



Pendidikan
Biologi UAD

Unggul, Inovatif, Berwawasan Global, Islami

LKPD

INOVASI TEKNOLOGI BIOLOGI

PRAKTIKUM PEMBUATAN BIOETANOL DARI BIJI KURMA (*Phoenix dactylifera*)

SMA/MA X IPA

Disusun oleh :
Febriyanti Rahayu_2100008026
Pembimbing :
Destri Ratna Ma'rifah, M.Pd.



Kata Pengantar E-LKPD

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya. Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) ini dapat disusun dengan baik. E- LKPD ini dibuat sebagai bahan ajar untuk membantu peserta didik dalam memahami materi pembelajaran biologi kelas X , khususnya mengenai peranan inovasi teknologi biologi dalam bidang sumber energi, sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan.

Penyusunan E-LKPD ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan peserta didik dalam mempelajari materi inovasi teknologi biologi. E-LKPD ini dirancang dengan pendekatan yang memudahkan peserta didik dalam mengeksplorasi konsep, mendefinisikan, mengidentifikasi, menerapkan teori, serta mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif dalam menyimpulkan manfaat dan dampak dari inovasi teknologi biologi. Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi dalam penyusunan E-LKPD ini.

Penulis menyadari bahwa E-LKPD ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan dan pengembangan di masa mendatang. Semoga E-LKPD ini dapat memberikan manfaat yang optimal bagi peserta didik serta mendukung proses pembelajaran yang lebih efektif dan bermakna bagi dunia pendidikan dalam mendorong kemajuan ilmu pengetahuan.

Yogyakarta, 25 Februari 2025

Penulis

Daftar Isi

Kata Pengantar E-LKPD	i
Daftar Isi	ii
Daftar Tabel.....	iii
Daftar Gambar	Error! Bookmark not defined.
Lembar Kerja Peserta Didik.....	Error! Bookmark not defined.
Indikator Pencapaian	Error! Bookmark not defined.
Petunjuk Pengerjaan	Error! Bookmark not defined.
Teori	Error! Bookmark not defined.
A. Pengertian Inovasi Bioteknologi	2
B. Jenis-jenis inovasi bioteknologi	3
C. Contoh Produk Bioteknologi Konvensional dan Modern	4
D. Dampak positif dan dampak negatif inovasi bioteknologi.....	4
Aktivitas	Error! Bookmark not defined.
A. Alat dan bahan.....	4
Cara Kerja	Error! Bookmark not defined.
A. Cara kerja pembuatan media steril	5
B. Cara kerja inokulasi kultur bakteri <i>Zymomonas mobilis</i>	5
C. Cara kerja pembuatan bioetanol.....	5
Hasil Pengamatan	Error! Bookmark not defined.
Pernyataan	Error! Bookmark not defined.
Daftar Pustaka.....	10

Daftar Tabel

Tabel 1.	Hasil pengukuran pH ekstrak biji kurma sebelum fermentasi	6
Tabel 2.	Hasil pengukuran pH ekstrak biji kurma sesudah fermentasi	7
Tabel 3.	Hasil pengukuran kadar alkohol ekstrak biji kurma sesudah fermentasi ..	7
Tabel 4.	Hasil pengamatan organoleptik ekstrak biji kurma sebelum fermentasi	7
Tabel 5.	Hasil pengamatan organoleptik ekstrak biji kurma sesudah fermentasi	7
Tabel 6.	Hasil pengamatan organoleptik ekstrak biji kurma sesudah dan sesudah	8
Tabel 7.	Dokumentsi hasil pengamatan	8

Daftar Gambar

Gambar 1.	Louis pasteur	2
Gambar 2.	Tape	3
Gambar 3.	Obat Bius	3

**E-LKPD HASIL PENELITIAN PENYUSUNAN E-LKPD HASIL PENELITIAN
PENGARUH KONSENTRASI CRUDE ENZIM *Bacillus subtilis* TERHADAP KADAR
GULA DAN BIOETANOL HASIL FERMENTASI LIMBAH BIJI KURMA**

