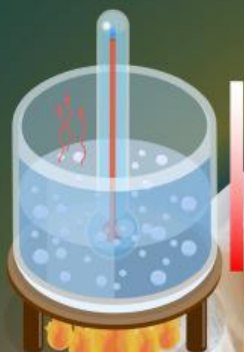


Lembar Aktivitas Peserta Didik Audio (Low)

LAJU REAKSI

Faktor Suhu Terhadap Laju Reaksi



100°C
boiling point



XI

Identitas Peserta Didik

Nama :

Kelas :

No. Absen :



Pendahuluan

A. IDENTITAS UMUM

Kelas : XI
Topik : Faktor suhu terhadap laju reaksi
Alokasi Waktu : 90 menit

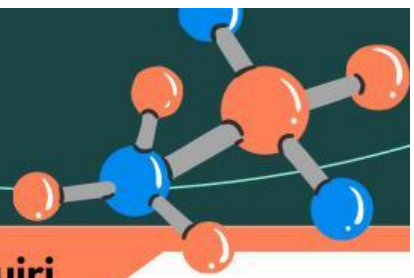
B. CAPAIAN PEMBELAJARAN

Menganalisis hubungan struktur atom dengan sistem periodik unsur; membandingkan jenis ikatan kimia serta kaitannya dengan bentuk molekul dan gaya intermolekuler dalam memprediksi sifat fisik materi; mengaitkan perubahan entalpi standar dari suatu reaksi kimia dengan sumber energi yang ada di lingkungan sekitar; menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi; menganalisis kesetimbangan kimia dan penerapannya; menjelaskan daya hantar listrik dan sifat koligatif larutan; menjelaskan sel elektrokimia dalam kehidupan sehari-hari; dan menjelaskan senyawa karbon dan makromolekul.

C. TUJUAN PEMBELAJARAN

Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi serta mengomunikasikan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran sebagai berikut.

1. Peserta didik dapat membuat klaim (*claim*) terkait fenomena faktor suhu terhadap laju fermentasi legen dengan tepat.
2. Peserta didik mampu menganalisis data (*data*) faktor suhu terhadap laju fermentasi pada legen dengan baik sebagai bukti untuk memperkuat klaim.
3. Peserta didik dapat menganalisis konsep faktor suhu terhadap laju reaksi untuk membangun penalaran (*warrant*) terkait keterhubungan antara klaim dan data yang digunakan untuk memperkuat klaim.



Fase 1: Memusatkan Perhatian dan Menjelaskan Proses Inkuiri

Perhatikan dua botol legen: satu disimpan di tempat sejuk (kulkas) dan satu di tempat hangat (terkena sinar matahari). Setelah beberapa jam, salah satunya lebih cepat menjadi asam dan berbuih.



Pertanyaan pemantik:

1. Pernahkah kalian berpikir mengapa legen yang dibiarkan dalam waktu yang lama akan berubah menjadi minuman yang mengandung alkohol? Bagaimanakah proses perubahannya?
2. Apakah pada suhu yang lebih tinggi, proses pembentukan legen menjadi minuman beralkohol menjadi lebih cepat atau lebih lambat

Kita akan menyelidiki pengaruh suhu penyimpanan legen terhadap laju fermentasi legen dengan melakukan rangkaian pada E-LAPD.

Fase 2: Menyajikan Masalah Inkuiri



Dengarkan audio berikut mengenai minuman legen.

Anda dapat mendengar audio secara detail dan jelas dengan klik *link* di bawah ini.

<https://bit.ly/FenomenaLegenAudio>

Permasalahan

Berdasarkan pernyataan yang telah diuraikan pada fenomena, setujukah Anda jika semakin tinggi suhu pada legen, akan mempercepat laju fermentasi legen?



MENILAI KLAIM

Sebelum membuat klaim, Anda dapat mempelajari bahan ajar berikut.

Bahan Ajar Audio 1

Setelah Anda mempelajari bahan ajar, buatlah klaim berdasarkan fenomena pada halaman 2! Anda dapat memberikan klaim setuju atau tidak setuju terhadap permasalahan yang diberikan.



RUMUSAN MASALAH

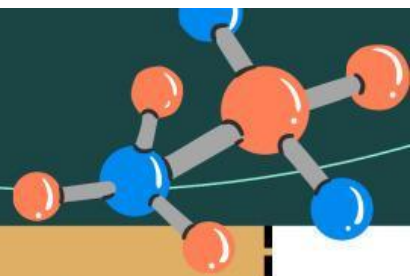
Rumusan masalah merupakan pedoman dalam menentukan langkah-langkah penelitian agar dapat dijawab melalui data yang diperoleh dari proses penelitian/percobaan. Dengan demikian, mampu memberikan arah dan fokus yang relevan terhadap isu yang diangkat.



