LEMBAR KERJA
PESERTA DIDIK ELEKTRONIK
SISTEM PERNAPASAN

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK 2

FAKTOR YANG MEMPENGARUHI FREKUENSI PERNAPASAN

Kelompok:

Nama anggota:

1.

2.

3.

4.

5.

KELAS

XI

SMA/ MA

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.

DAFTAR ISI

Kata Pengantar i

Daftar Isi i

E-LKPD 2 1

Glosarium 10

Daftar Pustaka 10

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, peserta didik mampu menganalisis pengaruh latihan fisik terhadap adaptasi struktur dan fungsi organ pernapasan pada individu terlatih dan tidak terlatih dengan tepat.
2. Melalui kegiatan diskusi dan praktikum, peserta didik mampu menganalisis perbedaan frekuensi pernapasan antara laki - laki dan perempuan.
3. Melalui kegiatan diskusi dan praktikum, peserta didik mampu menganalisis pengaruh aktivitas fisik terhadap frekuensi pernapasan.
4. Melalui kegiatan diskusi dan praktikum, peserta didik mampu menyimpulkan faktor - faktor yang mempengaruhi frekuensi pernapasan.
5. Melalui kegiatan diskusi, peserta didik mampu memutuskan solusi penyelesaian masalah mengenai cara menjaga kesehatan sistem pernapasan.

KEGIATAN 2

Sintaks 1: Menetapkan Kasus

Let's Explore

Indikator Pemecahan Masalah: Memahami Masalah

Cermati dua kasus berikut ini, lalu pilihlah satu kasus yang paling sesuai untuk diamati pada sistem pernapasan baik secara struktur maupun fungsi!

Kasus 1

Kabut Asap Mengintai: Seberapa Besar Risikonya bagi Anak?

Pencemaran udara merupakan salah satu problematika lingkungan yang terus menerus meningkat seiring dengan tingkat aktivitas manusia yang juga didukung dengan kegiatan revolusi industri. Secara umum, pencemaran udara pada suatu tempat dapat terjadi karena campuran dua atau lebih bahan pencemar, baik padat, cair maupun gas yang terdispersi ke udara kemudian menyebar ke lingkungan sekitar. Pencemaran udara dapat terjadi karena ulah manusia maupun terjadi secara alami. Pencemaran udara dari luar rumah seperti asap hasil pembakaran hutan. Fenomena kebakaran hutan di Indonesia kerap sering terjadi. Kemenko Polhukam menyatakan bahwa pada awal 2021 saja terdapat 137 kejadian kebakaran hutan dan lahan di 10 provinsi. Kejadian itu tersebar di berbagai wilayah di Indonesia seperti 9 di Sumatera Utara, 29 di Riau, 52 di Kalimantan Barat, 12 di Kalimantan Tengah, 20 di Sulawesi Tenggara, dan 1 di Papua (Pasaribu HA, 2019). Dari angka tersebut hampir 40 persen kebakaran hutan dan lahan terjadi di Kalimantan, provinsi dengan salah satu luas hutan terbesar di Indonesia, khususnya Kalimantan Tengah dengan luas hutan alam sejumlah 7,1 juta hektare (ha).

LIVEWORKSHEETS

Dampak kabut asap terhadap memberikan efek samping terhadap kesehatan manusia terutama anak-anak yang merupakan kelompok rentan dan sensitif. Hasil penelitian oleh Pratama (2025) menunjukkan pengaruh kebakaran hutan dan lahan terhadap anak memberikan pengaruh besar dengan dampak 69 anak (72,6%) mengalami batuk kering, 78 anak (82,1%) mengalami sakit tenggorokan, 34 anak (35,7%) mengalami demam akibat kebakaran hutan dan lahan, 69 anak (72,6%) mengalami iritasi pada hidung, 34 (35,7%) anak mengalami mengi (sesak napas).

