>Skor</b>				<b>Komentar dan Saran</b>
		<b>SB</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>K</b>	
1	Kesesuaian isi kegiatan dan informasi dalam LKPD dengan Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran	√				
2	Kesesuaian kegiatan dengan perkembangan kognitif peserta didik.	√				
3	Kesesuaian isi kegiatan dalam LKPD dengan substansi materi.	√				
4	Kesesuaian isi kegiatan dengan sintaks elemen keterampilan proses sains (mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penyelidikan, memproses dan menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan refleksi, serta mengomunikasikan hasil).	√				
5	Kesesuaian contoh konkret dengan muatan kearifan lokal	√				
<b>PENILAIAN PENYAJIAN</b>						
6	Penyajian tujuan pada setiap kegiatan dan sesuai dengan capaian pembelajaran.	√				
7	Kejelasan urutan penyajian kegiatan sesuai dengan sintaks elemen keterampilan proses.	√				
8	Tampilan LKPD mampu memberikan motivasi kepada peserta didik untuk mencari informasi tambahan dan mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari.	√				
9	Tampilan LKPD menyediakan ruang yang cukup bagi peserta didik untuk menulis atau menggambar pada LKPD.	√				
10	Tampilan LKPD merangsang keterlibatan dan partisipasi peserta didik untuk belajar secara mandiri dan kelompok	√				
<b>BIOTEKNOLOGI</b>						
<b>PENILAIAN MATERI</b>						



No	Indikator	Skor				Komentar dan Saran
		SB	B	C	K	
1	Kesesuaian isi kegiatan dan informasi dalam LKPD dengan Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran	√				
2	Kesesuaian kegiatan dengan perkembangan kognitif peserta didik.	√				
3	Kesesuaian isi kegiatan dalam LKPD dengan substansi materi.	√				
4	Kesesuaian isi kegiatan dengan sintaks elemen keterampilan proses sains (mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penyelidikan, memproses dan menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan refleksi, serta mengomunikasikan hasil).	√				
5	Kesesuaian contoh konkret dengan muatan kearifan lokal	√				
<b>PENILAIAN PENYAJIAN</b>						
6	Penyajian tujuan pada setiap kegiatan dan sesuai dengan capaian pembelajaran.	√				
7	Kejelasan urutan penyajian kegiatan sesuai dengan sintaks elemen keterampilan proses.	√				
8	Tampilan LKPD mampu memberikan motivasi kepada peserta didik untuk mencari informasi tambahan dan mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari.	√				
9	Tampilan LKPD menyediakan ruang yang cukup bagi peserta didik untuk menulis atau menggambar pada LKPD.	√				
10	Tampilan LKPD merangsang keterlibatan dan partisipasi peserta didik untuk belajar secara mandiri dan kelompok	√				
<b>ENERGI TERBARUKAN</b>						
<b>PENILAIAN MATERI</b>						
No	Indikator	Skor				Komentar dan Saran
		SB	B	C	K	

1	Kesesuaian isi kegiatan dan informasi dalam LKPD dengan Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran	√				
2	Kesesuaian kegiatan dengan perkembangan kognitif peserta didik.	√				
3	Kesesuaian isi kegiatan dalam LKPD dengan substansi materi.	√				
4	Kesesuaian isi kegiatan dengan sintaks elemen keterampilan proses sains (mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penyelidikan, memproses dan menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan refleksi, serta mengomunikasikan hasil).	√				
5	Kesesuaian contoh konkret dengan muatan kearifan lokal	√				
<b>PENILAIAN PENYAJIAN</b>						
6	Penyajian tujuan pada setiap kegiatan dan sesuai dengan capaian pembelajaran.	√				
7	Kejelasan urutan penyajian kegiatan sesuai dengan sintaks elemen keterampilan proses.	√				
8	Tampilan LKPD mampu memberikan motivasi kepada peserta didik untuk mencari informasi tambahan dan mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari.	√				
9	Tampilan LKPD menyediakan ruang yang cukup bagi peserta didik untuk menulis atau menggambar pada LKPD.	√				
10	Tampilan LKPD merangsang keterlibatan dan partisipasi peserta didik untuk belajar secara mandiri dan kelompok	√				

### **Komentar dan Saran**

LKPD sudah bagus, sudah relevan, hanya ada 1 bab dibagian refleksi ada 1 saran.

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah Bapak/Ibu berikan, bahwa LKPD ini dinyatakan\*):

- ① Valid digunakan di lapangan tanpa adanya revisi
2. Valid digunakan di lapangan dengan adanya revisi
3. Tidak valid digunakan di lapangan

\*) Lingkari salah satu

Singaraja, 26 Januari 2023

Validator



Dr. Anak Agung Istri Rai Sudiatmika, M.Pd.

Lampiran 16. Hasil Analisis Validitas Isi dan Penyajian LKPD

**A. Hasil Analisis LKPD Pemanasan Global**

**I. Tabel Bantu Tabulasi Gregory**

Bab	Aspek Validasi	Indikator	Pakar 1	Pakar 2	Relevansi	Nilai KVG
Pemanasan global	Kelayakan isi atau materi pada LKPD	1	4	4	D	1,00
		2	4	4	D	
		3	4	4	D	
		4	4	4	D	
		5	4	4	D	
	Kelayakan isi penyajian komponen LKPD	6	4	4	D	1,00
		7	4	4	D	
		8	4	4	D	
		9	4	4	D	
		10	4	4	D	

**II. Tabel Analisis Perhitungan Gregory**

1) Aspek Kelayakan Isi/Materi LKPD

Validator		Pakar I	
		TL (1 – 2)	L (3 – 4)
Pakar II	TL (1 – 2)	0	0
	L (3 – 4)	0	5

2) Aspek Kelayakan Isi Penyajian LKPD

Validator		Pakar I	
		TL (1 – 2)	L (3 – 4)
Pakar II	TL (1 – 2)	0	0
	L (3 – 4)	0	5

**III. Hasil Analisis Perhitungan Gregory**

1) Aspek Kelayakan Isi/Materi LKPD

$$KVG = \frac{D}{A + B + C + D}$$

$$KVG = \frac{5}{0 + 0 + 0 + 5}$$

$$KVG = 1$$

(Validitas Sangat Tinggi)

2) Aspek Kelayakan Isi/Materi LKPD

$$KVG = \frac{D}{A+B+C+D}$$

$$KVG = \frac{5}{0+0+0+5}$$

$$KVG = 1$$

(Validitas Sangat Tinggi)

## B. Hasil Analisis LKPD Bioteknologi

### I. Tabel Bantu Tabulasi Gregory

Bab	Aspek Validasi	Indikator	Pakar 1	Pakar 2	Relevansi	Nilai KVG
Bioteknologi	Kelayakan isi atau materi pada LKPD	1	4	4	D	1,00
		2	4	4	D	
		3	4	4	D	
		4	4	4	D	
		5	4	4	D	
	Kelayakan isi penyajian komponen LKPD	6	4	4	D	1,00
		7	4	4	D	
		8	4	4	D	
		9	4	4	D	
		10	4	4	D	

### II. Tabel Analisis Perhitungan Gregory

1) Aspek Kelayakan Isi/Materi LKPD

Validator		Pakar I	
		TL (1 – 2)	L (3 – 4)
Pakar II	TL (1 – 2)	0	0
	L (3 – 4)	0	5

2) Aspek Kelayakan Isi Penyajian LKPD

Validator		Pakar I	
		TL (1 – 2)	L (3 – 4)
Pakar II	TL (1 – 2)	0	0
	L (3 – 4)	0	5



### III. Hasil Analisis Perhitungan Gregory

1) Aspek Kelayakan Isi/Materi LKPD

$$KVG = \frac{D}{A+B+C+D}$$

$$KVG = \frac{5}{0+0+0+5}$$

$$KVG = 1$$

(Validitas Sangat Tinggi)

2) Aspek Kelayakan Isi/Materi LKPD

$$KVG = \frac{D}{A+B+C+D}$$

$$KVG = \frac{5}{0+0+0+5}$$

$$KVG = 1$$

(Validitas Sangat Tinggi)

### C. Hasil Analisis LKPD Energi Terbarukan

#### I. Tabel Bantu Tabulasi Gregory

Bab	Aspek Validasi	Indikator	Pakar 1	Pakar 2	Relevansi	Nilai KVG
Energi Terbarukan	Kelayakan isi atau materi pada LKPD	1	4	4	D	1,00
		2	4	4	D	
		3	4	4	D	
		4	4	4	D	
		5	4	4	D	
	Kelayakan isi penyajian komponen LKPD	6	4	4	D	1,00
		7	4	4	D	
		8	4	4	D	
		9	4	4	D	
		10	4	4	D	

#### II. Tabel Analisis Perhitungan Gregory

1) Aspek Kelayakan Isi/Materi LKPD

Validator		Pakar I	
		TL (1 – 2)	L (3 – 4)
Pakar II	TL (1 – 2)	0	0
	L (3 – 4)	0	5

2) Aspek Kelayakan Isi Penyajian LKPD

Validator		Pakar I	
		TL (1 – 2)	L (3 – 4)
Pakar II	TL (1 – 2)	0	0
	L (3 – 4)	0	5

**III. Hasil Analisis Perhitungan Gregory**

1) Aspek Kelayakan Isi/Materi LKPD

$$KVG = \frac{D}{A + B + C + D}$$

$$KVG = \frac{5}{0 + 0 + 0 + 5}$$

$$KVG = 1$$

(Validitas Sangat Tinggi)

2) Aspek Kelayakan Isi/Materi LKPD

$$KVG = \frac{D}{A + B + C + D}$$

$$KVG = \frac{5}{0 + 0 + 0 + 5}$$

$$KVG = 1$$

(Validitas Sangat Tinggi)

**D. Rekapitulasi Analisis Validasi Materi LKPD**

**Tabel 1.** Rekapitulasi Hasil Analisis Validasi Materi LKPD

No	Aspek	Nilai KVG	Kualifikasi Validasi
1	Kelayakan isi atau materi LKPD	1,00	Sangat Tinggi
2	Kelayakan isi penyajian komponen LKPD	1,00	Sangat Tinggi
Rata-Rata Keseluruhan Aspek		1,00	Sangat Baik

## Lampiran 17. Instrumen Validitas Bahasa LKPD

### LEMBAR PENILAIAN ASPEK KEBAHASAAN

Judul Program : Pengembangan LKPD Bermuatan Etnosains pada Mata Pelajaran IPA SMA Kurikulum Merdeka  
Mata Pelajaran : IPA  
Sasaran Program : Peserta Didik Kelas X SMA Semester Genap Tahun Pelajaran 2022/2023

Bapak/Ibu yang terhormat,

Saya memohon bantuan Bapak/Ibu untuk mengisi angket ini. Angket ini ditujukan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu tentang “LKPD Bermuatan Etnosains pada Mata Pelajaran IPA SMA Kurikulum Merdeka”. Aspek penilaian materi LKPD ini dari komponen penilaian aspek kebahasaan. Penilaian, saran dan koreksi dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas LKPD ini. Atas perhatian dan kesediaannya diucapkan terima kasih.

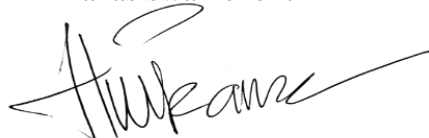
#### A. Petunjuk Pengisian

1. Dimohon Bapak/Ibu memberi nilai pada butir-butir pengembangan LKPD dengan cara mencentang (√) pada kolom yang sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu.
2. Penilaian terdiri atas empat kategori berikut.  
SB = sangat baik (sangat sesuai, sangat jelas, sangat tepat guna, sangat operasional)  
B = baik (sesuai, jelas, operasional)  
C = cukup baik (agak sesuai, cukup, cukup operasional)  
K = tidak baik (tidak sesuai, tidak jelas, tidak operasional)
3. Jika ada saran, masukkan, dan komentar dari masing-masing komponen penilaian, mohon dituliskan pada kolom komentar dan saran/perbaikan yang telah disediakan.

Peneliti mengucapkan terima kasih atas segala bantuan dan kerjasamanya.

Singaraja, 11 Januari 2023

Mahasiswa Peneliti



Tjokorda Gde Putra Wirama  
NIM 2123071007

## ASPEK PENILAIAN BAHASA

<b>Bab I. Pemanasan Global</b>					
<b>Subaspek</b>	<b>Indikator</b>	<b>Alternatif Penilaian</b>			
		<b>SB</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>K</b>
A. Lugas	1. Ketepatan struktur kalimat.				
	2. Keefektifan kalimat.				
	3. Kebakuan istilah.				
B. Komunikatif	4. Keterbacaan pesan				
	5. Ketepatan penggunaan kaidah bahasa.				
C. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan peserta didik	6. Kesesuaian perkembangan intelektual peserta didik.				
	7. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan emosional peserta didik.				
D. Keruntutan dan keterpaduan alur pikir	8. Keruntutan dan keterpaduan antar paragraf				
E. Penggunaan istilah, simbol, atau ikon	9. Konsistensi penggunaan istilah.				
<b>Bab II. Bioteknologi</b>					
<b>Subaspek</b>	<b>Indikator</b>	<b>Alternatif Penilaian</b>			
		<b>SB</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>K</b>
A. Lugas	1. Ketepatan struktur kalimat.				
	2. Keefektifan kalimat.				
	3. Kebakuan istilah.				
B. Komunikatif	4. Keterbacaan pesan				
	5. Ketepatan penggunaan kaidah bahasa.				
C. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan peserta didik	6. Kesesuaian perkembangan intelektual peserta didik.				
	7. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan emosional peserta didik.				
D. Keruntutan dan	8. Keruntutan dan keterpaduan antar paragraf				

keterpaduan alur pikir					
E. Penggunaan istilah, simbol, atau ikon	9. Konsistensi penggunaan istilah.				
<b>Bab III. Energi Terbarukan</b>					
Subaspek	Indikator	Alternatif Penilaian			
		SB	B	C	K
A. Lugas	1. Ketepatan struktur kalimat.				
	2. Keefektifan kalimat.				
	3. Kebakuan istilah.				
B. Komunikatif	4. Keterbacaan pesan				
	5. Ketepatan penggunaan kaidah bahasa.				
C. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan peserta didik	6. Kesesuaian perkembangan intelektual peserta didik.				
	7. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan emosional peserta didik.				
D. Keruntutan dan keterpaduan alur pikir	8. Keruntutan dan keterpaduan antar paragraf				
E. Penggunaan istilah, simbol, atau ikon	9. Konsistensi penggunaan istilah.				