Berikut adalah contoh bagaimana menyusun rumusan masalah dalam konteks fenomena laju fermentasi tempoyak:

Tempoyak merupakan hasil fermentasi daging buah durian secara alami oleh bakteri asam laktat. Proses fermentasi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya adalah suhu penyimpanan, konsentrasi substrat (gula atau daging buah durian), dan keberadaan katalis (seperti penambahan starter berupa ragi atau bakteri fermentasi).

Pada suhu yang lebih tinggi, aktivitas mikroorganisme dapat meningkat, sehingga mempercepat proses fermentasi yang ditandai dengan penurunan pH dan aroma khas yang semakin kuat. Sementara itu, konsentrasi substrat yang lebih tinggi menyediakan lebih banyak bahan bagi mikroorganisme untuk bereaksi, yang juga dapat mempercepat laju fermentasi. Selain itu, penambahan katalis seperti ragi atau inokulum bakteri fermentasi dapat mempercepat reaksi biokimia yang terjadi selama proses fermentasi.



Oleh karena itu, penting untuk mengetahui bagaimana faktor-faktor tersebut memengaruhi laju fermentasi tempoyak.

Rumusan masalah yang tepat dalam fenomena laju fermentasi tempoyak adalah: Bagaimana pengaruh suhu penyimpanan tempoyak terhadap laju fermentasinya?

Berdasarkan fenomena yang disajikan pada halaman 2, tuliskan rumusan masalah sesuai dengan klaim yang Anda buat!

Fase 3: Merumuskan Hipotesis untuk Menjelaskan Masalah

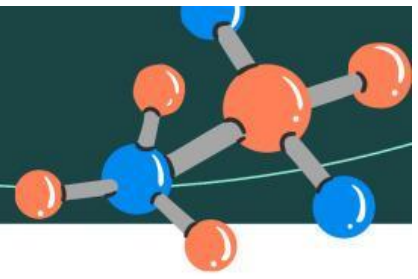


HIPOTESIS

Hipotesis merupakan dugaan sementara atau jawaban sementara terhadap rumusan masalah atau pertanyaan penelitian yang masih harus diuji kebenarannya. Hipotesis disusun dengan format “**Jika... maka...**” agar dapat mengenali hubungan antarvariabel, menyusun prediksi yang bisa diuji, dan menjelaskan prediksi secara masuk akal dan ilmiah.

Berikut adalah contoh hipotesis atau jawaban sementara dari rumusan masalah pada fenomena fermentasi tempoyak:

Jika suhu penyimpanan dinaikkan hingga mencapai suhu optimum bagi aktivitas bakteri asam laktat, maka laju fermentasi tempoyak akan meningkat.



Tuliskan hipotesis dari rumusan masalah yang telah Anda buat pada halaman 4!



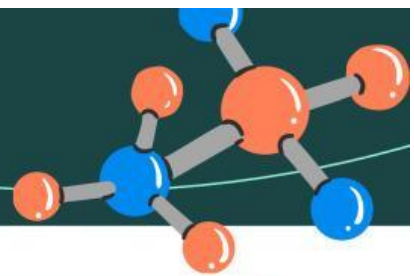
VARIABEL PERCOBAAN

1. Variabel bebas: Variabel yang sengaja diubah atau divariasikan oleh peneliti untuk mengetahui pengaruhnya terhadap variabel lain (yaitu variabel respon).
2. Variabel kontrol: Variabel yang dibuat tetap (tidak berubah) selama eksperimen berlangsung agar hasil eksperimen hanya dipengaruhi oleh variabel manipulasi.
3. Variabel respon: Variabel yang diukur atau diamati dalam sebuah eksperimen untuk melihat pengaruh dari variabel manipulasi. Variabel ini berubah sebagai akibat dari perubahan pada variabel manipulasi.

Berikut adalah contoh variabel percobaan pada fenomena faktor suhu terhadap fermentasi tempoyak:

1. Variabel bebas: Suhu fermentasi legen.
2. Variabel kontrol: jenis dan massa daging buah durian, lama waktu fermentasi, volume total larutan daging durian.
3. Variabel respon: perubahan pH pada tempoyak.

Untuk mempermudah percobaan yang dilakukan, tentukan variabel percobaan termasuk variabel bebas, variabel kontrol, dan variabel respon berdasarkan fenomena yang disajikan pada halaman 2!