Mata pelajaran : Biologi

Materi Pokok : Inovasi Bioteknologi

Kelas / Fase : XII / F

Elemen	Capaian Pembelajaran (CP)	Tujuan Pembelajaran
Pemahaman Biologi	Pada akhir fase F, peserta didik memiliki kemampuan mendeskripsikan struktur sel serta bioproses yang terjadi seperti transport membran dan pembelahan sel; menganalisis keterkaitan struktur organ pada sistem organ dengan fungsinya serta kelainan atau gangguan yang muncul pada sistem organ tersebut; memahami fungsi enzim dan mengenal proses metabolisme yang terjadi dalam tubuh; serta memiliki kemampuan menerapkan konsep perwarisan sifat, pertumbuhan dan perkembangan, mengevaluasi gagasan baru mengenai evolusi, dan inovasi bioteknologi.	1. Peserta didik mampu mendefinisikan pengertian inovasi bioteknologi. 2. Peserta didik mampu mengidentifikasi perbedaan dan peran dari inovasi bioteknologi 3. Peserta didik mampu menganalisis dampak penerapan inovasi bioteknologi efisien terhadap penelitian dan aplikasi praktis 4. Peserta didik mampu menerapkan pengetahuan terkait inovasi bioteknologi untuk menganalisis informasi mengenai inovasi bioteknologi
Keterampilan Proses	1. Mengamati 2. Mempertanyakan dan memprediksi 3. Merencanakan dan melakukan penyelidikan 4. Memproses, menganalisis data dan informasi 5. Mengevaluasi dan refleksi 6. Mengkomunikasikan hasil yang didapat.	5. Peserta didik mampu menyimpulkan manfaat dan resiko dalam pengaplikasian inovasi bioteknologi.

Lembar Kerja Peserta Didik

Tuliskan nama anggota kelompok, dan nomer persensi

Kelompok (.....)

1.
2.
3.
4.

Indikator Pencapaian

1. Peserta didik mampu menjelaskan pengertian dari inovasi bioteknologi
2. Peserta didik mampu mengidentifikasi perbedaan inovasi bioteknologi modern dan konvensional, beserta peranannya dalam kehidupan manusia.
3. Peserta didik mampu menganalisis dampak penerapan inovasi bioteknologi terhadap efisiensi penelitian dan aplikasi praktisnya.
4. Peserta mampu melakukan percobaan inovasi bioteknologi modern dengan melakukan kegiatan simulasi pembuatan bioetanol.
5. Peserta didik mampu menyimpulkan manfaat dan resiko dalam pengaplikasian inovasi bioteknologi dalam bentuk laporan praktikum

Petunjuk Pengerjaan

Berikut merupakan petunjuk praktikum yang harus dicermati dan dilakukan dalam pengerjaan LKPD!

1. Awalilah pembelajaran dengan berdoa sesuai dengan kepercayaan masing-masing.
2. Semua peserta didik wajib menggunakan jas laboratorium!
3. Bentuklah kelompok yang beranggota 4 peserta didik dan tentukan ketua kelompok dan sekretaris kelompok.
4. Setiap kelompok menempati meja sesuai dengan nomor kelompoknya!

Teori

A. Pengertian Inovasi Teknologi Biologi

Inovasi teknologi biologi bukanlah hal baru, melainkan sudah ada sejak ditemukannya proses fermentasi yang sudah biasa digunakan untuk mengolah makanan dan minuman. Inovasi teknologi biologi berasal dari kata *bios* (hidup), *teknos* (penerapan), dan *logos* (ilmu). Inovasi teknologi biologi adalah salah satu penerapan prinsip ilmiah dan kerekayasaan dalam memanfaatkan bantuan mikroorganisme melalui teknik modern untuk mengolah bahan mentah, baik organik maupun anorganik dalam menghasilkan produk dan jasa baru yang berkualitas. Ilmu-ilmu yang mendukung inovasi teknologi biologi antara lain **mikrobiologi, biokimia, biologi molekuler, genetika, enzimologi, ilmu pangan, rekayasa teknologi pangan dan rekayasa biokimia**. Hasil inovasi teknologi dapat berupa makhluk hidup, produk dan jasa (Irnaningtyas & Sagita, 2022).

