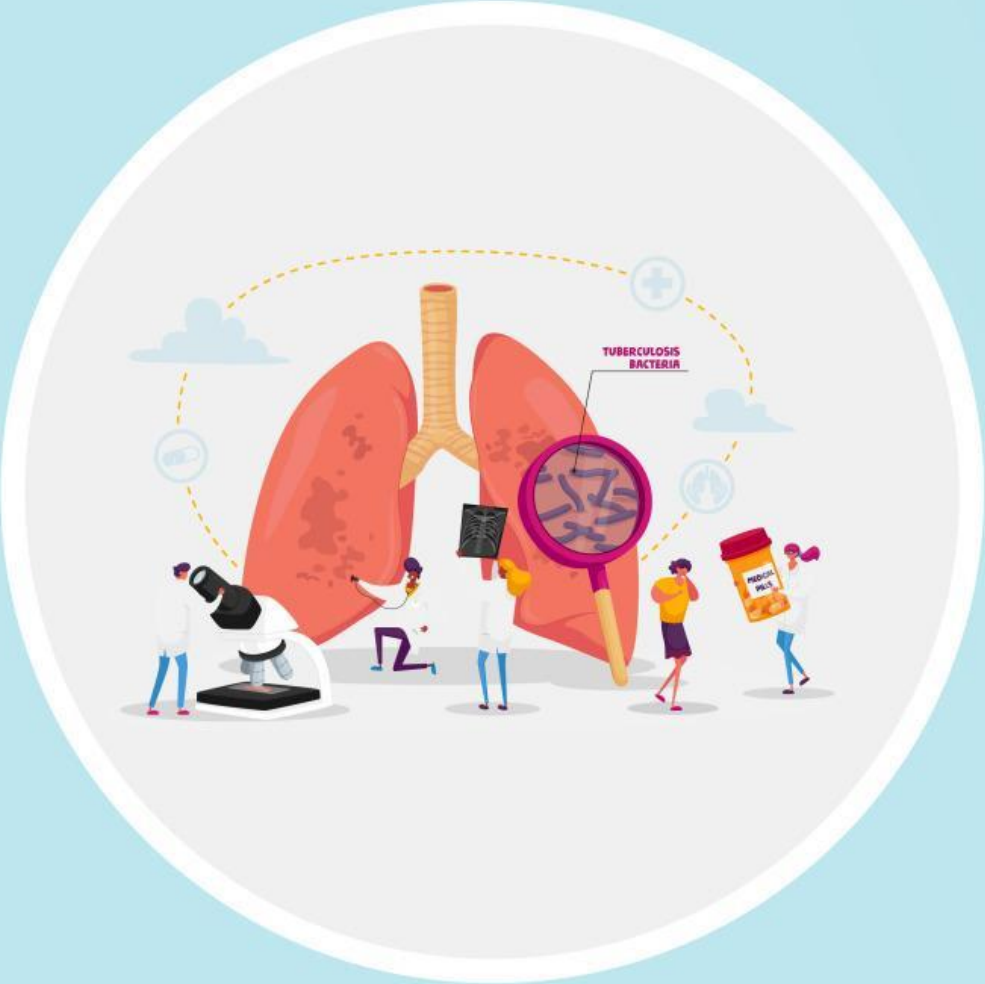
LEMBAR KERJA
PESERTA DIDIK ELEKTRONIK



SISTEM PERNAPASAN

Berbasis CBL (*Case-Based Learning*)
Untuk Melatihkan Kemmapuan Pemecahan Masalah

KELAS

XI

SMA/ MA

Nahdhifah Kamarukmi I.
Nur Qomariyah, S.Pd., M.Sc.