**Komentar dan Saran**

.....

.....

.....

.....

.....

.....



**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah Bapak/Ibu berikan, bahwa LKPD ini dinyatakan\*):

1. Valid digunakan di lapangan tanpa adanya revisi
2. Valid digunakan di lapangan dengan adanya revisi
3. Tidak valid digunakan di lapangan

\*) Lingkari salah satu

Singaraja ,.....2023

Validator



Lampiran 18. Hasil Validitas Bahasa LKPD

**HASIL VALIDITAS BAHASA LKPD**

<b>Bab I. Pemanasan Global</b>					
<b>Subaspek</b>	<b>Indikator</b>	<b>Alternatif Penilaian</b>			
		<b>SB</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>K</b>
A. Lugas	1. Ketepatan struktur kalimat.	√			
	2. Keefektifan kalimat.	√			
	3. Kebakuan istilah.	√			
B. Komunikatif	4. Keterbacaan pesan	√			
	5. Ketepatan penggunaan kaidah bahasa.	√			
C. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan peserta didik	6. Kesesuaian perkembangan intelektual peserta didik.		√		
	7. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan emosional peserta didik.		√		
D. Keruntutan dan keterpaduan alur pikir	8. Keruntutan dan keterpaduan antar paragraf	√			
E. Penggunaan istilah, simbol, atau ikon	9. Konsistensi penggunaan istilah.	√			
<b>Bab II. Bioteknologi</b>					
<b>Subaspek</b>	<b>Indikator</b>	<b>Alternatif Penilaian</b>			
		<b>SB</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>K</b>
F. Lugas	10. Ketepatan struktur kalimat.	√			
	11. Keefektifan kalimat.	√			
	12. Kebakuan istilah.	√			
G. Komunikatif	13. Keterbacaan pesan	√			
	14. Ketepatan penggunaan kaidah bahasa.	√			
H. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan peserta didik	15. Kesesuaian perkembangan intelektual peserta didik.		√		
	16. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan emosional peserta didik.		√		
I. Keruntutan dan	17. Keruntutan dan keterpaduan antar paragraf	√			

keterpaduan alur pikir					
J. Penggunaan istilah, simbol, atau ikon	18. Konsistensi penggunaan istilah.	√			
<b>Bab III. Energi Terbarukan</b>					
Subaspek	Indikator	Alternatif Penilaian			
		SB	B	C	K
F. Lugas	10. Ketepatan struktur kalimat.	√			
	11. Keefektifan kalimat.	√			
	12. Kebakuan istilah.	√			
G. Komunikatif	13. Keterbacaan pesan	√			
	14. Ketepatan penggunaan kaidah bahasa.	√			
H. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan peserta didik	15. Kesesuaian perkembangan intelektual peserta didik.		√		
	16. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan emosional peserta didik.		√		
I. Keruntutan dan keterpaduan alur pikir	17. Keruntutan dan keterpaduan antar paragraf	√			
J. Penggunaan istilah, simbol, atau ikon	18. Konsistensi penggunaan istilah.	√			

### **Komentar dan Saran**

Secara umum penggunaan bahasa Indonesia ragam baku/formal untuk ranah pendidikan (bahasa perangkat pembelajaran) sudah sangat bagus dan komunikatif. Ada beberapa kesalahan umum pada kata “kesimpulan” yang baku adalah simpulan. Ada kata prototipe yang baku adalah purwarupa. Validator bahasa bekerja untuk menjadikan bahasa lebih efektif yang tampak pada pengurangan kata yang mubazir. Untuk itu jika ketemu teks dalam blok merah ini artinya kata tersebut atau kalimat yang diblok merah HARUS DIHAPUS ATAU DIDELETE ATAU DICUT.

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah Bapak/Ibu berikan, bahwa LKPD ini dinyatakan\*):

1. Valid digunakan di lapangan tanpa adanya revisi
2. Valid digunakan di lapangan dengan adanya revisi
3. Tidak valid digunakan di lapangan

\*) Lingkari salah satu

Singaraja, 23 Januari 2023

Validator



Lampiran 19. Hasil Analisis Validitas Bahasa LKPD

**Hasil Perhitungan Validitas Bahasa LKPD**

Butir Penilaian	Hasil Penilaian	Perhitungan Validitas
Pemanasan Global		
1.	SB	$V = \frac{(jumlah\ SB \times 4) + (jumlah\ B \times 3)}{36} \times 100\%$ $V = \frac{(7 \times 4) + (2 \times 3)}{36} \times 100\%$ $V = 94\%$ <p><i>Kreteria Sangat Valid</i>  <b>Kesimpulan : Validitas Bahasa Sangat Tinggi.</b></p>
2.	SB	
3.	SB	
4.	SB	
5.	SB	
6.	B	
7.	B	
8.	SB	
9.	SB	
Bioteknologi		
1.	SB	$V = \frac{(jumlah\ SB \times 4) + (jumlah\ B \times 3)}{36} \times 100\%$ $V = \frac{(7 \times 4) + (2 \times 3)}{36} \times 100\%$ $V = 94\%$ <p><i>Kreteria Sangat Valid</i>  <b>Kesimpulan : Validitas Bahasa Sangat Tinggi.</b></p>
2.	SB	
3.	SB	
4.	SB	
5.	SB	
6.	B	
7.	B	
8.	SB	
9.	SB	
Energi Terbarukan		
1.	SB	$V = \frac{(jumlah\ SB \times 4) + (jumlah\ B \times 3)}{36} \times 100\%$ $V = \frac{(7 \times 4) + (2 \times 3)}{36} \times 100\%$ $V = 94\%$ <p><i>Kreteria Sangat Valid</i>  <b>Kesimpulan : Validitas Bahasa Sangat Tinggi.</b></p>
2.	SB	
3.	SB	
4.	SB	
5.	SB	
6.	B	
7.	B	
8.	SB	
9.	SB	



Perhitungan Validitas Bahasa LKPD

$$V = \frac{0,94 + 0,94 + 0,94}{3}$$

$$V = 0,94$$

**Kesimpulan : Validitas Bahasa LKPD Sangat Tinggi**



Lampiran 20. Instrumen Validitas Kegrafikaan

**LEMBAR PENILAIAN KEGRAFIKAAN**

Judul Program : Pengembangan LKPD Bermuatan Etnosains pada Mata Pelajaran IPA SMA Kurikulum Merdeka  
Mata Pelajaran : IPA  
Sasaran Program : Peserta Didik Kelas X SMA Semester Genap Tahun Pelajaran 2022/2023

Bapak/Ibu yang terhormat,

Saya memohon bantuan Bapak/Ibu untuk mengisi angket ini. Angket ini ditujukan untuk mengetahui pendapat Bapak/ Ibu tentang “LKPD Bermuatan Etnosains pada Mata Pelajaran IPA SMA Kurikulum Merdeka”. Aspek penilaian materi LKPD ini dari komponen penilaian aspek kegrafikaan. Penilaian, saran dan koreksi dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas LKPD ini. Atas perhatian dan kesediaannya diucapkan terima kasih.

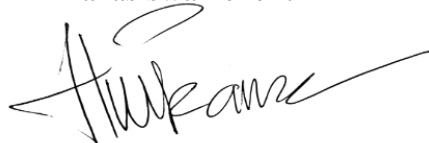
**A. Petunjuk Pengisian**

1. Dimohon Bapak/Ibu memberi nilai pada butir-butir pengembangan LKPD dengan cara mencentang (√) pada kolom yang sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu.
2. Penilaian terdiri atas empat kategori berikut.  
SB = sangat baik (sangat sesuai, sangat jelas, sangat tepat guna, sangat operasional)  
B = baik (sesuai, jelas, operasional)  
C = cukup baik (agak sesuai, cukup, cukup operasional)  
K = tidak baik (tidak sesuai, tidak jelas, tidak operasional)
3. Jika ada saran, masukkan, dan komentar dari masing-masing komponen penilaian, mohon dituliskan pada kolom komentar dan saran/perbaikan yang telah disediakan.

Peneliti mengucapkan terima kasih atas segala bantuan dan kerjasamanya.

Singaraja, 11 Januari 2023

Mahasiswa Peneliti



Tjokorda Gde Putra Wirama  
NIM 2123071007

### ASPEK KEGRAFIKAAN

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Alternatif Pilihan				Komentar dan Saran	
		SB	B	C	K		
Desain Sampul LKPD ( <i>Cover</i> )	Tata Letak Kulit LKPD						
	1. Komposisi dan ukuran unsur tata letak (judul, pengarang, ilustrasi, logo, dll.) proporsional.						
	2. Warna unsur tata letak harmonis dan memperjelas fungsi.						
	Huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca						
	3. Huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca						
	4. Warna judul buku kontras dengan warna latar belakang						
	5. Tidak menggunakan terlalu banyak kombinasi jenis huruf.						
	Ilustrasi Sampul LKPD						
	6. Menggambarkan isi/materi ajar dan mengungkapkan karakter objek						
	7. Bentuk, warna, ukuran, proporsi objek sesuai dengan realita.						
	B. Desain Isi LKPD	Konsistensi Tata Letak					
		8. Penempatan unsur tata letak konsisten berdasarkan pola.					
9. Pemisahan antar paragraf jelas							
Unsur Tata Letak Harmonis							
10. Bidang cetak dan margin proporsional							
11. Margin dua halaman yang berdampingan proporsional							
12. Spasi antara teks dan ilustrasi sesuai							

	Unsur tata letak lengkap					
	13. Penempatan judul kegiatan belajar, sub judul kegiatan belajar, dan nomor halaman tidak mengganggu pemahaman.					
	14. Penempatan judul kegiatan belajar, sub judul kegiatan belajar, dan nomor halaman tidak mengganggu pemahaman.					
Tipografi Isi LKPD						
	15. Tidak menggunakan terlalu banyak jenis huruf					
	16. Penggunaan variasi huruf ( <i>bold, italic, all capital, small capital</i> ) tidak berlebihan.					
Tipografi Mudah Dibaca						
	17. Lebar susunan teks normal.					
	18. Spasi antar baris susunan teks normal.					
	19. Spasi antar huruf ( <i>kerning</i> ) normal.					
Ilustrasi Isi						
	20. Mampu mengungkap makna/ arti dari objek.					
	21. Penyajian keseluruhan ilustrasi serasi.					
	22. Kreatif dan dinamis.					

**Komentar dan Saran**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah Bapak/Ibu berikan, bahwa LKPD ini dinyatakan\*):

1. Valid digunakan di lapangan tanpa adanya revisi
2. Valid digunakan di lapangan dengan adanya revisi
3. Tidak valid digunakan di lapangan

\*) Lingkari salah satu

Singaraja ,.....2023

Validator





Lampiran 21. Hasil Validitas Kegrafikaan

**HASIL VALIDITAS KEGRAFIKAAN LKPD**

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Alternatif Pilihan				Komentar dan Saran
		SB	B	C	K	
Desain Sampul LKPD ( <i>Cover</i> )	Tata Letak Kulit LKPD					
	1. Komposisi dan ukuran unsur tata letak (judul, pengarang, ilustrasi, logo, dll.) proporsional.	√				Komposisi, ukuran, warna, tata letak sudah sangat bagus dan dibuat secara proporsional.
	2. Warna unsur tata letak harmonis dan memperjelas fungsi.	√				
	Huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca					
	3. Huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca	√				Sangat baik
	4. Warna judul buku kontras dengan warna latar belakang	√				Sangat baik
	5. Tidak menggunakan terlalu banyak kombinasi jenis huruf.	√				Sangat baik
	Ilustrasi Sampul LKPD					
	6. Menggambarkan isi/materi ajar dan mengungkapkan karakter objek	√				Sangat baik
	7. Bentuk, warna, ukuran, proporsi objek sesuai dengan realita.	√				Sangat baik
	B. Desain Isi LKPD	Konsistensi Tata Letak				
8. Penempatan unsur tata letak konsisten berdasarkan pola.		√				Sangat baik
9. Pemisahan antar paragraf jelas		√				Sangat baik
Unsur Tata Letak Harmonis						
10. Bidang cetak dan margin proporsional		√				Sangat baik
11. Margin dua halaman yang berdampingan proporsional		√				Sangat baik

12. Spasi antara teks dan ilustrasi sesuai	√				Sangat baik
Unsur tata letak lengkap					
13. Penempatan judul kegiatan belajar, sub judul kegiatan belajar, dan nomor halaman tidak mengganggu pemahaman.	√				Sangat baik
14. Penempatan judul kegiatan belajar, sub judul kegiatan belajar, dan nomor halaman tidak mengganggu pemahaman.	√				Sangat baik
Tipografi Isi LKPD					
15. Tidak menggunakan terlalu banyak jenis huruf	√				Sangat baik
16. Penggunaan variasi huruf ( <i>bold, italic, all capital, small capital</i> ) tidak berlebihan.	√				Sangat baik
Tipografi Mudah Dibaca					
17. Lebar susunan teks normal.	√				Sangat baik
18. Spasi antar baris susunan teks normal.	√				Sangat baik
19. Spasi antar huruf ( <i>kerning</i> ) normal.	√				Sangat baik
Ilustrasi Isi					
20. Mampu mengungkap makna/ arti dari objek.	√				Sangat baik
21. Penyajian keseluruhan ilustrasi serasi.	√				Sangat baik
22. Kreatif dan dinamis.	√				Sangat baik

### **Komentar dan Saran**

Secara umum E LKPD sudah dibuat dengan sangat baik, dan profesional, sangat layak untuk digunakan.