Variabel Bebas

Variabel Kontrol

Variabel Respon

Fase 4: Mengumpulkan Data untuk Menguji Hipotesis



Percobaan Faktor Suhu Terhadap Laju Feremntasi Legen

Alat dan Bahan

Alat	Jumlah
Gelas ukur 50 mL dan 100 mL	1 Buah
Stopwatch	1 Buah
Termometer	1 Buah
Gelas erlenmeyer 250 mL	2 Buah
Indikator universal	3 Buah
Plastisin	Secukupnya

Alat	Jumlah
Bak air	Secukupnya
Gelas beaker	3 buah
Pipet tetes	3 buah
Selang	1 buah
Bahan	Jumlah
Legen	300 mL



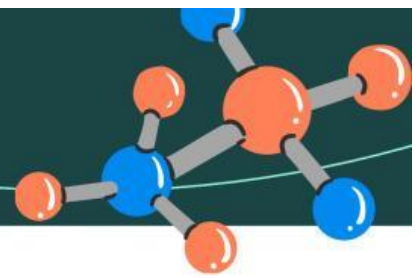
Prosedur Percobaan

Prosedur percobaan yang akan dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Siapkan dua erlenmeyer dan beri label.
2. Masukkan masing-masing 100 mL legen segar ke dalam setiap erlenmeyer.
3. Ambil sedikit sampel cairan menggunakan pipet pada masing-masing sampel legen dan letakkan pada gelas beaker kemudian ukur pH awal menggunakan indikator universal.
4. Tutup erlenmeyer dengan plastisin dan lubangi tengahnya.
5. Masukkan selang ke dalam erlenmeyer hingga di atas air legen.
6. Isilah bak dengan air hingga separuh bak, lalu masukkan gelas ukur 100 mL secara miring ke dalam bak tersebut. Pastikan gelas ukur terisi penuh air tanpa ada gelembung. Setelah itu, angkat bagian bawah gelas ukur hingga posisinya terbalik di dalam air.
7. Masukkan selang yang terhubung dengan erlenmeyer ke dalam gelas ukur yang terbalik. Rangkaian alat akan menjadi seperti pada [link https://bit.ly/RangkaianAlat](https://bit.ly/RangkaianAlat).
8. Simpan erlenmeyer pertama di suhu rendah ($\pm 5^{\circ}\text{C}$), erlenmeyer kedua di suhu ruang ($\pm 25^{\circ}\text{C}$).
9. Diamkan kedua erlenmeyer selama ± 1 jam.
10. Setelah ± 1 jam, ukur pH akhir semua larutan pada erlenmeyer dan lihatlah volume gas yang terbentuk pada gelas ukur. Catat hasilnya!

Hasil Pengamatan

No	Suhu Penyimpanan ($^{\circ}\text{C}$)	Waktu Fermentasi (Jam)	Volume gas (mL)	pH Awal Legen	pH Akhir Legen	Perubahan pH (pH Akhir-pH Awal)
1						
2						



MENJELASKAN DATA

Berdasarkan data pengamatan Anda, jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut!

1. Bagaimana pola perubahan pH legen berdasarkan perbedaan suhu penyimpanan? Urutkan hasil pH percobaan dari yang paling asam!

2. Bagaimana perbedaan volume gas pada legen yang disimpan pada suhu ruang dengan legen yang disimpan pada suhu rendah? Mengapa demikian? Jelaskan berdasarkan konsep laju reaksi kimia!

3. Jika fermentasi dilakukan pada suhu yang lebih tinggi lagi (lebih dari 40°C), bagaimana laju fermentasinya?



PENGAJUAN ALASAN

Berdasarkan data pengamatan di atas, tentukanlah apakah Anda tetap setuju terhadap klaim (butir soal nomor 1 pada halaman 3) setelah melakukan pencarian data/bukti. Tuliskan penjelasan Anda dengan memperkuat klaim yang disajikan pada kolom di bawah ini. Penjelasan dapat berupa alasan Anda setuju terhadap klaim yang Anda pilih dengan menghubungkan data percobaan yang Anda peroleh dan berdasarkan literatur pada artikel ilmiah!

Silahkan baca artikel berikut untuk membuat penjelasan.

Link Artikel Ilmiah

Contoh Argumentasi:

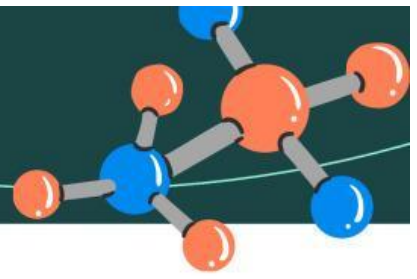
1. Berdasarkan hasil percobaan

Berdasarkan hasil percobaan, semakin tinggi suhu dapat mempercepat laju fermentasi pada tempoyak, seperti yang terlihat dari perbandingan hasil fermentasi pada suhu ruang (30°C) dan suhu dingin (5°C). Pada suhu ruang, fermentasi menghasilkan volume gas yang lebih banyak dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan suhu dingin. Selain itu, perubahan pH pada suhu ruang juga menunjukkan penurunan yang lebih cepat, mengindikasikan percepatan konsumsi gula oleh mikroorganisme fermentasi. Sebaliknya, pada suhu dingin, laju fermentasi lebih lambat, dengan volume gas yang lebih sedikit dan perubahan pH yang lebih lambat. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa suhu yang lebih tinggi mempercepat laju fermentasi pada tempoyak.