Tabel 2.1. Hasil penelitian: Durasi batuk yang terjadi pada anak – anak usia 5 – 15 tahun di Palangka Raya (Pratama, 2025)

Berapa lama batuk-batuk terjadi				
1 hari	2 hari	3 hari	4 hari	5 hari
6 anak	17 anak	34 anak	15 anak	23 anak

Anak-anak cenderung lebih rentan karena mereka bernapas lebih cepat daripada orang dewasa dan lebih sering melakukan aktivitas di luar ruangan. Selain itu, sistem kekebalan tubuh anak yang belum berkembang sempurna juga meningkatkan risiko terjadinya infeksi saluran pernapasan seperti ISPA, bronkiolitis, dan asma. Bahkan, data menunjukkan bahwa paparan jangka panjang terhadap polusi udara dapat menyebabkan penurunan fungsi paru permanen pada anak (Pratama, 2025). Kabut asap jelas berbahaya bagi kesehatan. **Lantas, bagaimana pengaruh paparan asap terhadap sistem pernapasan? Hal ini dapat diuji melalui percobaan pengaruh kualitas udara terhadap kesehatan pernapasan.**

Sumber: Pratama (2025)

Kasus 2

Respons Pernapasan Saat Senam Aerobik: Apa yang Terjadi?

Senam aerobik kini menjadi salah satu pilihan olahraga yang digemari masyarakat karena gerakannya sederhana, berirama, dan menyenangkan dengan iringan musik. Selain bertujuan untuk menurunkan berat badan dan membentuk tubuh, senam aerobik juga berperan dalam menjaga kebugaran jasmani serta meningkatkan kualitas hidup. Dalam konteks fisiologi, aktivitas aerobik memicu peningkatan frekuensi napas seiring meningkatnya kebutuhan oksigen dan produksi karbon dioksida oleh tubuh. Reseptor pada sendi dan otot teraktivasi selama gerakan, sehingga laju pernapasan meningkat pada awal latihan. Orang yang terlatih biasanya bernapas lebih lambat dan dalam, sehingga penggunaan oksigen lebih efisien dibandingkan yang tidak terlatih. Pada latihan fisik berat, konsumsi oksigen dan produksi karbon dioksida dapat meningkat hingga 20 kali lipat, terutama bila banyak otot yang aktif dan berkontraksi kuat. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas vital paru-paru berperan penting dalam menentukan efisiensi pernapasan saat berolahraga.

Penelitian yang dilakukan oleh Ningsih *et al.* (2021) menyatakan bahwa adanya perubahan *respiratory rate* sebelum melakukan senam aerobik dan sesudah melakukan senam aerobik pada responden yang berusia 30 – 45 tahun yang terdiri atas 16 orang kelompok terlatih dan16 orang kelompok yang tidak terlatih.

Tabel 2.2. Frekuensi respiratory rate sebelum melakukan senam aerobik pada kelompok terlatih dan tidak terlatih

	Variabel	Mean (x/menit)
Sebelum Senam Aerobik	Terlatih	16,19
	Tidak Terlatih	20,94

Tabel 2.3. Frekuensi respiratory rate sesudah melakukan senam aerobik pada kelompok terlatih dan tidak terlatih

	Variabel	Mean (x/menit)
Sesudah Senam Aerobik	Terlatih	27,69
	Tidak Terlatih	38,06

LIVEWORKSHEETS

Penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan signifikan frekuensi napas sebelum dan sesudah senam aerobik. Saat melakukan aktivitas fisik, otot membutuhkan lebih banyak oksigen untuk bekerja secara optimal. Peningkatan beban kerja otot mendorong tubuh meningkatkan suplai oksigen melalui peningkatan denyut jantung dan frekuensi pernapasan hingga kebutuhan energi terpenuhi. Selain itu, latihan fisik yang dilakukan secara rutin dapat meningkatkan efisiensi sistem pernapasan. Individu yang terlatih cenderung memiliki pola napas yang lebih lambat dan dalam, meskipun ventilasi paru relatif sama dengan orang yang tidak terlatih. Hal ini disebabkan oleh kemampuan otot pernapasan yang lebih baik dalam menghirup oksigen dan mengeluarkan karbon dioksida, sehingga paru-paru bekerja lebih efisien dan tidak mudah mengalami kelelahan saat beraktivitas.