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah Bapak/Ibu berikan, bahwa LKPD ini dinyatakan\*):

- ① Valid digunakan di lapangan tanpa adanya revisi
2. Valid digunakan di lapangan dengan adanya revisi
3. Tidak valid digunakan di lapangan

\*) Lingkari salah satu

Singaraja, 9 Februari 2023

Validator



Dr I Gede Aris Gunadi., S.Si., M.Kom



Lampiran 22. Hasil Analisis Validitas Kegrampilan

**Hasil Perhitungan Validitas Kegrampilan LKPD**

Butir Penilaian	Hasil Penilaian
1.	SB
2.	SB
3.	SB
4.	SB
5.	SB
6.	SB
7.	SB
8.	SB
9.	SB
10.	SB
11.	SB
12.	SB
13.	SB
14.	SB
15.	SB
16.	SB
17.	SB
18.	SB
19.	SB
20.	SB
21.	SB
22.	SB

Keterangan:

SB = Sangat baik dengan nilai 4

B = Baik dengan nilai 3

C = Cukup dengan nilai 2

K = Kurang dengan nilai 1

$$V = \frac{(\text{jumlah SB} \times 4)}{88} \times 100\%$$

$$V = \frac{(22 \times 4)}{88} \times 100\%$$

$$V = 100\% \text{ atau } 1,00$$

*Kriteria sangat valid*

**Kesimpulan : Validitas Kegrafikaan Sangat Tinggi.**





Lampiran 23. Instrumen Angket Uji Kepraktisan Guru

**ANGKET UJI KEPRAKTISAN GURU  
LKPD BERMUATAN ETNOSAINS PADA MATA PELAJARAN IPA SMA  
KURIKULUM MERDEKA**

Nama :  
NIP :  
Asal Instansi :

Mohon bantuannya Bapak/Ibu guru memberikan penilaian kepraktisan terhadap LKPD Bermuatan Etnosains pada Mata Pelajaran IPA SMA Kurikulum Merdeka. Penilaian ini digunakan untuk melihat tingkat kepraktisan LKPD.

Petunjuk Pengisian :

1. Mohon melengkapi nama, NIP, asal instansi Bapak/Ibu Guru pada tempat yang telah disediakan.
2. Mohon memberikan tanda *check* (√) pada kolom yang sesuai dengan penilaian anda terhadap LKPD Bermuatan Etnosains pada Mata Pelajaran IPA SMA Kurikulum Merdeka.

Keterangan penilaian:

TS = tidak setuju = skor 1  
KS = kurang setuju = skor 2  
S = setuju = skor 3  
SS = sangat setuju = skor 4

3. Setelah mengisi semua item penilai, Bapak/Ibu Guru dimohon untuk memberikan komentar/saran sebagai pertimbangan dalam perbaikan LKPD.

No	Pernyataan	Penilaian			
		TS	KS	S	SS
1.	Kesesuaian kegiatan dengan capaian pembelajaran.				
2.	Kesesuaian tujuan pembelajaran dengan capaian pembelajaran.				
3.	Kesesuaian kegiatan dengan tujuan pembelajaran.				
4.	Kecukupan materi dalam LKPD untuk mencapai tujuan.				
5.	Kesesuaian urutan materi yang disajikan dengan sintaks keterampilan proses sains.				

6.	Muatan kearifan lokal memotivasi siswa untuk belajar sains.				
7.	Kesesuaian kegiatan LKPD untuk meningkatkan hasil belajar.				
8.	Kesesuaian kegiatan untuk mendukung siswa aktif saat proses pembelajaran.				
9.	Kesesuaian soal yang disajikan dengan tujuan pembelajaran.				
10.	Bahasa yang digunakan mudah dimengerti siswa.				
11.	Susunan kalimat jelas dan lengkap.				
12.	Pemilihan kata dapat menarik minat belajar siswa.				
13.	Ketepatan pemilihan gambar pada LKPD.				
14.	Gambar yang diberikan mempermudah pemahaman siswa.				
15.	Tampilan LKPD menarik minat belajar siswa.				
16.	LKPD mempermudah guru memberikan materi.				
17.	Kemudahan LKPD diterapkan dalam proses pembelajaran.				
18.	Kesesuaian kegiatan pembelajaran dengan sintaks keterampilan proses sains				

**Komentar dan saran perbaikan secara keseluruhan**

.....  
 .....

**Kesimpulan Menurut Anda produk ini, dinyatakan\*):**

1. Praktis digunakan dalam pembelajaran tanpa adanya revisi
2. Praktis digunakan dalam pembelajaran dengan adanya revisi
3. Tidak praktis digunakan dalam pembelajaran

\*) Lingkari salah satu

Singaraja , ..... 2023

Responden,

( )

Lampiran 24. Sampel Hasil Angket Uji Kepraktisan Guru

**ANGKET UJI KEPRAKTISAN GURU  
LKPD BERMUATAN ETNOSAINS PADA MATA PELAJARAN IPA SMA  
KURIKULUM MERDEKA**

Nama : Ni Wayan Manik Hermawati, S.Pd., M.Pd.  
NIP : 196802161990032011  
Asal Instansi : SMA Negeri 3 Singaraja

Mohon bantuannya Bapak/Ibu guru memberikan penilaian kepraktisan terhadap LKPD Bermuatan Etnosains pada Mata Pelajaran IPA SMA Kurikulum Merdeka. Penilaian ini digunakan untuk melihat tingkat kepraktisan LKPD.

Petunjuk Pengisian :

4. Mohon melengkapi nama, NIP, asal instansi Bapak/Ibu Guru pada tempat yang telah disediakan.
5. Mohon memberikan tanda *check* (√) pada kolom yang sesuai dengan penilaian anda terhadap LKPD Bermuatan Etnosains pada Mata Pelajaran IPA SMA Kurikulum Merdeka.

Keterangan penilaian:

TS = tidak setuju = skor 1  
KS = kurang setuju = skor 2  
S = setuju = skor 3  
SS = sangat setuju = skor 4

6. Setelah mengisi semua item penilai, Bapak/Ibu Guru dimohon untuk memberikan komentar/saran sebagai pertimbangan dalam perbaikan LKPD.

No	Pernyataan	Penilaian			
		TS	KS	S	SS
1.	Kesesuaian kegiatan dengan capaian pembelajaran.				√
2.	Kesesuaian tujuan pembelajaran dengan capaian pembelajaran.				√
3.	Kesesuaian kegiatan dengan tujuan pembelajaran.				√
4.	Kecukupan materi dalam LKPD untuk mencapai tujuan.				√
5.	Kesesuaian urutan materi yang disajikan dengan sintaks keterampilan proses sains.				√

6.	Muatan kearifan lokal memotivasi siswa untuk belajar sains.				√
7.	Kesesuaian kegiatan LKPD untuk meningkatkan hasil belajar.				√
8.	Kesesuaian kegiatan untuk mendukung siswa aktif saat proses pembelajaran.				√
9.	Kesesuaian soal yang disajikan dengan tujuan pembelajaran.			√	
10.	Bahasa yang digunakan mudah dimengerti siswa.				√
11.	Susunan kalimat jelas dan lengkap.				√
12.	Pemilihan kata dapat menarik minat belajar siswa.				√
13.	Ketepatan pemilihan gambar pada LKPD.				√
14.	Gambar yang diberikan mempermudah pemahaman siswa.			√	
15.	Tampilan LKPD menarik minat belajar siswa.				√
16.	LKPD mempermudah guru memberikan materi.			√	
17.	Kemudahan LKPD diterapkan dalam proses pembelajaran.				√
18.	Kesesuaian kegiatan pembelajaran dengan sintaks keterampilan proses sains				√

**Komentar dan saran perbaikan secara keseluruhan**

LKPD yg dikembangkan sudah bagus, sudah sesuai dengan tujuan pembelajaran dan capaian pembelajaran.

**Kesimpulan Menurut Anda produk ini, dinyatakan\*):**

- ① Praktis digunakan dalam pembelajaran tanpa adanya revisi
2. Praktis digunakan dalam pembelajaran dengan adanya revisi
3. Tidak praktis digunakan dalam pembelajaran

\*) Lingkari salah satu

Singaraja , 24 Februari 2023

Responden,



Ni Wayan Manik Hermawati, S.Pd., M..Pd.

Lampiran 25. Hasil Analisis Angket Uji Kepraktisan Guru

**Hasil Analisis Uji Kepraktisan Guru**

Aspek	Pernyataan	Hasil Penelitian							Total Skor	Rata-rata Responden	Nilai	Rata-rata
		G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7				
Isi	1. Kesesuaian kegiatan dengan capaian pembelajaran.	4	4	4	4	4	4	4	28	4.00	100	93
	2. Kesesuaian tujuan pembelajaran dengan capaian pembelajaran.	4	4	4	4	4	4	4	28	4.00	100	
	3. Kesesuaian kegiatan dengan tujuan pembelajaran.	4	4	3	3	3	3	4	24	3.43	86	
	4. Kecukupan materi dalam LKPD untuk mencapai tujuan.	4	4	4	3	3	3	3	24	3.43	86	
	5. Kesesuaian urutan materi yang disajikan dengan sintaks keterampilan proses sains.	4	4	4	4	4	4	4	28	4.00	100	
	6. Muatan kearifan lokal memotivasi siswa untuk belajar sains.	4	4	3	4	3	4	4	26	3.71	93	
	7. Kesesuaian kegiatan LKPD untuk meningkatkan hasil belajar.	4	4	3	4	3	4	4	26	3.71	93	
	8. Kesesuaian kegiatan untuk mendukung siswa aktif saat proses pembelajaran.	3	4	4	3	4	4	4	26	3.71	93	
	9. Kesesuaian soal yang disajikan dengan tujuan pembelajaran.	3	3	3	4	4	4	3	24	3.43	86	
Kebahasaan	10. Bahasa yang digunakan mudah dimengerti siswa.	4	4	4	4	4	4	4	28	4.00	100	100
	11. Susunan kalimat jelas dan lengkap.	4	4	4	4	4	4	4	28	4.00	100	
	12. Pemilihan kata dapat menarik minat belajar siswa.	4	4	4	4	4	4	4	28	4.00	100	
Kegrafikaan	13. Ketepatan pemilihan gambar pada LKPD.	4	4	4	4	4	4	4	28	4.00	100	96
	14. Gambar yang diberikan mempermudah pemahaman siswa.	3	3	4	4	4	4	3	25	3.57	89	



	15. Tampilan LKPD menarik minat belajar siswa.	4	4	4	4	4	4	4	28	4.00	100	
Kepraktisan	16. LKPD mempermudah guru memberikan materi.	3	3	4	4	3	3	3	23	3.29	82	90
	17. Kemudahan LKPD diterapkan dalam proses pembelajaran	4	4	3	3	3	4	4	25	3.57	89	
	18. Kesesuaian kegiatan pembelajaran dengan sintaks keterampilan proses sains.	4	4	4	4	4	4	4	28	4.00	100	
Jumlah Skor		68	69	67	68	66	69	68				95
Rata-rata Skor		3.78	3.83	3.72	3.78	3.67	3.83	3.78				
Nilai Kepraktisan Tiap Responden		94	96	93	94	92	96	94				
Kriteria		SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP				
Nilai Kepraktisan Keseluruhan		95										
Kriteria		Sangat Praktis										



Lampiran 26. Instrumen Uji Kepraktisan oleh Siswa

**ANGKET UJI KEPRAKTISAN SISWA  
LKPD BERMUATAN ETNOSAINS PADA MATA PELAJARAN IPA SMA  
KURIKULUM MERDEKA**

Nama :  
No. absen :  
Kelas :

Mohon bantuannya untuk memberikan penilaian pada kepraktisan LKPD Bermuatan Etnosains pada Mata Pelajaran IPA SMA Kurikulum Merdeka. Penilaian ini digunakan untuk melihat tingkat kepraktisan LKPD.

Petunjuk Pengisian :

1. Mohon melengkapi nama, no, dan kelas pada tempat yang telah disediakan.
2. Mohon memberikan tanda *check* (✓) pada kolom yang sesuai dengan penilaian anda terhadap LKPD Bermuatan Etnosains pada Mata Pelajaran IPA SMA Kurikulum Merdeka.

Keterangan penilaian:

TS = tidak setuju = skor 1  
KS = kurang setuju = skor 2  
S = setuju = skor 3  
SS = sangat setuju = skor 4

3. Setelah mengisi semua item penilaian, dimohon untuk memberikan komentar/saran sebagai pertimbangan dalam perbaikan LKPD.

No.	Pernyataan	Penilaian			
		TS	KS	S	SS
1.	Petunjuk pada LKPD mudah dipahami siswa				
2.	Literasi etnosains yang disajikan mudah untuk dipahami				
3.	Langkah pembelajaran pada LKPD jelas dan mudah diikuti				
4.	Muatan kearifan lokal memotivasi siswa untuk belajar IPA				
5.	Kesesuaian soal yang disajikan dengan tujuan pembelajaran				
6.	Bahasa yang digunakan mudah dimengerti siswa				
7.	Susunan kalimat jelas dan lengkap				

8.	Pemilihan kata sesuai dengan perkembangan siswa				
9.	Instruksi kegiatan pada LKPD mudah dipahami dan dapat dikerjakan secara berkelompok				
10.	Ketepatan pemilihan gambar pada LKPD				
11.	Gambar yang diberikan mempermudah pemahaman siswa				
12.	Tampilan gambar yang diberikan sesuai dengan lingkungan siswa				
13.	Tampilan LKPD menarik minat belajar siswa				
14.	Kegiatan pada LKPD tersebut dapat memotivasi untuk menemukan suatu konsep				
15.	LKPD membantu siswa memahami materi				

**Komentar dan saran perbaikan secara keseluruhan**

.....