2. Berdasarkan rujukan dari artikel ilmiah

Peningkatan suhu fermentasi membuat proses fermentasi tape singkong berlangsung lebih cepat (Laili dkk, 2022). Hal sejalan dengan temuan Sinaga dkk. (2021) yang menyebutkan bahwa fermentasi nira Aren menjadi lebih lambat saat disimpan pada suhu rendah. Data-data ini mendukung kesimpulan bahwa semakin tinggi suhu fermentasi, laju fermentasi pada tempoyak juga bertambah cepat.

Klaim	Argumentasi
<i>Tuliskan klaim yang menurut Anda benar</i>	Alasan 1 (berdasarkan hasil percobaan)
	Alasan 2 (berdasarkan artikel ilmiah)
Suhu yang lebih tinggi dapat mempercepat laju fermentasi pada legen.	



MENYIMPULKAN

Kesimpulan berisi ringkasan dari hasil percobaan yang menjawab rumusan masalah dan pernyataan hubungan antara variabel.

Berikut adalah contoh penyusunan kesimpulan pada fenomena faktor konsentrasi, suhu, dan katalis terhadap fermentasi tempoyak:

Rumusan masalah pada fenomena tempoyak adalah sebagai berikut.

Bagaimana pengaruh suhu penyimpanan terhadap laju fermentasi tempoyak?

Kesimpulan yang tepat untuk yang sesuai dengan rumusan masalah tersebut dan berhubungan dengan variabel percobaan adalah sebagai berikut.

Semakin tinggi suhu penyimpanan, maka laju fermentasi tempoyak semakin cepat. Hal ini ditunjukkan dengan penurunan pH yang lebih besar dan aroma asam yang lebih kuat pada tempoyak yang disimpan di suhu lebih tinggi. Maka, suhu memengaruhi kecepatan fermentasi tempoyak.

Berdasarkan analisis data percobaan Anda, tuliskan kesimpulan pada kolom berikut! Kesimpulan berupa jawaban dari rumusan masalah.



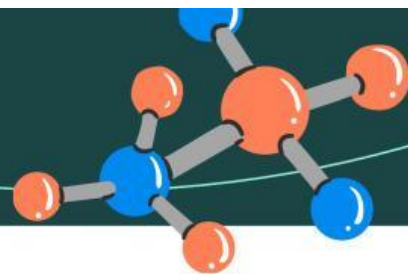


KETERKAITAN

Setelah mengerjakan serangkaian aktivitas pada e-LAPD, silahkan Anda menuliskan keterkaitan antara fenomena dengan hasil data percobaan dengan menjawab pertanyaan berikut ini.

1. Sampaikan pendapat Anda mengenai fermentasi legen dari perspektif budaya masyarakat Indonesia! (SSI)

2. Mengapa masyarakat memanaskan legen pada suhu 80–90°C selama 6–8 menit agar lebih tahan lama? Jelaskan hubungan suhu dan laju fermentasi! (SSI)



Daftar Pustaka



Anggraini, L. & Widawati, L. (2015) Pengaruh Waktu Fermentasi Tempoyak Terhadap Sifat Organoleptik Sambal Tempoyak. *AGRITEPA: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*, 2(1), 118-127.

Laili, S. N., Sudarti, S., & Prihandono, T. (2022). Analisis perubahan suhu pada proses fermentasi tape singkong (*Manihot esculenta*). *Wahana Fisika*, 7(1), 19-30.

Manzil, L. D., & Pambudiarto, B. A. (2024). Study of Fermentation Reactions in Legen Drinks: Studi Reaksi Fermentasi pada Minuman Legen. *Jurnal Integrasi Proses Dan Lingkungan*, 2(1), 80–86.

Oemanu, M. B., & Rindrayani, S. R. (2025). Konsep Rumusan Masalah dan Tujuan Penelitian pada Berbagai Metode Penelitian. *Jurnal Multidisiplin Saintek*, 6(12).

Osborne, J. (2010). Arguing to learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse. *Science*. Vol. 328, 463-466

Sinaga, O. T., Fevria, R., Chatri, M., & Violita. (2021). Pengaruh suhu terhadap waktu fermentasi nira aren (*Arenga pinnata* Merr.). *Symbiotic: Journal of Biological Education and Science*, 2(1), 21-27.

Sucipto. (2019). e-Modul Laju Reaksi. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Zaki, M., & Saiman (2021). Kajian Tentang Perumusan Hipotesis Statistik Dalam Pengujian Hipotesis Penelitian. *JIIP: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 4(2), 115–118.