LIVEWORKSHEETS

DAFTAR ISI

Daftar Isi i

Kata Pengantar 1

Fitur E-LKPD 1

Peta Konsep 3

Petunjuk Penggunaan E- LKPD 4

E-LKPD 1 5

Glosarium 13

Daftar Pustaka 13

LIVEWORKSHEETS

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat, rahmat, dan karuniaNya sehingga pengembangan E-LKPD berbasis model *Case-Based Learning* (CBL) untuk melatihkan keterampilan pemecahan masalah pada materi sistem pernapasan dapat terselesaikan dengan baik. E-LKPD ini disusun untuk melatihkan keterampilan pemecahan masalah peserta didik kelas XI. Indikator keterampilan pemecahan masalah yang dilatihkan antara lain yakni memahami masalah, merancang strategi penyelesaian, pelaksanaan, dan evaluasi.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu Nur Qomariyah S.Pd., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dalam menyelesaikan E-LKPD ini. Melalui E-LKPD ini diharapkan mampu membantu peserta didik dalam memahami materi sistem pernapasan terutama pada materi mekanisme pernapasan dengan melatihkan keterampilan pemecahan masalah peserta didik. E-LKPD ini memuat informasi yang relevan dengan kegiatan pembelajaran, dilengkapi sumber-sumber dari artikel ilmiah dan aktual yang dapat memperkuat keterkaitan antara materi pembelajaran dengan kehidupan nyata. Selain itu, ditambahkan pula fitur-fitur pendukung yang diharapkan mampu menarik minat belajar peserta didik serta mendorong eksplorasi pengetahuan secara mandiri.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan E-LKPD ini. Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penyajian maupun isi. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan demi perbaikan dan penyempurnaan ke depannya.

Surabaya, Agustus 2025

Nahdhifah Kamarukmi I.

FITUR - FITUR E-LKPD

Smart Corner

Fitur ini sebagai sarana untuk menambah wawasan peserta didik melalui penyajian ringkasan materi.

Let's Explore

Fitur ini memfasilitasi peserta didik untuk memahami kasus yang telah disajikan berdasarkan artikel atau berita sesuai dengan kejadian yang terjadi di kehidupan sehari - hari sehingga dapat melatih peserta didik untuk melakukan identifikasi informasi, merumuskan masalah, dan hipotesis terkait kasus yang diberikan.

Think & Analyze

Fitur ini memfasilitasi peserta didik untuk menganalisis penyebab dan dampak terhadap kasus.

LIVEWORKSHEETS

FITUR - FITUR E-LKPD

Take Action

Fitur ini memfasilitasi peserta didik untuk merancang dan melakukan percobaan berdasarkan kasus dengan menggunakan alat dan bahan yang telah disiapkan, serta menyusun variabel hingga langkah – langkah percobaan.

Solve the Case

Fitur ini memfasilitasi peserta didik untuk menuangkan hasil praktikum sebagai langkah penyelesaian kasus.

Evaluate

Fitur ini memfasilitasi peserta didik perlu melakukan peninjauan kembali hasil akhir dengan memeriksa ketepatan solusinya serta mempertimbangkan apakah solusi tersebut dapat diterapkan pada permaslahan lain yang serupa.