.....

.....

.....

.....

**Kesimpulan Menurut Anda produk ini, dinyatakan\*):**

1. Praktis digunakan dalam pembelajaran tanpa adanya revisi
2. Praktis digunakan dalam pembelajaran dengan adanya revisi
3. Tidak praktis digunakan dalam pembelajaran

\*) Lingkari salah satu

Gerokgak, .....2023  
Responden,

.....

Lampiran 27. Sampel Hasil Uji Kepraktisan oleh Siswa

**ANGKET UJI KEPRAKTISAN SISWA  
LKPD BERMUATAN ETNOSAINS PADA MATA PELAJARAN IPA SMA  
KURIKULUM MERDEKA**

Nama : Made Indira Laksmi  
No. absen : 21  
Kelas : X7

Mohon bantuannya untuk memberikan penilaian pada kepraktisan LKPD Bermuatan Etnosains pada Mata Pelajaran IPA SMA Kurikulum Merdeka. Penilaian ini digunakan untuk melihat tingkat kepraktisan LKPD.

Petunjuk Pengisian :

4. Mohon melengkapi nama, no, dan kelas pada tempat yang telah disediakan.
5. Mohon memberikan tanda *check* (✓) pada kolom yang sesuai dengan penilaian anda terhadap LKPD Bermuatan Etnosains pada Mata Pelajaran IPA SMA Kurikulum Merdeka.

Keterangan penilaian:

TS = tidak setuju = skor 1  
KS = kurang setuju = skor 2  
S = setuju = skor 3  
SS = sangat setuju = skor 4

6. Setelah mengisi semua item penilaian, dimohon untuk memberikan komentar/saran sebagai pertimbangan dalam perbaikan LKPD.

No.	Pernyataan	Penilaian			
		TS	KS	S	SS
1.	Petunjuk pada LKPD mudah dipahami siswa				✓
2.	Literasi etnosains yang disajikan mudah untuk dipahami				✓
3.	Langkah pembelajaran pada LKPD jelas dan mudah diikuti				✓
4.	Muatan kearifan lokal memotivasi siswa untuk belajar IPA				✓
5.	Kesesuaian soal yang disajikan dengan tujuan pembelajaran			✓	
6.	Bahasa yang digunakan mudah dimengerti siswa				✓
7.	Susunan kalimat jelas dan lengkap				✓

8.	Pemilihan kata sesuai dengan perkembangan siswa			√	
9.	Instruksi kegiatan pada LKPD mudah dipahami dan dapat dikerjakan secara berkelompok				√
10.	Ketepatan pemilihan gambar pada LKPD				√
11.	Gambar yang diberikan mempermudah pemahaman siswa			√	
12.	Tampilan gambar yang diberikan sesuai dengan lingkungan siswa				√
13.	Tampilan LKPD menarik minat belajar siswa				√
14.	Kegiatan pada LKPD tersebut dapat memotivasi untuk menemukan suatu konsep				√
15.	LKPD membantu siswa memahami materi			√	

**Komentar dan saran perbaikan secara keseluruhan**

LKPD sangat menarik dan mudah dipahami, sehingga menambah minat siswa untuk belajar. Untuk perbaikan sejauh ini belum ada.

**Kesimpulan Menurut Anda produk ini, dinyatakan\*):**

- ① Praktis digunakan dalam pembelajaran tanpa adanya revisi
2. Praktis digunakan dalam pembelajaran dengan adanya revisi
3. Tidak praktis digunakan dalam pembelajaran

\*) Lingkari salah satu

Gerokgak, 7 Maret 2023

Responden,

*J. Indira Laksmi*

Made Indira Laksmi



Lampiran 28. Hasil Analisis Uji Kepraktisan oleh Siswa

**Hasil Analisis Uji Kepraktisan Oleh Siswa**

Aspek	Pernyataan	Hasil Penelitian									Total Skor	Rata-rata Responden	Nilai	Rata-rata
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9				
Isi	1. Petunjuk pada LKPD mudah dipahami siswa	4	4	4	4	4	4	3	3	4	34	3.78	94	92
	2. Literasi etnosains yang disajikan mudah untuk dipahami	4	3	3	4	4	4	4	3	4	33	3.67	92	
	3. Langkah pembelajaran pada LKPD jelas dan mudah diikuti	4	4	4	4	4	3	3	4	4	34	3.78	94	
	4. Muatan kearifan lokal memotivasi siswa untuk belajar sains	4	3	3	4	4	4	4	4	4	34	3.78	94	
	5. Kesesuaian soal yang disajikan dengan tujuan pembelajaran	3	3	3	4	3	4	3	4	4	31	3.44	86	
Keaba- hasaan	6. Bahasa yang digunakan mudah dimengerti siswa	4	4	3	3	4	4	4	4	4	34	3.78	94	92
	7. Susunan kalimat jelas dan lengkap	4	3	4	3	4	4	4	4	4	34	3.78	94	
	8. Pemilihan kata sesuai dengan perkembangan	3	4	4	4	3	4	4	4	3	33	3.67	92	
	9. Prosedur kerja mudah dipahami dan dikerjakan secara berkelompok	4	4	4	3	3	3	3	4	4	32	3.56	89	
Kegra- fikaan	10. Ketepatan pemilihan gambar pada LKPD	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36	4.00	100	94

	11. Gambar yang diberikan mempermudah pemahaman siswa	4	3	3	4	4	4	4	4	3	33	3.67	92	
	12. Tampilan gambar yang diberikan sesuai dengan lingkungan siswa	4	4	3	4	4	3	3	4	3	32	3.56	89	
	13. Tampilan LKPD menarik minat belajar siswa	4	4	4	4	3	3	4	4	4	34	3.78	94	
Kepraktisan	14. Kegiatan pada LKPD tersebut dapat memotivasi untuk menemukan suatu konsep	4	4	4	3	4	3	4	3	3	32	3.56	89	90
	15. LKPD membantu siswa memahami materi.	3	4	4	4	4	3	3	4	4	33	3.67	92	
	Jumlah Skor	57	55	54	56	56	54	54	57	56	57			92
	Rata-rata Skor	3.80	3.67	3.60	3.73	3.73	3.60	3.60	3.80	3.73	3.80			
	Nilai Kepraktisan Tiap Responden	95	92	90	93	93	90	90	95	93	95			
	Kriteria	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP			
	Nilai Kepraktisan Keseluruhan	92												
	Kriteria	Sangat Praktis												

Lampiran 29. Soal Hasil Belajar Sebelum Uji Coba

**KISI-KISI TES HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK  
MATERI : BIOTEKNOLOGI**

Jenjang Sekolah : SMA  
 Alokasi Waktu : 1 x 45 menit  
 Mata Pelajaran : IPA  
 Jumlah Soal : 30 Soal Pilihan Ganda  
 Tahun Pelajaran : 2022/2023

Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Kunci Jawaban
Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal atau global dari pemahamannya tentang keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, penerapan bioteknologi, komponen ekosistem dan interaksi antar komponen	Peserta didik mampu menjelaskan definisi dan macam-macam bioteknologi.	Siswa dapat membedakan bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern	C2	1 3 4	A A D
		Siswa dapat menganalisis prinsip bioteknologi	C4	2 7 20 22	D A A A
		Siswa dapat menentukan mikroorganisme yang berperan dalam proses pembuatan produk bioteknologi	C3	5 6 19	A C B
		Siswa dapat menganalisis proses yang terjadi dalam	C4	18 8 9 10	A B B D

serta perubahan lingkungan.	pembuatan produk bioteknologi		11	C	
			12	D	
			21	C	
			23	D	
	Siswa dapat menganalisis kelebihan dan kekurangan produk bioteknologi	C4		24	D
				25	C
				26	A
				27	B
				28	E
	Siswa dapat menyimpulkan penyebab kegagalan pembuatan suatu produk bioteknologi	C5		13	C
			14	B	
Siswa dapat menciptakan gagasan untuk mencegah dampak negatif bioteknologi	C6		30	E	
Peserta didik dapat menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional, atau global terkait inovasi bioteknologi.	C6		15	B	
			16	B	
			17	B	

**SOAL**  
**TES HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK**  
Materi : Bioteknologi

1. Perhatikan tabel berikut ini!

No	Faktor Pembeda	Bioteknologi Konvensional	Bioteknologi Modern
1.	Peralatan dan teknologi yang digunakan	Peralatan dan metode masih sederhana, contohnya menggunakan wadah biasa.	Peralatan dan teknologi yang canggih dan modern, contohnya bioreactor dan lain-lain.
2.	Biaya produksi	Relatif lebih mahal	Relatif lebih murah
3.	Produk yang dihasilkan	Sedikit (terbatas) dengan kualitas yang belum terjamin	Banyak dengan waktu yang relative cepat dan kualitas terjamin
4.	Cara pemanfaatan	Tidak menggunakan mikroorganismen langsung	Menggunakan produk kimia
5.	Pelaku	Setiap orang dengan ilmu yang didapat secara turun temurun	Profesional yang memiliki dasar keilmuan tertentu
6.	Contoh produk	Tanaman transgenik, antibody monoklonal	Keju, tempe, wine, yoghurt

- A. 1, 3, dan 5
- B. 2, 3, dan 5
- C. 2, 4, dan 6
- D. 3, 4, dan 5
- E. 1, 2, dan 3

2. Mikroorganismen yang digunakan dalam proses bioteknologi harus memiliki sifat-sifat tertentu, di antaranya....
- A. menghasilkan produk yang bersifat alergen
  - B. merupakan mikroba patogen yang membahayakan
  - C. tidak menghasilkan racun atau toksin sampingan yang berbahaya
  - D. memiliki produktivitas yang tinggi serta sifat yang mudah dikendalikan
  - E. memerlukan persyaratan nutrisi yang tidak rumit



3. Berikut ini adalah bagian dari bioteknologi.

- 1) Pembuatan arak
- 2) Pembuatan brem
- 3) Pembuatan beras emas
- 4) Pembuatan insulin
- 5) Pembuatan urutan

Yang tergolong bioteknologi konvensional adalah...

- A. 1), 2), 5)
- B. 2), 5), 3)
- C. 1), 2), 3)
- D. 3), 4), 5)
- E. 2), 3), 4)

4. Berbagai contoh produk bioteknologi.

- 1) Arak
- 2) Domba kloning
- 3) Hormon interferon
- 4) Tape ketan
- 5) Antibodi monoklonal

Produk bioteknologi modern adalah...

- A. 1), 2) dan 3
- B. 1), 3) dan 4
- C. 2), 3) dan 4
- D. 2), 3) dan 5
- E. 3), 4) dan 5

5. Perhatikan gambar di bawah ini!



Mikroorganisme yang berperan dalam proses pembuatan produk bioteknologi pada gambar di atas adalah...

- A. *Saccharomyces cerevicae*
- B. *Rhyzopus oryzae*
- C. *Aspergilus wentii*
- D. *Pediococcus cerevisiae*
- E. *Acetobacter aceti*

6. Produk-produk bioteknologi dan mikroorganismenya yang berperan sebagai berikut :

Produk Bioteknologi	Mikroorganismenya yang Berperan
1. Insulin	P. <i>Escherichia coli</i>
2. Yoghurt	Q. <i>Lactobacillus bulgaricus</i>
3. Tanaman kapas anti serangga	R. <i>Bacillus thuringiensis</i>
4. Antibiotik streptomisin	S. <i>Rhizopus oryzae</i>
5. Protein sel tunggal	T. <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
6. Bovin Somatotropin	U. <i>Streptomyces griseus</i>

Hubungan yang tepat antara produk dan mikroorganismenya yang berperan pada bioteknologi modern adalah...

- A. 1-P, 3-R, dan 6-S
  - B. 1-P, 2-Q, dan 5-R
  - C. 2-Q, 4-U, dan 5-T
  - D. 3-S, 5-P, dan 6-T
  - E. 4-U, 5-T, dan 6-Q
7. Pada proses bioteknologi konvensional bahan baku kacang kedelai yang difermentasikan dapat dibuat berbagai jenis makanan, seperti tauco, tempe, dan kecap. Hal tersebut dapat terjadi karena...
- A. Jenis mikroba yang berbeda mengekskresikan enzim-enzim yang berbeda
  - B. Makin lama proses fermentasi maka jenis makanan yang dihasilkan berbeda
  - C. Tempe tidak memerlukan ruang steril, tauco dan kecap memerlukan ruang steril
  - D. Tauco dan kecap difermentasikan oleh bakteri, tempe difermentasikan oleh jamur
  - E. Tempe, tauco, dan kecap difermentasikan oleh bakteri yang berbeda

8. Dalam proses pembuatan *jaje lalak* (kue tradisional khas Bali) terdapat suatu proses pemberian ragi pada adonannya. Pemberian ragi ini bertujuan agar adonan kue yang digunakan dapat mengembang dengan baik. Mengembangnya adonan kue disebabkan oleh satu mikroorganisme yang terdapat pada ragi yaitu jamur *Saccharomyces cereviceae*. Jamur ini akan menghasilkan karbondioksida yang menyebabkan adonan kue mengembang. Jika dituliskan reaksi kimia yang terjadi pada proses pembuatan kue di atas adalah...