Louis Pasteur adalah seorang ilmuwan asal Prancis yang terkenal karena penemuannya di bidang mikrobiologi. Ia berjasa dalam menemukan proses pasteurisasi untuk membunuh kuman dalam makanan dan minuman, serta mengembangkan vaksin untuk beberapa penyakit, seperti rabies. Penelitiannya sangat penting dalam dunia kesehatan dan bioteknologi (Jambholkar *et al.*, 2024).

Dometika merupakan contoh awal dari inovasi teknologi biologi yang dilakukan oleh nenek moyang kita pada 10.000 tahun lalu untuk mulai memelihara tumbuhan berupa padi, jelai dan gandum sebagai sumber makanan, selain itu hewan liar seperti anjing, domba dan kambing menjadi salah satu hewan pertama yang dijinakkan untuk menghasilkan susu dan daging, membantu membajak maupun menjaga pertanian. Nenek moyang kita juga menggunakan mikroorganisme dalam mengelola susu menjadi keju dan yoghurt.



Gambar 1. Louis pasteur

Sumber : Wikipedia.com

B. Jenis-jenis Inovasi Teknologi Biologi

Inovasi teknologi biologi terbagi menjadi dua jenis yaitu inovasi teknologi biologi konvensional (tradisional) dan inovasi teknologi modern. Inovasi teknologi biologi konvensional adalah penerapan ilmu biologi yang menggunakan mikroorganisme dari makhluk hidup secara alami, tanpa adanya rekayasa genetik, untuk menghasilkan suatu produk atau jasa (Siti & Jannah, 2022). Adapun contoh dari inovasi teknologi biologi konvensional sebagai berikut.



Gambar 2. Tape

Sumber : Alodokter

Inovasi teknologi biologi modern berfokus pada pemanfaatan teknik-teknik canggih dalam rekayasa genetik untuk menghasilkan organisme transgenik dan DNA rekombinan (Sidey *et al.*, 2024). Adapun contoh dari inovasi teknologi biologi modern sebagai berikut.



Gambar 3. Obat Vaksin

Sumber : Detik.com

C. Contoh Produk Inovasi Teknologi Biologi Konvensional dan Modern

Adapun beberapa contoh produk inovasi teknologi biologi konvensional dan modern sebagai berikut.

Contoh Produk Konvensional	Contoh Produk Modern

D. Dampak positif dan negatif inovasi Teknologi Biologi

Berikut dampak positif dan negatif Inovasi teknologi biologi sebagai berikut.

--

Aktivitas

A. Alat dan bahan

1. Alat

- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| a. Botol kaca 150 ml 6 buah | g. Bunsen 1 buah |
| b. Gelas beker 100 ml 1 buah | h. Kaki tiga 1 buah |
| c. Gelas beker 500 ml 1 buah | i. Timbangan Analitik |
| d. Gelas ukur 100 ml 1 buah | j. Pengaduk kaca 1 buah |
| e. Kawat ose 1 buah | k. Pipet Tetes |
| f. Alkohol meter | l. corong kaca 1 buah |

2. Bahan

- | | |
|---------------------------|------------------------------------|
| a. Bubuk biji kurma 50 gr | g. pH indikator |
| b. Aluminium foil | h. Kultur <i>Zymomonas mobilis</i> |
| c. Aquades 550 ml | i. Alkohol 70% |
| d. Karet gelang 6 buah | j. 1 gr media NB (Natrium Broth) |
| e. Kapas steril | k. 1 gr media NA (Natrium Agar) |
| f. Larutan HCL 16% | h. kertas penyaring |

Cara Kerja

A. Cara kerja pembuatan media NB

Berikut cara kerja pembuatan media NB antara lain sebagai berikut:

1. Timbang serbuk NB sebanyak 1 gr
2. Tambahkan aquades 50 ml ke dalam NB yang sudah ditimbang
3. Panaskan media di atas kompor hingga mendidih, dan kemudian dinginkan

B. Cara kerja inokulasi kultur bakteri *Zymomonas mobilis*

Berikut cara kerja inokulasi bakteri *Zymomonas mobilis* sebagai berikut:

1. Panaskan kawat ose menggunakan bunsen hingga nampak merah bara, kemudian dinginkan ose sebentar.
2. Ambil kultur bakteri *Zymomonas mobilis* dari media NA miring secara steril menggunakan kawat ose yang sudah steril.
3. Masukkan kultur *Zymomonas mobilis* ke dalam NB steril
4. Diamkan media NB yang sudah dimasukkan kultur selama 48 jam.