Let's Summarize and Present

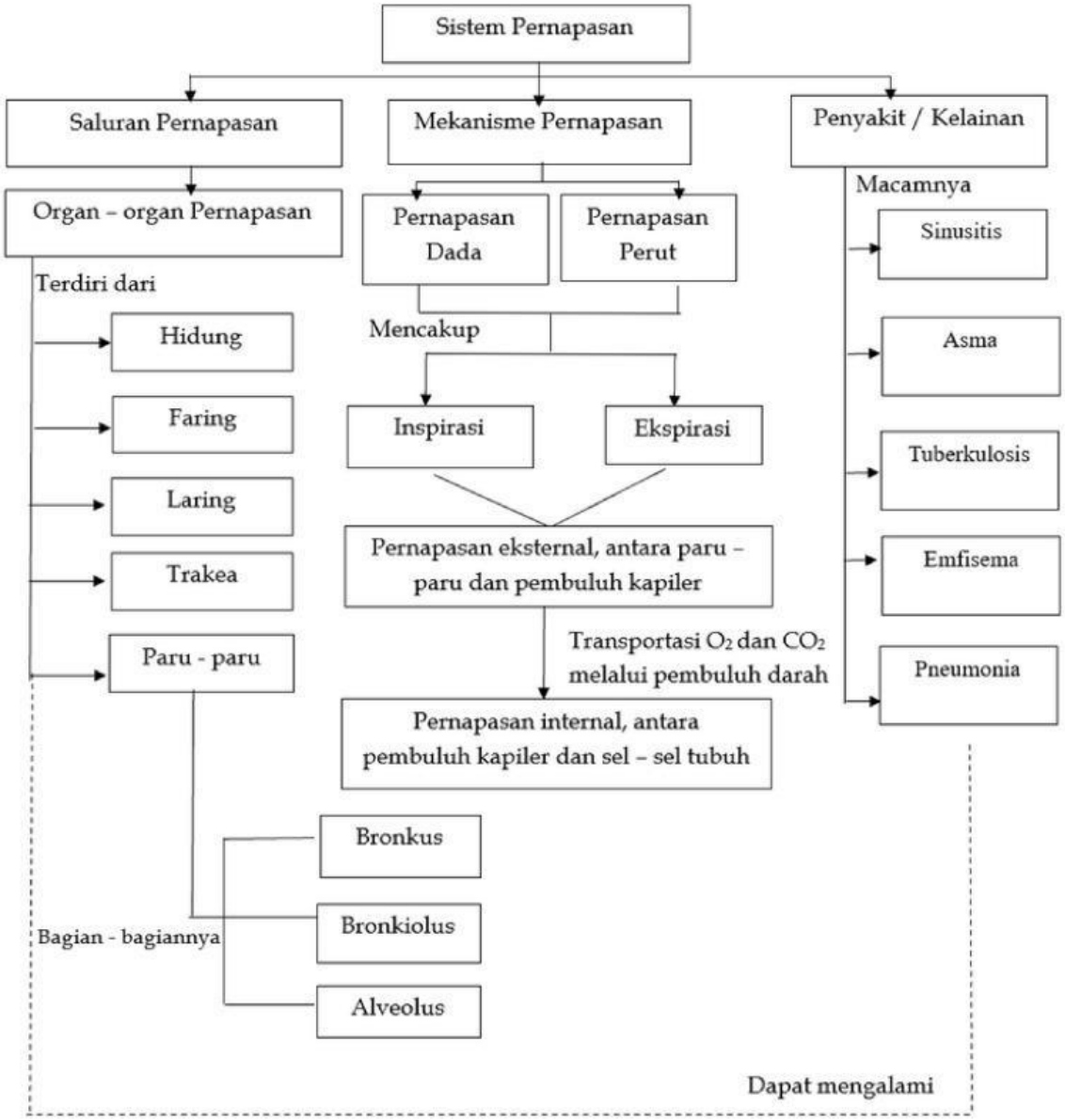
Fitur ini memfasilitasi peserta didik untuk menyusun kesimpulan serta melakukan perbaikan guna memastikan jawaban sesuai dan memperbaiki apabila terdapat ketidaksesuaian.

Sintaks CBL	Indikator	Fitur
Menganalisis kasus	Memahami masalah	Let's Explore
Menganalisis kasus		Think & Analyze
Menemukan informasi, data, dan literatur secara mandiri	Merencanakan penyelesaian & Pelaksanaan	Take Action
Menentukan langkah penyelesaian kasus		Solve the Case

LIVEWORKSHEETS

Sintaks CBL	Indikator	Fitur
Menarik kesimpulan	Melakukan pengecekan kembali	Let's Summarize and Present
Presentasi		
Perbaikan		

PETA KONSEP

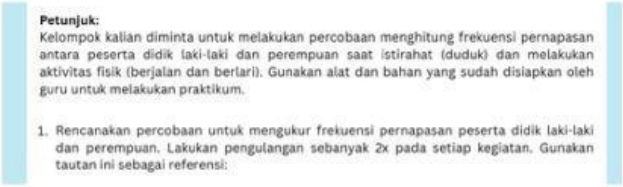


LIVEWORKSHEETS

PETUNJUK PENGGUNAAN

1. Buka E-LKPD melalui tautan yang telah diberikan oleh guru.

2. Bacalah setiap petunjuk kegiatan dengan teliti



Petunjuk:
Kelompok kalian diminta untuk melakukan percobaan menghitung frekuensi pernapasan antara peserta didik laki-laki dan perempuan saat istirahat (duduk) dan melakukan aktivitas fisik (berjalan dan berlari). Gunakan alat dan bahan yang sudah disiapkan oleh guru untuk melakukan praktikum.