- A. Glukosa + O<sub>2</sub> → etanol + CO<sub>2</sub> + energi
- B. Glukosa → etanol + CO<sub>2</sub> + energi
- C. Etanol + CO<sub>2</sub> + energi → Glukosa + O<sub>2</sub>
- D. Etanol + CO<sub>2</sub> → Glukosa
- E. Glukosa → CO<sub>2</sub> + energi

9. Tape ketan merupakan salah satu panganan khas Hari Raya Galungan. Tape ketan Galungan berbahan dasar beras ketan putih maupun hitam. Proses pembuatan tape ketan Galungan memiliki waktu tersendiri yaitu tepat pada Hari Penyekeban Galungan atau pas tiga hari sebelum Hari Raya Galungan. Proses pembuatan tape ketan melalui proses fermentasi, urutan proses fermentasi tersebut yaitu...

- A. tepung – alkohol – gula
- B. tepung – gula – alkohol
- C. alkohol – tepung – gula
- D. gula – alkohol – tepung
- E. gula – tepung – alkohol

10. Jika kita menaruh tape ketan dalam suatu wadah tertentu secara terbuka lama kelamaan jika kita rasakan rasanya menjadi agak asam. Hal ini dikarenakan adanya aktivitas...

- A. bakteri asam nitrat
- B. bakteri asam laktat
- C. bakteri asam sulfat
- D. bakteri asam asetat
- E. bakteri asam karbonat

11. Penisilin adalah produk bioteknologi yang digunakan sebagai antibiotik dalam mengobati infeksi bakteri. Pembuatan penisilin dilakukan di dalam suatu alat yang bernama fermentor (bioreaktor). Proses yang terjadi dalam bioreaktor pembuatan penisilin adalah...
- A. terjadinya reaksi kimia antara zat makanan dan jamur *Penicillium* sehingga terbentuk zat penisilin
  - B. zat antibiotik penisilin perlu ditambahkan dalam bejana sehingga dapat merangsang jamur untuk memproduksi antibiotik
  - C. jamur *Penicillium* tumbuh subur dalam bejana fermentasi sehingga dapat menghasilkan penisilin
  - D. bakteri – bakteri tertentu tumbuh subur dalam bejana fermentasi sehingga menghasilkan penisilin
  - E. udara dalam bejana fermentasi menyebabkan makanan dalam bejana tersebut teroksidasi dan membentuk penisilin
12. Peristiwa pembentukan biogas dari limbah rumah tangga yang mengandung protein, lemak, dan karbohidrat dilakukan melalui proses fermentasi oleh...
- A. *Eschericia coli* secara anaerob
  - B. *Thiobacillus ferroxidans* secara aerob
  - C. *Bacillus thuringiensis* secara aerob
  - D. *Methanobacterium omelianski* secara anaerob
  - E. *Escheichia coli* secara aerob
13. Dua kelompok peserta didik kelas X melakukan percobaan pembuatan *lekutuh* (tapai singkong khas Nusa Penida) dengan langkah-langkah sebagai berikut:
- 1) Mengupas singkong dan mencuci hingga bersih
  - 2) Mengukus singkong hingga matang dan ditunggu hingga dingin
  - 3) Menyusun singkong dalam wadah yang telah diberi alas daun pisang
  - 4) Menaburinya dengan ragi
  - 5) Menutup singkong yang telah ditaburi ragi dengan daun pisang di atasnya
  - 6) Menutup wadah dengan rapat dan tunggu hingga 2 hari

Singkong dibuka dua hari kemudian dan menunjukkan bahwa tapai singkong milik kelompok 2 belum lunak dan tidak tercium bau alkohol. Sedangkan tapai singkong milik kelompok 1 lunak dan tercium bau alkohol. Setelah diselidiki ternyata kelompok 2 tidak menutup bagian atas singkong dengan daun pisang dan wadahnya tidak tertutup dengan rapat.

Pernyataan yang menjelaskan penyebab gagalnya tapai singkong milik kelompok 2 adalah....



- A. wadah yang terbuka menyebabkan masuknya bakteri yang mematikan ragi sehingga tidak terjadi proses fermentasi pada singkong
  - B. wadah yang terbuka menyebabkan suhu udara dalam wadah tidak stabil hingga proses fermentasi tapai singkong terganggu
  - C. ragi yang berperan dalam proses fermentasi tidak dapat berkembang biak dengan baik karena ada oksigen yang masuk
  - D. ragi tidak bekerja dengan baik karena tapai singkong tidak ditutup daun pisang sehingga tidak terjadi proses fermentasi
  - E. ragi yang berperan dalam proses fermentasi dapat berkembang biak dengan baik karena ada karbon dioksida yang masuk
14. Ketika membuat Yoghurt, Pak Made membutuhkan susu sebagai substrat dan bakteri *S. thermophilus* atau *L. bulgaricus* sebagai agen biologi. Namun suatu hari Pak Made tidak bisa mendapatkan bakteri tersebut sehingga diganti oleh bakteri lain. Pak Made merasa sedih karena ternyata tidak mendapatkan produk yang diinginkan. Pak made ingin mengetahui alasan sebenarnya dari hal tersebut agar ia bisa memperbaiki produknya. Menurut Anda, alasan yang paling tepat untuk hal tersebut karena...
- A. mikroorganisme lain tidak teradaptasi untuk memanfaatkan protein yang terkandung dalam susu
  - B. tidak semua bakteri dapat memanfaatkan laktosa untuk kemudian melakukan fermentasi
  - C. tiap mikroorganisme membutuhkan lingkungan yang berbeda-beda untuk dapat bertahan hidup
  - D. mikroorganisme yang bersifat tahan asam hanya dua jenis bakteri tersebut
  - E. mikroorganisme lainnya memiliki sifat pertumbuhan yang berbeda dengan *S. thermophilus* dan *L. bulgaricus*
15. Bacalah kutipan berita di bawah ini!
- GIANYAR, KOMPAS.com** - Limbah tumpahan minyak (oil spill) ditemukan di sepanjang Pantai Saba menuju Pantai Purnama, Kabupaten Gianyar, Bali. Kasus itu kini sedang dalam penyelidikan Balai Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Laut (BPSPL) Denpasar. Menurut Permana Yudiarso (Kepala BPSPL Denpasar) penelusuran terhadap cairan hitam yang merupakan tumpahan minyak itu bermula dari laporan warga bernama I Ketut Sumastika. Setelah menerima laporan itu, BPSPL Denpasar langsung menerjunkan tim menuju Saba Asri Sea Turtle Conservation untuk berkoordinasi mengumpulkan informasi dan pengambilan sampel.



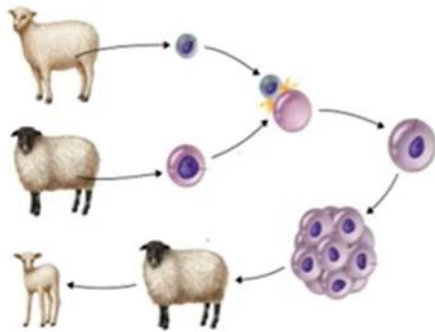
Sumber:

<https://amp.kompas.com/regional/read/2021/05/27/112944678/tumpahan-minyak-cemari-pantai-di-gianyar-bali-dari-mana-asalnya>

Tumpahan minyak di lautan dapat menyebabkan terputusnya rantai makanan. Jenis bioteknologi yang dapat diterapkan untuk mengatasi tumpahan minyak tersebut adalah ....

- A. hibridoma
  - B. bioremediasi
  - C. rekombinas
  - D. kloning
  - E. biosensor
16. Pasangan sumi istri Pak Nyoman dan Bu Wayan tidak dapat menghasilkan keturunan karena sesuatu hal, sementara mereka sangat ingin mempunyai keturunan. Permasalahan Pak Nyoman dan Bu Wayan dapat ditanggulangi dengan memanfaatkan...
- A. teknik hibridoma
  - B. fertilisasi invitro
  - C. transplantasi nucleus
  - D. DNA rekombinen
  - E. fusi gen
17. Suatu perkebunan anggur di Desa Banyupoh membutuhkan tanaman yang memiliki kemampuan atau daya tahan terhadap serangan hama dan penyakit. Bioteknologi yang dapat dilakukan untuk memenuhi kebutuhan tersebut adalah dengan membuat...
- A. kloning dan transfer inti
  - B. tanaman transgenik
  - C. kultur jaringan
  - D. kloning embrio
  - E. hibridoma

18. Perhatikan gambar proses bioteknologi berikut!



Peristiwa seperti pada gambar tersebut menerapkan prinsip bioteknologi dengan cara atau teknik...

- A. fusi sel
- B. hibridoma
- C. transfer gen
- D. transfer plasmid
- E. transfer nukleus

19. Kegiatan penambangan tembaga dan emas mempunyai potensi untuk mencemari lingkungan karena menghasilkan limbah logam berat beracun yang digunakan untuk memisahkan kedua logam dari bijinya.



Peran bioteknologi yang tepat untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan teknik biometalurgi yang memanfaatkan mikroba...

- A. Methanobacterium
- B. Thiobacillus ferrooksidan
- C. Bacillus thuringiensis
- D. Clostridium butyricum
- E. Streptococcus thermophilus

20. Dalam kultur jaringan dikenal istilah teori totipotensi yang menyatakan bahwa setiap sel tumbuhan memiliki kemampuan untuk tumbuh menjadi individu baru bila ditempatkan pada lingkungan yang sesuai. Individu-individu yang dihasilkan akan mempunyai sifat yang sama persis dengan induknya. Cocor bebek (*Kalanchoe pinata*) maupun ketela pohon (*Manihot utilisima*) merupakan contoh tanaman yang dapat berkembang biak secara vegetatif menggunakan bagian tubuhnya (daun atau batang yang mempunyai nodus). Kultur jaringan juga menggunakan prinsip yang sama yaitu perkembangbiakan vegetatif pada tumbuhan. Namun, pada kultur jaringan, tumbuhan yang lengkap dapat diperoleh dari sel maupun jaringan tumbuhan. Selain itu, tidak semua tumbuhan dapat diperbanyak menggunakan daun maupun batang (hanya tumbuhan tertentu saja). Melalui kultur jaringan, semua tumbuhan dapat ditumbuhkan dari jaringan maupun sel pada suatu media buatan. Berdasarkan ulasan di atas, pernyataan umum yang benar adalah...
- A. teori totipotensi melandasi teknik kultur jaringan
  - B. tanaman cocor bebek dan ketela pohon merupakan contoh kultur jaringan
  - C. tanaman cocor bebek menggunakan daun untuk reproduksi vegetatifnya
  - D. tanaman ketela pohon menggunakan batang untuk reproduksi vegetatifnya
  - E. teori totipotensi juga bisa disebut kultur jaringan
21. Lontar Usada Taru Pramana ialah manuskrip yang berisi sistem pengobatan, bahan obat dan cara pengobatan tradisional Bali. Di dalam lontar tersebut di jelaskan bahan obat yang dapat digunakan untuk pengobatan berbagai macam penyakit, salah satunya *diabetes mellitus*. Tanaman obat yang dapat digunakan dalam mengobati *diabetes mellitus* diantaranya daun insulin. Daun insulin mengandung senyawa aktif seperti *fructooligosakarida*, *fenol*, *chlorogenic*, dan flavonoid yang mampu menurunkan kadar glukosa darah. Saat ini penderita diabetes jarang menggunakan obat herbal. Penderita diabetes kebanyakan memilih untuk melakukan suntik hormon insulin. Hal ini karena suntik hormon insulin dapat diperoleh dengan mudah dan murah. Hormon insulin dapat diperoleh melalui....
- A. mengekstrak pankreas sapi dan babi
  - B. membuat insulin sintesis dengan reaksi kimia
  - C. merekayasa bakteri coli untuk memproduksi insulin
  - D. mensintesis insulin dari tumbuhan
  - E. mengekstrak insulin dari batuan
22. Teknologi DNA rekombinan dimanfaatkan dalam dunia kesehatan untuk memproduksi vaksin. Prinsip pembuatan vaksin dengan teknologi ini adalah....

- A. mengisolasi gen pengode senyawa antigen dari mikroorganisme untuk dilemahkan dan menghasilkan antigen murni
  - B. mensterilkan gen pengode senyawa antigen pada sel mikroorganisme untuk disisipi dengan plasmid pengode vaksin
  - C. memotong gen pengode senyawa antigen pada mikroorganisme untuk digabungkan dengan gen sel tubuh
  - D. menyuntikkan mikroorganisme patogen yang sudah dilemahkan ke tubuh sehat agar terbentuk antibodi
  - E. mengimplan sel inti tubuh dengan sel pengode senyawa patogen pada plasmid mikroorganisme
23. Kloning merupakan salah satu teknik dalam bioteknologi modern yang dapat dilakukan dengan cara...
- A. Menggabungkan dua sel yang berasal dari jaringan yang berbeda dalam suatu medan listrik
  - B. Menyisipkan gen asing ke organisme sehingga diperoleh sifat yang tidak sama dengan induknya
  - C. Menumbuhkan jaringan atau sel tumbuhan dalam suatu media buatan secara aseptik
  - D. Memasukkan inti sel donor ke sel telur yang telah dihilangkan intinya
  - E. Membiakkan sel telur dan sel sperma secara *in vitro* di laboratorium
24. *Sudang lepet* merupakan salah satu varian ikan asin khas Buleleng, Bali. *Sudang lepet* masih dibuat secara tradisional yaitu dengan cara pengawetan daging ikan dengan penambahan banyak garam. Saat ini pengawetan makanan dapat dilakukan menggunakan radiasi gelombang elektromagnetik. Di bawah ini yang bukan merupakan kelebihan pengawetan makanan dengan menggunakan radiasi dibandingkan dengan pengawetan tradisional adalah...
- A. Tidak menimbulkan residu zat kimia pada makanan
  - B. Kesegaran bahan pangan tidak berubah
  - C. Tidak menimbulkan polusi lingkungan
  - D. Tidak membusuk selamanya
  - E. Meningkatkan mutu dan *hygiene* bahan pangan
25. Pernyataan berikut yang sesuai dengan dampak positif pemanfaatan bioteknologi dalam bidang pangan adalah ....
- A. bioremediasi merupakan pemanfaatan mikroorganisme dalam penanggulangan tumpahan minyak di perairan



- B. limbah kedelai tempe sangat baik dibuang di sungai untuk makanan biota air
  - C. rekayasa genetik pada tanaman tebu dengan memanfaatkan bakteri *Escherichia coli* menghasilkan tanaman tebu tahan lahan kering
  - D. ditemukannya bakteri *Thiobacillus ferrooxidans* membantu pemisahan logam besi dari timbal sulfat
  - E. ditemukannya bakteri *Lactobacillus bulgaricus* untuk meningkatkan nilai jual kedelai dengan diolah menjadi wine
26. Gas bio sebagai hasil bioteknologi memiliki kelebihan, yaitu ....
- A. tidak menyebabkan pencemaran lingkungan
  - B. diproduksi oleh mikroorganisme
  - C. mudah memproduksinya
  - D. bahan bakunya limbah pertanian dan peternakan
  - E. memerlukan biaya yang mahal dalam memproduksinya
27. Makanan yang berasal dari tumbuhan atau hewan transgenik diberi label GMO (*genetically modified organisms*) agar konsumen bebas untuk memilihnya. Sebab makanan tersebut ....