Berdasarkan uraian tersebut, tubuh menunjukkan kemampuan beradaptasi terhadap perubahan kebutuhan oksigen saat melakukan berbagai aktivitas. **Lalu, bagaimana respons pernapasan pada berbagai kondisi aktivitas tersebut?**

Sumber: Ningsih *et al.* (2021)

Setelah memilih satu kasus, jawablah pertanyaan di bawah ini sebagai pendahuluan untuk melakukan kegiatan percobaan perhitungan frekuensi pernapasan.

1. Tuliskan dua informasi penting yang kalian peroleh dari kasus yang dipilih! Informasi tersebut harus memuat: (a) kondisi/gangguan yang terjadi dan (b) keterkaitan dengan proses pernapasan.

Jawab:

1.

2.

2. Berdasarkan informasi pada kutipan kasus di atas, buatlah rumusan permasalahan yang akan dibuktikan melalui percobaan!

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

Contoh: Bagaimana pengaruh durasi aktivitas terhadap denyut nadi?

Jawab:

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: Durasi aktivitas fisik mempengaruhi denyut jantung. Semakin lama durasi aktivitas fisik yang dilakukan, maka denyut nadi akan semakin meningkat.

Jawab:

LIVEWORKSHEETS

Sintaks 2: Menganalisis Kasus

Think & Analyze

Jawablah pertanyaan berikut secara runtut untuk membantu menganalisis kasus yang terjadi!

Berdasarkan kutipan kasus, penelitian menunjukkan adanya perbedaan frekuensi pernapasan antara kelompok individu terlatih dan tidak terlatih sebelum dan sesudah melakukan senam aerobik. Kelompok terlatih menunjukkan peningkatan frekuensi pernapasan yang lebih kecil dan lebih cepat kembali normal dibandingkan kelompok tidak terlatih. Individu yang terlatih cenderung bernapas lebih lambat dan dalam, sehingga kebutuhan oksigen untuk kerja otot selama ventilasi menjadi lebih efisien. Dengan jumlah oksigen yang sama, individu terlatih mampu bekerja lebih efisien dibandingkan individu yang tidak terlatih.

Berdasarkan bacaan, analisis bagaimana perbedaan struktur dan fungsi organ pernapasan memengaruhi efisiensi pernapasan pada individu terlatih dan tidak terlatih saat melakukan aktivitas aerobik!

Jawab:

Setelah melakukan analisis terhadap kasus, langkah selanjutnya adalah melakukan percobaan menghitung frekuensi pernapasan pada berbagai aktivitas fisik.

Sintaks 3: Menemukan Informasi, Data, dan Literatur Secara Mandiri

Take Action

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 percobaan berikut.

Percobaan Menghitung Frekuensi Pernapasan Pada Manusia

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

Jawablah pertanyaan - pertanyaan berikut untuk membantu merancang percobaan menghitung frekuensi pernapasan!

1. 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:

LIVEWORKSHEETS

2. Tuliskan alat dan bahan yang digunakan!

Jawab:

Alat:

Bahan:

3. Gambarkan skema mengenai langkah percobaan yang akan dilakukan, unggahlah pada tautan drive berikut!

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

Jawab:

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

Jawab:

LIVEWORKSHEETS

Cermati referensi percobaan yang disiapkan guru untuk memvalidasi apakah rancangan percobaan kalian sudah sesuai atau perlu perbaikan. Apabila sudah sesuai, laksanakan percobaan!

Klik disini

Setelah rancangan percobaan selesai dan sesuai, lakukan percobaan dengan mengikuti langkah-langkah yang telah disusun secara sistematis!