C. Cara kerja pembuatan bioetanol

Berikut cara kerja inokulasi bakteri *Zymomonas mobilis* antara lain sebagai berikut:

1. Larutkan serbuk biji kurma sebanyak 50 gr dengan menggunakan aquades sebanyak 500 mL
2. Panaskan larutan serbuk biji kurma hingga mendidih sambil diaduk menggunakan batang pengaduk kaca
3. Setelah mendidih, dinginkan sebentar, lalu saring larutan menggunakan kertas saring hingga memperoleh ekstrak biji kurma.
4. Tambahkan 1 tetes HCl 16% dengan menggunakan pipet tetes pada wadah yang berisi 500 mL ekstrak biji kurma hingga menjadi pH 7 (cek dengan indikator pH). Lalu, bagi ekstrak menjadi dua botol, masing-masing berisi 250 mL ekstrak biji kurma.
5. Masukkan masing-masing 83 mL ekstrak yang sudah dicampur dengan HCL 16% ke dalam tiga botol kaca berukuran 150 mL sebagai perlakuan.

6. Masukkan 250 mL ekstrak biji kurma ke dalam 3 botol kaca berukuran 150 mL, dengan masing-masing botol diisi 83 mL ekstrak biji kurma sebagai kontrol.
7. Tambahkan 10 mL media NB yang mengandung bakteri *Zymomonas mobilis* ke setiap botol, lalu aduk larutan hingga homogen.
8. Ukur pH pada tiap botol perlakuan dan kontrol diukur menggunakan pH indikator
9. Tutup ke 6 botol kaca dengan menggunakan kapas steril yang dibungkus aluminium foil, kemudian fermentasi di tempat gelap selama 3 hari
10. Amati dan dokumentasikanlah perubahan warna, bau, pH sebelum dan sesudah fermentasi.
11. Ukur kadar alkohol setiap botol menggunakan alkohol meter dan catat hasil yang didapat kedalam tabel hasil yang sudah disediakan.

Hasil Pengamatan

Data yang diperoleh dari hasil percobaan ini meliputi beberapa hal yang diamati pada larutan di dalam botol kaca berukuran 150 mL, baik pada botol kontrol maupun botol perlakuan, yaitu:

1. Mengukur pH (tingkat keasaman atau kebasaan) pada larutan dalam botol kaca 150 mL untuk sampel kontrol dan perlakuan.
2. Mengamati perubahan warna pada larutan dalam botol kaca 150 mL kontrol dan perlakuan
3. Mengamati aroma pada larutan dalam botol kaca 150 mL kontrol dan perlakuan untuk mengetahui adanya aroma khas, seperti bau asam atau busuk.
4. Mengamati adanya gelembung udara pada larutan dalam botol kaca 15 mL kontrol dan perlakuan sebagai tanda proses yang menghasilkan gas

Tabel 1. Hasil pengukuran pH ekstrak biji kurma sebelum fermentasi

No	Perlakuan	Nilai pH			Rerata pH
		Botol 1	Botol 2	Botol 3	
1.	Kontrol				
2.	Perlakuan				

Tabel 2. Hasil pengukuran pH ekstrak biji kurma sesudah fermentasi

No	Perlakuan	Nilai pH			Rerata pH
		Botol 1	Botol 2	Botol 3	
1.	Kontrol				
2.	Perlakuan				