- A. kadar protein yang terkandung sangat rendah
  - B. menyebabkan alergi pada orang tertentu
  - C. menghambat pertumbuhan pada balita
  - D. mudah terkontaminasi bakteri-bakteri patogen
  - E. mengandung racun yang dapat menyebabkan mutasi gen
28. Tanaman transgenik umumnya memiliki sifat-sifat unggul yang diinginkan, tetapi ternyata tanaman tersebut dapat merusak ekosistem, misalnya penanaman tanaman transgenik tahan hama dapat menyebabkan...



- A. tanaman di sekitarnya yang berbeda jenis tumbuh kerdil karena tanaman transgenik banyak menyerap unsur hara
  - B. hewan yang mengonsumsi tanaman transgenik menjadi mandul karena terkontaminasi gen asing
  - C. populasi kupu-kupu yang membantu proses penyerbukan musnah dan produksi tanaman menurun
  - D. tubuh tanaman transgenik tidak dapat diuraikan oleh bakteri sehingga menjadi limbah pertanian
  - E. dalam waktu yang lama hama menjadi kebal sehingga perlu dosis tinggi
29. Penerapan bioteknologi bagi kehidupan manusia umumnya bermanfaat dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Tetapi dampak negatif yang mungkin timbul adalah hilangnya plasma nutfah yang akan menyebabkan....
- A. punahnya organisme langka
  - B. keanekaragaman hayati menurun
  - C. berkurangnya daya dukung lingkungan
  - D. hilangnya daya dukung lingkungan
  - E. biaya rehabilitasi hutan meningkat
30. Tindakan yang mungkin dilakukan manusia untuk mencegah dampak negatif dari bioteknologi adalah...
- A. menggunakan pestisida pekat untuk memberantas hama
  - B. untuk menghambat perkembangbiakan hama dilakukan sistem monokultural
  - C. meningkatkan produksi dengan melaksanakan pemupukan dengan pupuk buatan
  - D. memanfaatkan mikroorganisme transgenik dalam pengelolaan limbah
  - E. menggunakan bibit lokal supaya tanaman lebih adaptif





### Hasil Analisis Uji Validitas

Butir	r-hitung	r-tabel	Keterangan
1	0,499	0,202	Valid
2	0,186	0,202	Tidak Valid
3	0,530	0,202	Valid
4	0,474	0,202	Valid
5	0,384	0,202	Valid
6	0,461	0,202	Valid
7	0,465	0,202	Valid
8	0,280	0,202	Valid
9	0,547	0,202	Valid
10	0,504	0,202	Valid
11	0,169	0,202	Tidak Valid
12	0,161	0,202	Tidak Valid
13	0,361	0,202	Valid
14	0,511	0,202	Valid
15	0,666	0,202	Valid
16	0,222	0,202	Valid
17	0,536	0,202	Valid
18	0,190	0,202	Tidak Valid
19	0,193	0,202	Tidak Valid
20	0,571	0,202	Valid
21	0,657	0,202	Valid
22	0,197	0,202	Tidak Valid
23	0,189	0,202	Tidak Valid
24	0,630	0,202	Valid
25	0,158	0,202	Tidak Valid
26	0,190	0,202	Tidak Valid
27	0,495	0,202	Valid
28	0,550	0,202	Valid
29	0,165	0,202	Tidak Valid
30	0,408	0,202	Valid

### Hasil Uji Reliabilitas

RESPONDEN	NOMOR BUTIR SOAL VALID																														Total					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4		
2	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	13		
3	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	13		
4	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	14		
5	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	10		
6	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6		
7	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	6		
8	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5		
9	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6		
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
11	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	15		
12	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	17		
13	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	
14	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	6		
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
16	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	
18	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	6	
19	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	
20	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
21	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	
22	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	15	
23	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	17
24	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	16
25	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
26	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
27	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	16
28	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	
31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
32	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	15
33	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	
34	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	18
35	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	16
36	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	14
37	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	
38	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	12	
39	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	14
40	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
41	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
42	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
43	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
44	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	







### Hasil Uji Tingkat Kesukaran

RESPONDEN	NOMOR BUTIR SOAL VALID																														Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	13	14	15	16	17	20	21	24	27	28	30										
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	4								
2	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	13								
3	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	13								
4	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	14								
5	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	10								
6	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6									
7	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	6									
8	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5									
9	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6									
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1									
11	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	15									
12	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17									
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	17									
14	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	6									
15	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	5									
16	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19									
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	19									
18	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	6									
19	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	9									
20	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6									
21	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	9									
22	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15									
23	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	17									
24	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	16									
25	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	15									
26	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	17									
27	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16									
28	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19									
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2									
30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	18									
31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19									
32	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	15									
33	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	7									
34	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18									
35	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	16									
36	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	14									
37	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	11									
38	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12									
39	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	14									
40	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	10									
41	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6									
42	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	6									
43	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5									
44	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6									
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1									







### Hasil Uji Tingkat Kesukaran

Butir	Nilai P	Kriteria
1	0,809	Mudah
2	0,691	Sedang
3	0,745	Mudah
4	0,702	Mudah
5	0,681	Sedang
6	0,255	Sukar
7	0,681	Sedang
8	0,691	Sedang
9	0,617	Sedang
10	0,298	Sukar
11	0,766	Mudah
12	0,649	Sedang
13	0,628	Sedang
14	0,713	Mudah
15	0,638	Sedang
16	0,691	Sedang
17	0,723	Mudah
18	0,564	Sedang
19	0,660	Sedang
20	0,245	Sukar
21	0,809	Mudah
22	0,691	Sedang
23	0,745	Mudah
24	0,702	Mudah
25	0,681	Sedang
26	0,255	Sukar
27	0,681	Sedang
28	0,691	Sedang
29	0,617	Sedang
30	0,298	Sukar

## Hasil Uji Daya Beda

RESPONDEN	NOMOR BUTIR SOAL VALID															Total	Kelompok						
	1	3	4	5	6	7	8	9	10	13	14	15	16	17	20			21	24	27	28	30	
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	Bawah	
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Bawah
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	Bawah
64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	Bawah
75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	Bawah
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	4	Bawah
8	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	Bawah
15	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	5	Bawah
43	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	Bawah
50	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	5	Bawah
6	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	Bawah
7	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	Bawah
9	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6	Bawah
14	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	6	Bawah
18	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	6	Bawah
20	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	Bawah
41	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	Bawah
42	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	6	Bawah
44	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	Bawah
49	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	6	Bawah
53	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	6	Bawah
55	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	Bawah
33	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	6	Bawah
68	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	7	Bawah
79	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	7	Bawah
93	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7	Bawah
88	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	Bawah
19	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	9	Bawah
21	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	9	Bawah
54	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9	Bawah
56	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	9	Bawah
5	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	10	Bawah
40	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	10	Bawah
37	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	11	Bawah
72	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	11	Bawah
83	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	11	Bawah
38	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	12	Bawah
2	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	13	Bawah
3	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	13	Bawah
91	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	13	Bawah
92	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	13	Bawah
4	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	14	Bawah
36	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	14	Bawah
39	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	14	Bawah
71	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	14	Bawah
82	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	14	Bawah
11	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	15	Bawah
22	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	15	Atas



	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	
Pa	0.617	0.468	0.574	0.489	0.489	0.489	0.489	0.489	0.489	0.489	0.489	0.489	0.489	0.489	0.489	0.489	0.489	0.489	0.489	0.489	0.489	0.489	0.489	0.489	0.489	
Pb	0.383	0.447	0.340	0.426	0.383	0.383	0.383	0.383	0.383	0.383	0.383	0.383	0.383	0.383	0.383	0.383	0.383	0.383	0.383	0.383	0.383	0.383	0.383	0.383	0.383	
Kriteria	Cukup	Baik	Cukup	Baik	Cukup	Baik	Cukup	Baik	Cukup	Baik	Cukup	Baik	Cukup	Baik	Cukup	Baik	Cukup	Baik	Cukup	Baik	Cukup	Baik	Cukup	Baik	Cukup	Baik
D total	0.440																									



### Hasil Analisis Uji Daya Beda

Butir	DB	Kriteria
1	0,383	Cukup
2	0,447	Baik
3	0,340	Cukup
4	0,426	Baik
5	0,383	Cukup
6	0,511	Baik
7	0,255	Cukup
8	0,532	Baik
9	0,426	Baik
10	0,298	Cukup
11	0,383	Cukup
12	0,532	Baik
13	0,447	Baik
14	0,362	Cukup
15	0,638	Baik
16	0,532	Baik
17	0,553	Baik
18	0,447	Baik
19	0,426	Baik
20	0,489	Baik
21	0,383	Cukup
22	0,447	Baik
23	0,340	Cukup
24	0,426	Baik
25	0,383	Cukup
26	0,511	Baik
27	0,255	Cukup
28	0,532	Baik
29	0,426	Baik
30	0,298	Cukup



Lampiran 31. Soal Hasil Belajar Setelah Uji Coba

**KISI-KISI TES HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK  
MATERI : BIOTEKNOLOGI**

Jenjang Sekolah : SMA  
 Alokasi Waktu : 1 x 45 menit  
 Mata Pelajaran : IPA  
 Jumlah Soal : 20 Soal Pilihan Ganda  
 Tahun Pelajaran : 2022/2023

Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Kunci Jawaban
Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal atau global dari pemahamannya tentang keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, penerapan bioteknologi, komponen ekosistem dan interaksi antar komponen	Peserta didik mampu menjelaskan definisi dan macam-macam bioteknologi.	Siswa dapat membedakan bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern	C2	1 2 3	A A D
		Siswa dapat menganalisis prinsip bioteknologi	C4	6 15	A A
		Siswa dapat menentukan mikroorganisme yang berperan dalam proses pembuatan produk bioteknologi	C3	4 5	A C
		Siswa dapat menganalisis proses yang terjadi dalam pembuatan	C4	7 8 9 16	B B D C

serta perubahan lingkungan.	produk bioteknologi			
	Siswa dapat menganalisis kelebihan dan kekurangan produk bioteknologi	C4	17 18 19	D B E
	Siswa dapat menyimpulkan penyebab gagalnya pembuatan suatu produk bioteknologi	C5	10 11	C B
	Siswa dapat menciptakan gagasan untuk mencegah dampak negatif bioteknologi	C6	20	E
	Peserta didik dapat menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional, atau global terkait inovasi bioteknologi.	C6	12 13 14	B B B

**SOAL**  
**TES HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK**

Materi : Bioteknologi

1. Perhatikan tabel berikut ini!

No	Faktor Pembeda	Bioteknologi Konvensional	Bioteknologi Modern
1.	Peralatan dan teknologi yang digunakan	Peralatan dan metode masih sederhana, contohnya menggunakan wadah biasa.	Peralatan dan teknologi yang canggih dan modern, contohnya bioreactor dan lain-lain.
2.	Biaya produksi	Relatif lebih mahal	Relatif lebih murah
3.	Produk yang dihasilkan	Sedikit (terbatas) dengan kualitas yang belum terjamin	Banyak dengan waktu yang relative cepat dan kualitas terjamin
4.	Cara pemanfaatan	Tidak menggunakan mikroorganisme langsung	Menggunakan produk kimia
5.	Pelaku	Setiap orang dengan ilmu yang didapat secara turun temurun	Profesional yang memiliki dasar keilmuan tertentu
6.	Contoh produk	Tanaman transgenik, antibody monoklonal	Keju, tempe, wine, yoghurt

- A. 1, 3, dan 5
- B. 2, 3, dan 5
- C. 2, 4, dan 6
- D. 3, 4, dan 5
- E. 1, 2, dan 3

2. Berikut ini adalah bagian dari bioteknologi.

- 1) Pembuatan arak
- 2) Pembuatan brem
- 3) Pembuatan beras emas
- 4) Pembuatan insulin
- 5) Pembuatan urutan

Yang tergolong bioteknologi konvensional adalah...

- A. 1), 2), 5)
- B. 2), 5), 3)
- C. 1), 2), 3)
- D. 3), 4), 5)
- E. 2), 3), 4)

3. Berbagai contoh produk bioteknologi.

- 1) Arak
- 2) Domba kloning
- 3) Hormon interferon
- 4) Tape ketan
- 5) Antibodi monoklonal

Produk bioteknologi modern adalah...