1. Rencanakan percobaan untuk mengukur frekuensi pernapasan peserta didik laki-laki dan perempuan. Lakukan pengulangan sebanyak 2x pada setiap kegiatan. Gunakan tautan ini sebagai referensi:

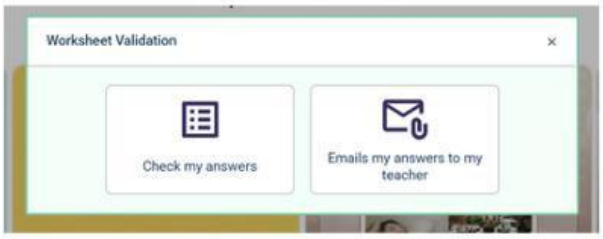
3. Apabila ingin berpindah ke halaman selanjutnya, usap layar ke atas secara perlahan

4. Gunakan buku pendamping, catatan, atau sumber informasi yang relevan untuk membantu menjawab setiap aktivitas yang terdapat pada E-LKPD.

5. Apabila ada kesulitan atau pertanyaan, tanyakan kepada guru.

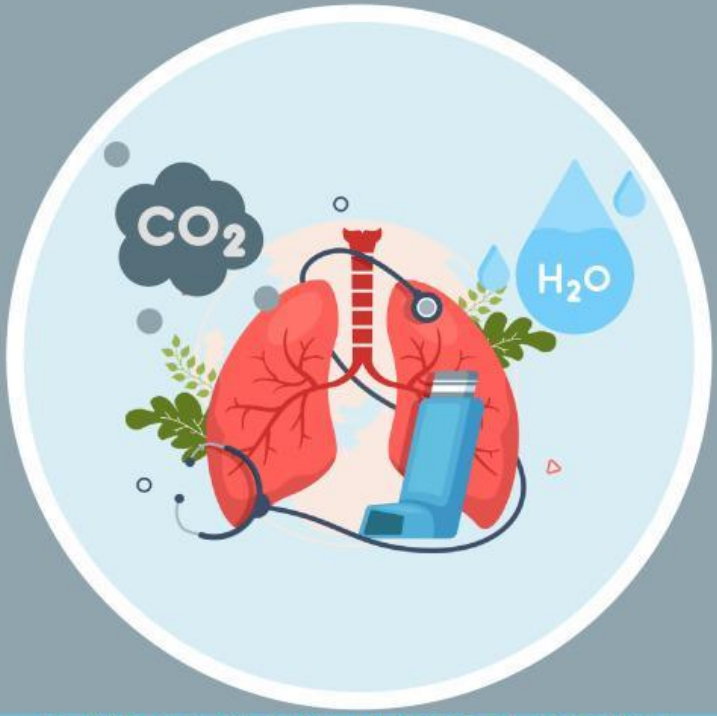
6. Setelah selesai mengerjakan kegiatan yang tertera dalam E-LKPD, silahkan tekan tombol *finish* untuk menyimpan aktivitas yang telah dikerjakan

7. Pilih opsi “Emails my answers to my teacher”



LIVEWORKSHEETS

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK ELEKTRONIK SISTEM PERNAPASAN



LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK 1

ANALISIS KANDUNGAN UDARA PERNAPASAN

Kelompok:

Nama anggota:

1.

2.

3.

4.

5.

KELAS

XI

SMA/ MA

LIVEWORKSHEETS

IDENTITAS E-LKPD

A. Materi Pokok

Mata pelajaran : Biologi
Kelas : XI
Pertemuan : 1
Alokasi waktu : 2x 45 menit

B. Capaian Pembelajaran

Pada akhir fase F, peserta didik memiliki kemampuan mendeskripsikan struktur sel serta bioproses yang terjadi seperti transpor 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 pewarisan sifat, pertumbuhan dan perkembangan, mengevaluasi gagasan baru mengenai evolusi, dan inovasi teknologi biologi.

C. Tujuan Pembelajaran

1. Melalui kegiatan diskusi dan praktikum, peserta didik mampu mengidentifikasi kandungan dalam udara yang digunakan untuk bernapas dan udara hasil pernapasan.
2. Melalui kegiatan diskusi, peserta didik mampu memutuskan solusi penyelesaian masalah mengenai cara menjaga kesehatan sistem pernapasan.

Smart Corner

Bioproses pada Sistem Pernapasan

Transport karbon dioksida sedikit lebih kompleks. Sebagian karbon dioksida terlarut di dalam plasma, dan sebagian lagi diangkut oleh hemoglobin (karbaminohemoglobin), tetapi keduanya hanya mencakup sekitar 20% dari keseluruhan transpor CO_2. Sebagian besar karbon dioksida diangkut di dalam plasma dalam bentuk ion bikarbonat (HCO_3^-) (Scanlon & Sanders, 2007).