Tabel 3. Hasil pengukuran kadar alkhol ekstrak biji kurma sesudah fermentasi

No	Perlakuan	Kadar Akohol (%)			Rerata Alkohol(%)
		Botol 1	Botol 2	Botol 3	
1.	Kontrol				
2.	Perlakuan				

Tabel 4. Hasil pengamatan organoleptik ekstrak biji kurma sebelum fermentasi

No	Perlakuan	Warna			Aroma		
		Botol 1	Botol 2	Botol 3	Botol 1	Botol 2	Botol 3
1.	Kontrol						
2.	Perlakuan						

Tabel 5. Hasil pengamatan organoleptik ekstrak biji kurma sesudah fermentasi

No	Perlakuan	Warna			Aroma		
		Botol 1	Botol 2	Botol 3	Botol 1	Botol 2	Botol 3
1.	Kontrol						
2.	Perlakuan						

Tabel 6. Hasil pengamatan organoleptik ekstrak biji kurma sesudah dan sesudah fermentasi

No	Perlakuan	Gelembung Sebelum Fermentasi			Gelembung Sesudah Fermentasi		
		Botol 1	Botol 2	Botol 3	Botol 1	Botol 2	Botol 3
1.	Kontrol						
2.	Perlakuan						

Keterangan

1. + Mengartikan tidak ada gelembung udara
2. ++ Mengartikan ada sedikit gelembung
3. +++ Mengartikan ada banyak gelembung

Tabel 7. Dokumentasi hasil pengamatan

Hasil biakan Bakteri <i>Zymomonas mobilis</i>	Hasil ekstrak biji kurma
Ekstrak biji kurma sebelum Fermentasi (Kontrol)	Ekstrak biji kurma sesudah Fermentasi (Kontrol)
Ekstrak biji kurma sebelum Fermentasi (Perlakuan)	Ekstrak biji kurma sesudah Fermentasi (Perlakuan)

Warna ekstrak biji Kurma Sebelum Fermentasi (Kontrol)	Warna ekstrak biji Kurma Sesudah Fermentasi (Kontrol)
--	--

Pertanyaan

Diskusikan pertanyaan berikut bersama teman satu kelompok, lalu tuliskan jawabannya dengan rapi!

1. Menurut kalian, apa pengertian inovasi bioteknologi berdasarkan pengalaman saat melakukan praktikum?
2. Apa saja manfaat yang bisa didapat jika praktikum ini diterapkan dalam kehidupan masyarakat?
3. Sebagai siswa, langkah apa yang bisa kalian lakukan untuk mendukung inovasi bioteknologi dalam pembuatan bioetanol dari limbah biji kurma.

Tuliskan jawaban kalian di bawah ini!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Buatlah kesimpulan berdasarkan hasil penelitian yang didapat!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Daftar Pustaka

- Estikomah, S. A. (2020). • Pemanfaatan *Rhizopus oryzae* Dalam Pengembangan Produk Olahan Susu (Keju) Halal Berbasis Bioteknologi. *Pharmaceutical Journal of Islamic Pharmacy*, 4(2), 34. <https://doi.org/10.21111/pharmasipha.v4i2.5268>
- Irnaningtyas, & Sagita, S. (2022). *Ipa Biologi* (P. Larasati (ed.)). Erlangga.
- Jambholkar, P. c, Choudhari, sonali G., & Sharma, M. (2024). Louis Pasteur : Sebuah Warisan yang Terungkap. *Cureus Journal Of Medical Science*, 16, 8. <https://doi.org/10.7759/cureus.68080>
- Sidey, D. I., Sp, J., Sidey, D., Era, P., & Industri, R. (2024). Pengabdian Pada Masyarakat Sosialisasi Peran Bioteknologi Modern Bagi Kesehatan Dan Kesejahteraan Masyarakat. *Jurnal Cermerlang*, 6(2), 304–311.
- Siti, O., & Jannah, W. (2022). Potensi Kacang Hijau Menjadi Bahan Baku Dalam Pembuatan Tempe Sebagai Sumber Belajar Pada Materi Bioteknologi Konvensional. *Jurnal Ilmiah Hospitality*, 11(2), 1299. <http://stp-mataram.e-journal.id/JIH>