- A. 1), 2) dan 3
- B. 1), 3) dan 4
- C. 2), 3) dan 4
- D. 2), 3) dan 5
- E. 3), 4) dan 5

4. Perhatikan gambar di bawah ini!



Brem adalah minuman fermentasi khas Bali. Pada zaman dulu, brem sering digunakan saat upacara umat Hindu di Bali yaitu sebagai pengganti darah dalam upacara Tabuh Rah. Akan tetapi kini fungsinya mulai meluas, yaitu sebagai minuman ucapan selamat datang kepada wisatawan yang berkunjung serta bisa dijadikan oleh-oleh. Mikroorganisme yang berperan dalam proses pembuatan produk bioteknologi pada gambar di atas adalah...

- A. *Saccharomyces cerevicae*
- B. *Rhizopus oryzae*
- C. *Aspergillus wentii*

D. *Pediococcus cerevisiae*

E. *Acetobacter aceti*

5. Produk-produk bioteknologi dan mikroorganisme yang berperan sebagai berikut :

Produk Bioteknologi	Mikroorganisme yang Berperan
1. Insulin	P. <i>Escherichia coli</i>
2. Yoghurt	Q. <i>Lactobacillus bulgaricus</i>
3. Tanaman kapas anti serangga	R. <i>Bacillus thuringiensis</i>
4. Antibiotik streptomisin	S. <i>Rhizopus oryzae</i>
5. Protein sel tunggal	T. <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
6. Bovin Samatotropin	U. <i>Streptomyces griseus</i>

Hubungan yang tepat antara produk dan mikroorganisme yang berperan pada bioteknologi modern adalah...

- A. 1-P, 3-R, dan 6-S  
B. 1-P, 2-Q, dan 5-R  
C. 2-Q, 4-U, dan 5-T  
D. 3-S, 5-P, dan 6-T  
E. 4-U, 5-T, dan 6-Q
6. Pada proses bioteknologi konvensional bahan baku kacang kedelai yang difermentasikan dapat dibuat berbagai jenis makanan, seperti tauco, tempe, dan kecap. Hal tersebut dapat terjadi karena...
- A. Jenis mikroba yang berbeda mengekresikan enzim-enzim yang berbeda  
B. Makin lama proses fermentasi maka jenis makanan yang dihasilkan berbeda  
C. Tempe tidak memerlukan ruang steril, tauco dan kecap memerlukan ruang steril  
D. Tauco dan kecap difermentasikan oleh bakteri, tempe difermentasikan oleh jamur  
E. Tempe, tauco, dan kecap difermentasikan oleh bakteri yang berbeda
7. Dalam proses pembuatan *jaje lalak* (kue tradisional khas Bali) terdapat suatu proses pemberian ragi pada adonannya. Pemberian ragi ini bertujuan agar adonan kue yang digunakan dapat mengembang dengan baik. Mengembangnya adonan kue disebabkan oleh satu mikroorganisme yang terdapat pada ragi yaitu jamur *Saccharomyces cereviceae*.





Jamur ini akan menghasilkan karbondioksida yang menyebabkan adonan kue mengembang. Jika dituliskan reaksi kimia yang terjadi pada proses pembuatan kue di atas adalah...

- A. Glukosa + O<sub>2</sub> → etanol + CO<sub>2</sub> + energi
- B. Glukosa → etanol + CO<sub>2</sub> + energi
- C. Etanol + CO<sub>2</sub> + energi → Glukosa + O<sub>2</sub>
- D. Etanol + CO<sub>2</sub> → Glukosa
- E. Glukosa → CO<sub>2</sub> + energi

8. Tape ketan merupakan salah satu panganan khas Hari Raya Galungan. Tape ketan Galungan berbahan dasar beras ketan putih maupun hitam. Proses pembuatan tape ketan Galungan memiliki waktu tersendiri yaitu tepat pada Hari Penyekeban Galungan atau pas tiga hari sebelum Hari Raya Galungan. Proses pembuatan tape ketan melalui proses fermentasi, urutan proses fermentasi tersebut yaitu...

- A. tepung – alkohol – gula
- B. tepung – gula – alkohol
- C. alkohol – tepung – gula
- D. gula – alkohol – tepung
- E. gula – tepung – alkohol

9. Jika kita menaruh tape ketan dalam suatu wadah tertentu secara terbuka lama kelamaan jika kita rasakan rasanya menjadi agak asam. Hal ini dikarenakan adanya aktivitas...

- A. bakteri asam nitrat
- B. bakteri asam laktat
- C. bakteri asam sulfat
- D. bakteri asam asetat
- E. bakteri asam karbonat

10. Dua kelompok peserta didik kelas X melakukan percobaan pembuatan *lekutuh* (tapai singkong khas Nusa Penida) dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Mengupas singkong dan mencuci hingga bersih
- 2) Mengukus singkong hingga matang dan ditunggu hingga dingin
- 3) Menyusun singkong dalam wadah yang telah diberi alas daun pisang
- 4) Menaburinya dengan ragi
- 5) Menutup singkong yang telah ditaburi ragi dengan daun pisang di atasnya
- 6) Menutup wadah dengan rapat dan tunggu hingga 2 hari

Singkong dibuka dua hari kemudian dan menunjukkan bahwa tapai singkong milik kelompok 2 belum lunak dan tidak tercium bau alkohol. Sedangkan tapai singkong milik kelompok 1 lunak dan tercium bau alkohol. Setelah diselidiki ternyata kelompok 2 tidak menutup bagian atas singkong dengan daun pisang dan wadahnya tidak tertutup dengan rapat.

Pernyataan yang menjelaskan penyebab gagalnya tapai singkong milik kelompok 2 adalah....

- A. wadah yang terbuka menyebabkan masuknya bakteri yang mematikan ragi sehingga tidak terjadi proses fermentasi pada singkong
  - B. wadah yang terbuka menyebabkan suhu udara dalam wadah tidak stabil hingga proses fermentasi tapai singkong terganggu
  - C. ragi yang berperan dalam proses fermentasi tidak dapat berkembang biak dengan baik karena ada oksigen yang masuk
  - D. ragi tidak bekerja dengan baik karena tapai singkong tidak ditutup daun pisang sehingga tidak terjadi proses fermentasi
  - E. ragi yang berperan dalam proses fermentasi dapat berkembang biak dengan baik karena ada karbon dioksida yang masuk
11. Ketika membuat Yoghurt, Pak Made membutuhkan susu sebagai substrat dan bakteri *S. thermophilus* atau *L. bulgaricus* sebagai agen biologi. Namun suatu hari Pak Made tidak bisa mendapatkan bakteri tersebut sehingga diganti oleh bakteri lain. Pak Made merasa sedih karena ternyata tidak mendapatkan produk yang diinginkan. Pak made ingin mengetahui alasan sebenarnya dari hal tersebut agar ia bisa memperbaiki produknya. Menurut Anda, alasan yang paling tepat untuk hal tersebut karena...
- A. mikroorganisme lain tidak teradaptasi untuk memanfaatkan protein yang terkandung dalam susu
  - B. tidak semua bakteri dapat memanfaatkan laktosa untuk kemudian melakukan fermentasi
  - C. tiap mikroorganisme membutuhkan lingkungan yang berbeda-beda untuk dapat bertahan hidup
  - D. mikroorganisme yang bersifat tahan asam hanya dua jenis bakteri tersebut
  - E. mikroorganisme lainnya memiliki sifat pertumbuhan yang berbeda dengan *S. thermophilus* dan *L. bulgaricus*

12. Bacalah kutipan berita di bawah ini!

**GIANYAR, KOMPAS.com** - Limbah tumpahan minyak (oil spill) ditemukan di sepanjang Pantai Saba menuju Pantai Purnama, Kabupaten Gianyar, Bali. Kasus itu kini sedang dalam penyelidikan Balai Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Laut (BPSPL) Denpasar. Menurut Permana Yudiarso (Kepala BPSPL Denpasar) penelusuran terhadap cairan hitam yang merupakan tumpahan minyak itu bermula dari laporan warga bernama I Ketut Sumastika. Setelah menerima laporan itu, BPSPL Denpasar langsung menerjunkan tim menuju Saba Asri Sea Turtle Conservation untuk berkoordinasi mengumpulkan informasi dan pengambilan sampel.

Sumber:

<https://amp.kompas.com/regional/read/2021/05/27/112944678/tumpahan-minyak-cemari-pantai-di-gianyar-bali-dari-mana-asalnya>

Tumpahan minyak di lautan dapat menyebabkan terputusnya rantai makanan. Jenis bioteknologi yang dapat diterapkan untuk mengatasi tumpahan minyak tersebut adalah ....

- A. hibridoma
- B. bioremediasi
- C. rekombinas
- D. kloning
- E. biosensor

13. Bu Wayan terkenal di desanya dengan julukan “Men Bekung”. Hal ini karena Bu Wayan tidak bisa mempunyai anak atau menghasilkan keturunan. Bu Wayan sangat ingin mempunyai keturunan. Permasalahan Bu Wayan dapat ditanggulangi dengan memanfaatkan...

- A. teknik hibridoma
- B. fertilisasi invitro
- C. transplantasi nucleus
- D. DNA rekombinen
- E. fusi gen

14. Suatu perkebunan anggur di Desa Banyupoh membutuhkan tanaman yang memiliki kemampuan atau daya tahan terhadap serangan hama dan penyakit. Bioteknologi yang dapat dilakukan untuk memenuhi kebutuhan tersebut adalah dengan membuat...

- A. kloning dan transfer inti
- B. tanaman transgenik

- C. kultur jaringan
- D. kloning embrio
- E. hibridoma

15. Dalam kultur jaringan dikenal istilah teori totipotensi yang menyatakan bahwa setiap sel tumbuhan memiliki kemampuan untuk tumbuh menjadi individu baru bila ditempatkan pada lingkungan yang sesuai. Individu-individu yang dihasilkan akan mempunyai sifat yang sama persis dengan induknya.

Cocor bebek (*Kalanchoe pinata*) maupun ketela pohon (*Manihot utilisima*) merupakan contoh tanaman yang dapat berkembang biak secara vegetatif menggunakan bagian tubuhnya (daun atau batang yang mempunyai nodus). Kultur jaringan juga menggunakan prinsip yang sama yaitu perkembangbiakan vegetatif pada tumbuhan. Namun, pada kultur jaringan, tumbuhan yang lengkap dapat diperoleh dari sel maupun jaringan tumbuhan. Selain itu, tidak semua tumbuhan dapat diperbanyak menggunakan daun maupun batang (hanya tumbuhan tertentu saja). Melalui kultur jaringan, semua tumbuhan dapat ditumbuhkan dari jaringan maupun sel pada suatu media buatan.

Berdasarkan ulasan di atas, pernyataan umum yang benar adalah...

- A. teori totipotensi melandasi teknik kultur jaringan
  - B. tanaman cocor bebek dan ketela pohon merupakan contoh kultur jaringan
  - C. tanaman cocor bebek menggunakan daun untuk reproduksi vegetatifnya
  - D. tanaman ketela pohon menggunakan batang untuk reproduksi vegetatifnya
  - E. teori totipotensi juga bisa disebut kultur jaringan
16. Lontar Usada Taru Pramana ialah manuskrip yang berisi sistem pengobatan, bahan obat dan cara pengobatan tradisional Bali. Di dalam lontar tersebut di jelaskan bahan obat yang dapat digunakan untuk pengobatan berbagai macam penyakit, salah satunya *diabetes mellitus*. Tanaman obat yang dapat digunakan dalam mengobati *diabetes mellitus* diantaranya daun insulin. Daun insulin mengandung senyawa aktif seperti *fructooligosakarida*, *fenol*, *chlorogenic*, dan flavonoid yang mampu menurunkan kadar glukosa darah. Saat ini penderita diabetes jarang menggunakan obat herbal. Penderita diabetes kebanyakan memilih untuk melakukan suntik hormon insulin. Hal ini karena suntik hormon insulin dapat diperoleh dengan mudah dan murah. Hormon insulin dapat diperoleh melalui...
- A. mengekstrak pankreas sapi dan babi
  - B. membuat insulin sintetis dengan reaksi kimia
  - C. merekayasa bakteri coli untuk memproduksi insulin



- D. mensintesis insulin dari tumbuhan
- E. mengekstrak insulin dari batuan

17. Sudang lepet merupakan salah satu varian ikan asin khas Buleleng, Bali. Sudang lepet masih dibuat secara tradisional yaitu dengan cara pengawetan daging ikan dengan penambahan banyak garam. Saat ini pengawetan makanan dapat dilakukan menggunakan radiasi gelombang elektromagnetik. Di bawah ini yang bukan merupakan kelebihan pengawetan makanan dengan menggunakan radiasi dibandingkan dengan pengawetan tradisional adalah...

- A. Tidak menimbulkan residu zat kimia pada makanan
- B. Kesegaran bahan pangan tidak berubah
- C. Tidak menimbulkan polusi lingkungan
- D. Tidak membusuk selamanya
- E. Meningkatkan mutu dan *hygiene* bahan pangan

18. Makanan yang berasal dari tumbuhan atau hewan transgenik diberi label GMO (*genetically modified organisms*) agar konsumen bebas untuk memilihnya. Sebab makanan tersebut ....