Ketika karbon dioksida memasuki darah, sebagian besar berdifusi ke dalam sel darah merah yang mengandung enzim karbonat anhidrase. Enzim ini mengatalisis reaksi antara karbon dioksida dan air sehingga terbentuk asam karbonat:

$$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$$

Asam karbonat tersebut kemudian terdisosiasi menjadi:

$$H_2CO_3 \rightarrow H^+ + HCO_3^-$$

Ion bikarbonat berdifusi keluar dari sel darah merah menuju plasma, sedangkan ion hidrogen (H^+) tertinggal di dalam sel darah merah. Banyaknya ion H^+ berpotensi membuat sel darah merah menjadi terlalu asam, tetapi hemoglobin berfungsi sebagai penyangga (buffer) untuk mencegah terjadinya asidosis (Hall, 2011). Untuk mempertahankan keseimbangan ion, ion klorida (Cl^-) dari plasma masuk ke dalam sel darah merah, proses ini disebut pergeseran klorida (chloride shift). Adapun CO_2 berada di dalam plasma sebagai bagian dari ion HCO_3^-. Ketika darah mencapai paru-paru, yang merupakan daerah dengan tekanan parsial CO_2 (PCO_2) lebih rendah, reaksi-reaksi tersebut berlangsung kembali ke arah sebaliknya. CO_2 terbentuk kembali dan berdifusi ke dalam alveolus untuk kemudian dihembuskan (Scanlon & Sanders, 2007).

LIVEWORKSHEETS

KEGIATAN 2

Let's Explore

Bacalah kutipan artikel berikut dengan cermat, kemudian jawablah pertanyaan yang tertera!

Kandungan O_2 dan CO_2 Udara Pernapasan pada Rumah Minim Ventilasi: Kasus Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) pada Balita

Penelitian yang dilakukan oleh Irma *et al.* (2024) di wilayah kerja Puskesmas Poasia, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara memaparkan bahwa kualitas ventilasi rumah berpengaruh signifikan terhadap risiko Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) pada balita. Dari 71 responden yang memiliki ventilasi rumah dengan kategori tidak memenuhi syarat, sebanyak 59 responden menderita ISPA dan 12 responden yang tidak menderita ISPA. Hal ini menegaskan bahwa rumah dengan ventilasi buruk memiliki risiko ISPA jauh lebih tinggi dibanding rumah dengan ventilasi yang memenuhi standar kesehatan.

Ventilasi rumah didefinisikan sebagai proses alami atau mekanis yang memasukkan udara segar ke dalam dan mengeluarkan udara pengap dari ruang tertutup sehingga keseimbangan oksigen (O_2) tetap terjaga. Jika ventilasi tidak berfungsi optimal, akumulasi udara hasil pernapasan akan meningkatkan konsentrasi CO_2, menurunkan kadar O_2, serta memicu penumpukan bahan organik beracun di dalam rumah. Kondisi ini menciptakan lingkungan lembap yang mendukung pertumbuhan bakteri patogen penyebab ISPA. Penelitian tersebut juga mengungkap bahwa rumah dengan ventilasi tidak memenuhi syarat berisiko tiga kali lipat lebih besar menimbulkan ISPA. Oleh karena itu, keberadaan ventilasi yang memadai, terutama dua ventilasi yang saling berhadapan untuk memaksimalkan aliran udara, menjadi syarat penting rumah sehat.

Udara yang dihirup mengandung O_2, sedangkan udara yang dihembuskan mengandung CO_2 hasil proses metabolisme. Keseimbangan kedua gas ini sangat bergantung pada kualitas ventilasi dan sirkulasi udara di dalam ruangan. Ventilasi yang baik akan memastikan suplai O_2 tetap cukup sekaligus membuang CO_2 sehingga kesehatan pernapasan tetap terjaga.

Sumber: kasus 2

Menetapkan Kasus **Indikator Pemecahan Masalah: Memahami Masalah**

1. Tuliskan informasi yang diperoleh berdasarkan kutipan kasus di atas!

   Jawab:

   1.

   2.

2. Berdasarkan informasi pada kutipan kasus di atas, buatlah rumusan permasalahan yang sesuai!

   Rumusan masalah merupakan suatu kalimat tanya yang menunjukkan hubungan sebab akibat antara dua variabel

   Contoh: Apakah keberadaan karbon dioksida dapat dibuktikan melalui kegiatan praktikum?