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

Tabel 2. Data perhitungan frekuensi pernapasan saat istirahat dan aktivitas fisik (Sesuai data kelas)

No.	Nama	Aktivitas Fisik	Frekuensi Pernapasan (kali / menit)		Rata - rata Frekuensi (kali / menit)	Rata - rata keseluruhan (kali / menit)
			Ulangan 1	Ulangan 2		
1.		Duduk				
		Berjalan				
		Lari				
2.		Duduk				
		Berjalan				
		Lari				

LIVEWORKSHEETS

Sintaks 4: Menentukan Langkah Penyelesaian Kasus

Solve the Case

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

1. Berdasarkan hasil percobaan, manakah yang lebih tinggi antara frekuensi pernapasan laki - laki atau perempuan? Jelaskan!

   Jawab:

2. Berdasarkan hasil percobaan perhitungan frekuensi pernapasan pada berbagai aktivitas fisik, aktivitas apa yang memiliki frekuensi pernapasan tertinggi pada saat percobaan dilakukan? Jelaskan!

   Jawab:

Sintaks 5: Menarik kesimpulan

Let's Summarize and Present

Indikator Pemecahan Masalah: Melakukan pengecekan kembali

Berdasarkan aktivitas yang kalian lakukan, tuliskan kesimpulannya dengan menjawab pertanyaan berikut ini!

Berdasarkan kegiatan yang telah dilakukan, tuliskan kesimpulan tentang pengaruh latihan terhadap efisiensi kerja paru-paru pada individu terlatih dan tidak terlatih saat aktivitas fisik!

Jawab:

Berdasarkan kegiatan, tuliskan kesimpulan tentang perbedaan frekuensi pernapasan antara laki-laki dan perempuan saat istirahat, berjalan, dan berlari!

Jawab:

LIVEWORKSHEETS

Berdasarkan kegiatan, tuliskan kesimpulan tentang faktor-faktor yang memengaruhi frekuensi pernapasan!

Jawab:

Berdasarkan kegiatan, tuliskan 3 strategi menjaga sistem pernapasan agar tetap stabil saat tubuh melakukan aktivitas berat!

Jawab:

Frekuensi pernapasan dikendalikan oleh pusat pernapasan di otak (medula oblongata) yang merespons kadar CO_2 dan O_2 dalam darah. Saat berolahraga, frekuensi pernapasan secara otomatis meningkat untuk memenuhi kebutuhan oksigen tubuh. Individu dengan kapasitas vital paru yang besar lebih diuntungkan karena tidak perlu meningkatkan frekuensi napas terlalu cepat untuk memenuhi kebutuhan oksigen. Pada latihan fisik yang berat, konsumsi oksigen dan produksi karbon dioksida dapat meningkat hingga 20 kali lipat. Kebutuhan oksigen juga meningkat seiring bertambahnya jumlah otot yang aktif saat berolahraga, misalnya ketika melakukan lebih banyak gerakan. Selain itu, semakin kuat kontraksi otot yang bekerja, semakin besar pula kebutuhan oksigen yang diperlukan oleh tubuh untuk menghasilkan energi.

Sintaks 6: Presentasi

Presentasikan hasil percobaan dan hasil diskusi kelompok kalian di depan kelas secara singkat. Kalian juga bisa memberikan tanggapan berupa saran ataupun komentar kepada kelompok penyaji.

Sintaks 7: Perbaikan (Misal: Jika data sesuai)

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

Jawab:

LIVEWORKSHEETS

Apakah data hasil praktikum sesuai dengan hipotesis awal? Jelaskan.

Jawab:

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

Jawab:

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.

LIVEWORKSHEETS

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

Pratama, A. S. (2025). Gambaran pengaruh asap serta lingkungan terhadap kesehatan anak. Jurnal Kesehatan Tambusai, 6(2)

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