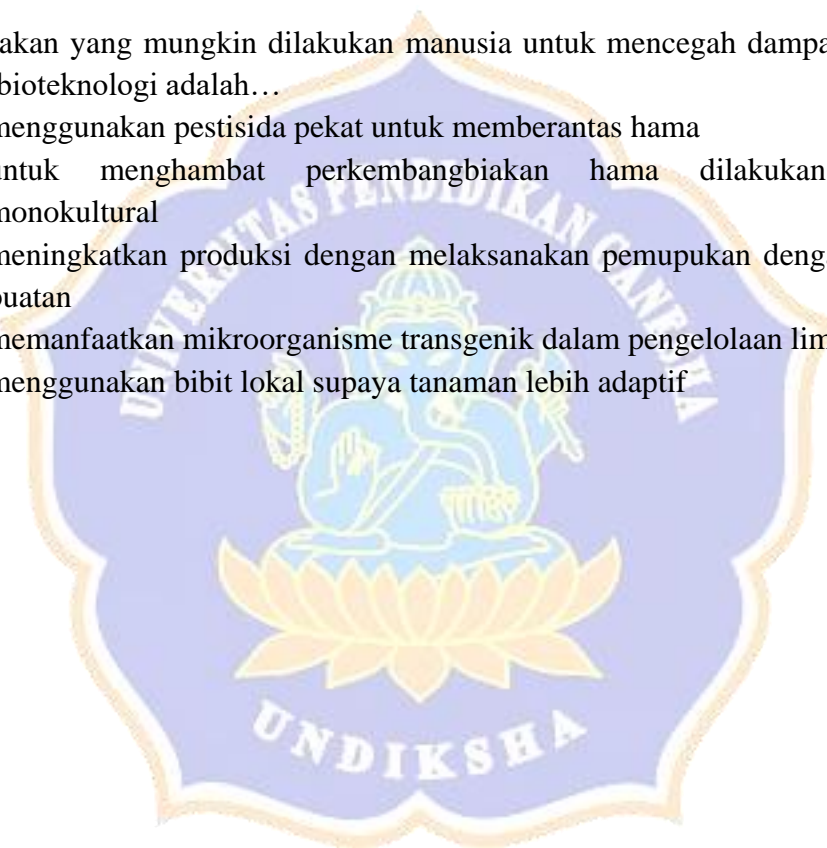


- A. kadar protein yang terkandung sangat rendah
- B. menyebabkan alergi pada orang tertentu
- C. menghambat pertumbuhan pada balita
- D. mudah terkontaminasi bakteri-bakteri patogen
- E. mengandung racun yang dapat menyebabkan mutasi gen

19. Tanaman transgenik umumnya memiliki sifat-sifat unggul yang diinginkan, tetapi ternyata tanaman tersebut dapat merusak ekosistem, misalnya penanaman tanaman transgenik tahan hama dapat menyebabkan...



- A. tanaman di sekitarnya yang berbeda jenis tumbuh kerdil karena tanaman transgenik banyak menyerap unsur hara
  - B. hewan yang mengonsumsi tanaman transgenik menjadi mandul karena terkontaminasi gen asing
  - C. populasi kupu-kupu yang membantu proses penyerbukan musnah dan produksi tanaman menurun
  - D. tubuh tanaman transgenik tidak dapat diuraikan oleh bakteri sehingga menjadi limbah pertanian
  - E. dalam waktu yang lama hama menjadi kebal sehingga perlu dosis tinggi
20. Tindakan yang mungkin dilakukan manusia untuk mencegah dampak negatif dari bioteknologi adalah...
- A. menggunakan pestisida pekat untuk memberantas hama
  - B. untuk menghambat perkembangbiakan hama dilakukan sistem monokultural
  - C. meningkatkan produksi dengan melaksanakan pemupukan dengan pupuk buatan
  - D. memanfaatkan mikroorganisme transgenik dalam pengelolaan limbah
  - E. menggunakan bibit lokal supaya tanaman lebih adaptif



Lampiran 32. Hasil Pretest dan Posttest Kelas Kontrol dan Eksperimen

**Hasil Pretest dan Posttest Kelas Kontrol**

No.	Pretest	Posttest
1	35	60
2	35	65
3	55	70
4	20	75
5	25	75
6	25	55
7	30	50
8	30	50
9	35	65
10	45	65
11	45	65
12	30	50
13	30	85
14	35	65
15	35	65
16	35	70
17	60	85
18	60	85
19	45	55
20	45	70
21	40	60
22	40	60
23	40	60
24	65	80
25	50	80
26	20	55
27	55	80
28	55	85
29	50	75
30	65	80
31	55	65

### Hasil Pretest dan Posttest Eksperimen

No.	Pretest	posttest
1	35	75
2	40	70
3	40	60
4	45	60
5	45	80
6	60	70
7	60	85
8	25	90
9	25	85
10	60	85
11	45	80
12	45	80
13	60	95
14	45	70
15	20	60
16	20	70
17	40	80
18	45	80
19	45	90
20	55	80
21	55	75
22	55	75
23	50	65
24	50	95
25	30	65
26	30	65
27	35	65
28	60	90
29	30	60
30	65	90
31	65	70
32	65	90

Lampiran 33. Hasil Uji Pra-Eksperimen dan Kuasi Eksperimen

**Hasil Uji Pra-Eksperimen**

1. Uji Deskriptif

**Paired Samples Statistics**

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Posttest	76.7188	32	10.82182	1.91305
	Pretest	45.1562	32	13.52920	2.39165

2. Uji Normalitas Data

**Tests of Normality**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pretest	.120	32	.200*	.944	32	.098
Posttest	.139	32	.120	.939	32	.072

a. Lilliefors Significance Correction

\*. This is a lower bound of the true significance.

3. Uji *Paired T-test*

**Paired Samples Test**

	Paired Differences						t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference					
				Lower	Upper				
Posttest - Pretest	3.15625E1	13.16383	2.32706	26.81643	36.30857	13.563	31	.000	

4. Uji N-gain

No.	Pretest	posttest	Gain
1	35	75	0.62
2	40	70	0.50
3	40	60	0.33
4	45	60	0.27
5	45	80	0.64
6	60	70	0.25
7	60	85	0.63
8	25	90	0.87
9	25	85	0.80
10	60	85	0.63
11	45	80	0.64
12	45	80	0.64
13	60	95	0.88
14	45	70	0.45
15	20	60	0.50
16	20	70	0.63
17	40	80	0.67
18	45	80	0.64
19	45	90	0.82
20	55	80	0.56
21	55	75	0.44
22	55	75	0.44
23	50	65	0.30
24	50	95	0.90
25	30	65	0.50
26	30	65	0.50
27	35	65	0.46
28	60	90	0.75
29	30	60	0.43
30	65	90	0.71
31	65	70	0.14
32	65	90	0.71
	45.15625	76.5625	0.57



## Hasil Uji Kuasi Eksperimen

### 1. Uji Deskriptif

#### Report

Kelas		Pretest	Posttest
Eksperimen	Mean	45.1562	76.7187
	N	32	32
	Std. Deviation	1.35292E1	1.08218E1
Kontrol	Mean	41.6129	67.9032
	N	31	31
	Std. Deviation	1.28703E1	1.10886E1
Total	Mean	43.4127	72.3810
	N	63	63
	Std. Deviation	1.32234E1	1.17383E1

### 2. Uji Normalitas Data

#### Tests of Normality

Kelas	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
Pretest	Eksperimen	.120	32	.200*	.944	32	.098
	Kontrol	.148	31	.082	.957	31	.245
Posttest	Eksperimen	.139	32	.120	.939	32	.072
	Kontrol	.152	31	.067	.936	31	.065

a. Lilliefors Significance Correction

\*. This is a lower bound of the true significance.

### 3. Uji Homogenitas

**Test of Homogeneity of Variance**

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Pretest	Based on Mean	.000	1	61	.996
	Based on Median	.005	1	61	.943
	Based on Median and with adjusted df	.005	1	60.355	.943
	Based on trimmed mean	.002	1	61	.968
Posttest	Based on Mean	.004	1	61	.947
	Based on Median	.014	1	61	.906
	Based on Median and with adjusted df	.014	1	58.060	.906
	Based on trimmed mean	.005	1	61	.944

### 4. Uji Independen Sampel T-Test

**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Pretest	Equal variances assumed	.000	.996	1.064	61	.291	3.54335	3.32884	-3.11309	10.19978
	Equal variances not assumed			1.065	60.981	.291	3.54335	3.32616	-3.10777	10.19447
Posttest	Equal variances assumed	.004	.947	3.194	61	.002	8.81552	2.76046	3.29565	14.33540
	Equal variances not assumed			3.192	60.805	.002	8.81552	2.76154	3.29313	14.33792

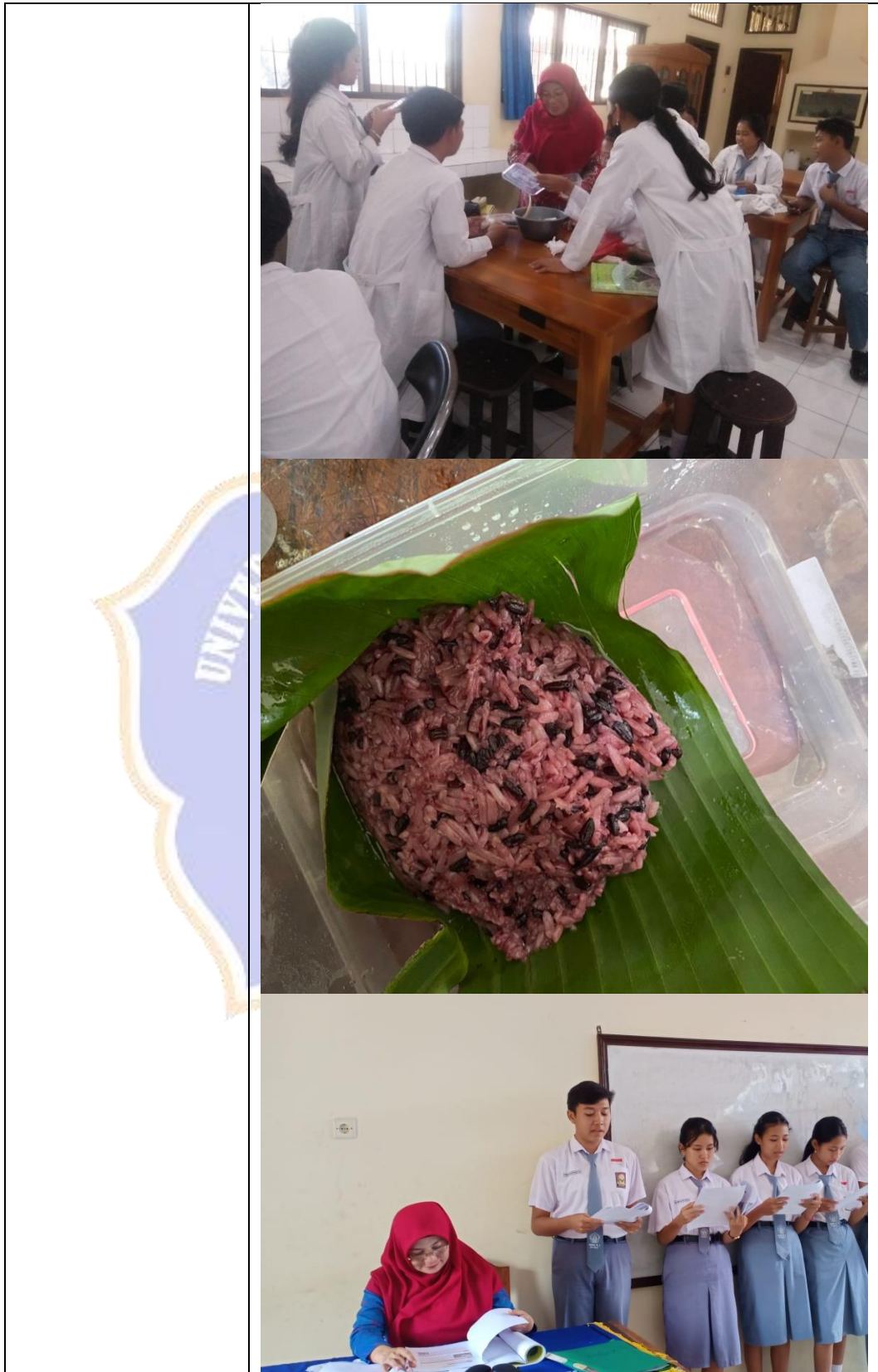
Lampiran 34. Dokumentasi Penelitian

<b>Dokumentasi</b>	<b>Gambar</b>
Uji coba tes hasil belajar	
Uji kepraktisan oleh siswa	
Pembelajaran kelas kontrol tanpa menggunakan LKPD bermuatan etnosains	



Pembelajaran kelas eksperimen menggunakan LKPD bermuatan etnosains







Pretest kelas kontrol



Pretest kelas eksperimen



Posttest kelas kontrol



Posttest kelas  
eksperimen



## Daftar Riwayat Hidup



Tjokorda Gde Putra Wirama lahir di Klungkung, 3 Februari 1995. Penulis lahir dari pasangan suami istri, Bapak Drs. Tjokorda Gde Raka dan Ibu Dra. I Gusti Ayu Ngurah Mayuniari. Penulis berkebangsaan Indonesia dan beragama Hindu. Kini beralamat di Kelurahan Semarapura Tengah, Kecamatan Klungkung, Kabupaten Klungkung. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD Negeri 1 Semarapura Kangin dan lulus pada tahun 2007. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Semarapura dan lulus pada tahun 2010. Pada tahun 2013, penulis menyelesaikan pendidikan menengah atas dari SMA Negeri 2 Semarapura dan melanjutkan ke Jurusan Pendidikan Kimia Universitas Pendidikan Ganesha. Pada tahun 2017, penulis lulus dari S-1 Pendidikan Kimia dengan menyelesaikan skripsi dengan judul “Implementasi Sistem Kredit Semester pada Pembelajaran Kimia di SMAN Bali Mandara”. Pada Agustus – Desember tahun 2018 penulis bekerja sebagai Tenaga Kerja Sukarela di Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia sebagai pendamping wirausaha di Kabupaten Klungkung. Tahun 2019 penulis diangkat sebagai guru kimia di SMA Negeri Satu Atap Lembongan. Pada Tahun 2021 Penulis melanjutkan studi di Program S-2 Pendidikan IPA Universitas Pendidikan Ganesha dan menyelesaikan tesis di tahun 2023 dengan judul “Pengembangan LKPD Bermuatan Etnosains pada Mata Pelajaran IPA SMA Kurikulum Merdeka untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik”.