   Jawab:

LIVEWORKSHEETS

3. Berdasarkan rumusan permasalahan, susunlah hipotesis yang tepat!

Hipotesis merupakan jawaban sementara terhadap masalah yang masih bersifat praduga, hal ini karena masih harus dibuktikan kebenarannya

Contoh: Keberadaan karbon dioksida pada proses pernapasan dapat dibuktikan melalui kegiatan praktikum

Jawab:

Think & Analyze

Menganalisis Kasus **Indikator Pemecahan Masalah: Memahami Masalah**

4. Berdasarkan informasi pada kasus, analisislah penyebab kasus tersebut terjadi!

Jawab:

5. Berdasarkan informasi pada kasus, analisislah dampak dari kasus yang terjadi!

Jawab:

Take Action

Menemukan Data **Indikator Pemecahan Masalah: Merencanakan Penyelesaian & Pelaksanaan**

Setelah anda menemukan informasi, merumuskan masalah, serta berlatih membuat hipotesis, anda sudah dapat menganalisis permasalahan pada kasus yang tertera. Sekarang waktunya untuk meningkatkan kemampuan anda dalam menemukan dan menganalisis data melalui praktikum berikut.

Percobaan Membuktikan Udara CO_2 dan O_2 dalam Pernapasan

Petunjuk:

Kelompok kalian diminta untuk melakukan percobaan membuktikan udara yang digunakan dalam proses bernapas dan udara hasil pernapasan. Gunakan alat dan bahan yang sudah disiapkan oleh guru untuk melakukan praktikum.

1. Rencanakan percobaan untuk melakukan pembuktian udara CO_2 dan O_2 dalam Pernapasan. Gunakan tautan ini sebagai referensi:

Praktikum O_2

Praktikum CO_2

LIVEWORKSHEETS

Take Action

a. Tuliskan alat dan bahan yang kalian gunakan!

Jawab:

b. Tuliskan variabel yang digunakan!

Terdapat 3 variabel yang harus ditentukan:

- Variabel manipulasi: Perlakuan yang dibuat berbeda dalam percobaan
  Contoh: Jenis aktivitas tubuh yang dilakukan (berlari dan istirahat)
- Variabel kontrol: Perlakuan yang dibuat sama dalam percobaan
  Contoh: Melakukan aktivitas lari selama 2 menit
- Variabel respon: Hasil dari perlakuan yang berbeda dalam percobaan
  Contoh: Data hasil pengukuran denyut nadi

Jawab:

Variabel Manipulasi:

Variabel Kontrol:

Variabel Respon:

c. Gambarkan skema mengenai langkah percobaan yang akan dilakukan!

Skema percobaan merupakan alur yang menggambarkan urutan langkah kegiatan dalam suatu percobaan sehingga percobaan dapat dilakukan secara sistematis dan terarah.

Jawab:

- **Udara hasil pernapasan**

- **Udara yang digunakan dalam proses bernapas**

LIVEWORKSHEETS

Take Action

c. Tuliskan langkah-langkah percobaan berdasarkan rancangan skema percobaan!

- Udara hasil pernapasan

- Udara yang digunakan dalam proses bernapas

Setelah melakukan percobaan, tuliskan hasil percobaan kalian dalam tabel yang telah disediakan.

Tabel 1. Data hasil percobaan membuktikan udara hasil pernapasan

No.	Perlakuan	Hasil pengamatan		Keterangan
		Sebelum	Sesudah	
1.	Tabung Erlenmeyer A			
2.	Tabung Erlenmeyer B			
3.	Tabung Erlenmeyer C			

Keterangan:

Tidak keruh (-) Keruh (++)

Sedikit keruh (+) Sangat keruh (+++)

Tabel 2. Data hasil percobaan membuktikan udara yang digunakan dalam proses bernapas

No.	Perlakuan	Waktu Padam (Detik)
1.	Lilin Pertama (Ditutup beaker 200 ml)	
2.	Lilin Kedua (Ditutup beaker 250 ml)	

LIVEWORKSHEETS

Solve the Case

Menetapkan Langkah Penyelesaian Kasus

Indikator Pemecahan Masalah: Merencanakan Penyelesaian & Pelaksanaan

Berdasarkan kegiatan yang telah dilakukan, jawablah pertanyaan - pertanyaan berikut untuk memperkuat pemahaman kalian!

1. Bagaimana cara menunjukkan bahwa udara yang dihasilkan dari pernapasan berupa CO_2 berdasarkan tingkat kekeruhan yang terjadi pada Erlenmeyer C?

Jawab:

2. Berapa perbedaan lama waktu padam ketika lilin menyala pada lilin A dan lilin B? Jelaskan mengapa terjadi perbedaan lama waktu padam ketika lilin menyala!

Jawab:

3. Berdasarkan hasil pengujian udara pernapasan yang menunjukkan adanya kandungan karbon dioksida (CO_2) dan oksigen (O_2) yang digunakan dalam bernapas, langkah-langkah apa saja yang dapat diterapkan dalam pengelolaan lingkungan rumah agar pertukaran udara berlangsung sehat?

Jawab:

Evaluate

Indikator Pemecahan Masalah: Melakukan pengecekan kembali

Apakah data hasil praktikum sesuai dengan hipotesis awal? Jelaskan.

Jawab:

LIVEWORKSHEETS

Evaluate

Berdasarkan hasil percobaan, bagaimana memodifikasi metode atau temuan tersebut agar dapat diterapkan pada permasalahan lain yang serupa?

Modifikasi dapat dilakukan dengan cara mengubah atau menyesuaikan variabel-variabel yang digunakan dalam percobaan. Contoh: Mengganti konsentrasi larutan yang digunakan.

Jawab:

Let's Summarize and Present

Menarik Kesimpulan

Tulislah kesimpulan yang kalian peroleh dari kegiatan ini!

Jawab:

Perbaikan

Apakah langkah-langkah praktikum yang kalian lakukan sudah sesuai prosedur? Jika belum, bagian mana yang perlu diperbaiki?

Jawab:

Apakah hasil percobaan kalian sesuai dengan teori? Berikan alasannya!

Jawab:

Apakah kesimpulan yang kalian buat sudah sesuai dengan hasil percobaan yang diperoleh? Jelaskan !

Jawab:

LIVEWORKSHEETS

GLOSARIUM

Alveoli	:	Kantung udara pada paru-paru yang tersusun dari epitel pipih selapis, tempat terjadinya pertukaran gas
Bronkiolus	:	Saluran udara terkecil di dalam paru - paru
Ekspirasi	:	Proses keluarnya udara dari paru-paru
Laringofaring	:	Bagian bawah dari faring yang terhubung ke laring dan esofagus, berfungsi sebagai saluran untuk udara dan makanan
Laring	:	Organ yang menjadi jalur udara antara faring dan trakea serta mengandung pita suara yang berperan dalam proses berbicara
Inspirasi	:	Proses masuknya udara ke dalam paru-paru.
Kapasitas Vital	:	Jumlah udara yang terlibat saat melakukan inspirasi (inhlasi) sedalam mungkin diikuti dengan ekspirasi (ekshalasi) sekuat mungkin, dengan rata-rata sekitar 3500–5000 mL.
Ventilasi	:	Proses pergerakan udara masuk dan keluar dari paru-paru.
Volume tidal	:	Jumlah udara yang dihirup dan dihembuskan dalam satu siklus pernapasan normal, dengan rata-rata sekitar 400–600 mL.

DAFTAR PUSTAKA

Irma, I., Harleli, H., Saktiansyah, L. O. A., & Halik, R. A. (2024). Kondisi fisik rumah sebagai determinan infeksi saluran pernapasan atas (ISPA) pada balita. *Journal of Public Health Science* (*JoPHS*), 1(3), 147–156

Scanlon, V., & Sanders, T. (2007). *Essentials of Anatomy and Physiology – 5th Edition*. New York: F. A. Davis Company.

Utami, R. T., Ismail, I. U., Dinata, A. S., Delfira, A., Rinarto, N. D., Safitri, M., Afrianti, N., Sari, D. M., Al Hazmi, A. A., Fitriani, I., Alti, R. P., & Novia, R. (2023). *Anfisman (Anatomi & Fisiologi Manusia)*. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia.

Waugh, A., & Grant, A. (2010). *Ross and Wilson: Anatomy and physiology in health and illness (11th ed.)*. Edinburgh: Churchill Livingstone/Elsevier.

LIVEWORKSHEETS