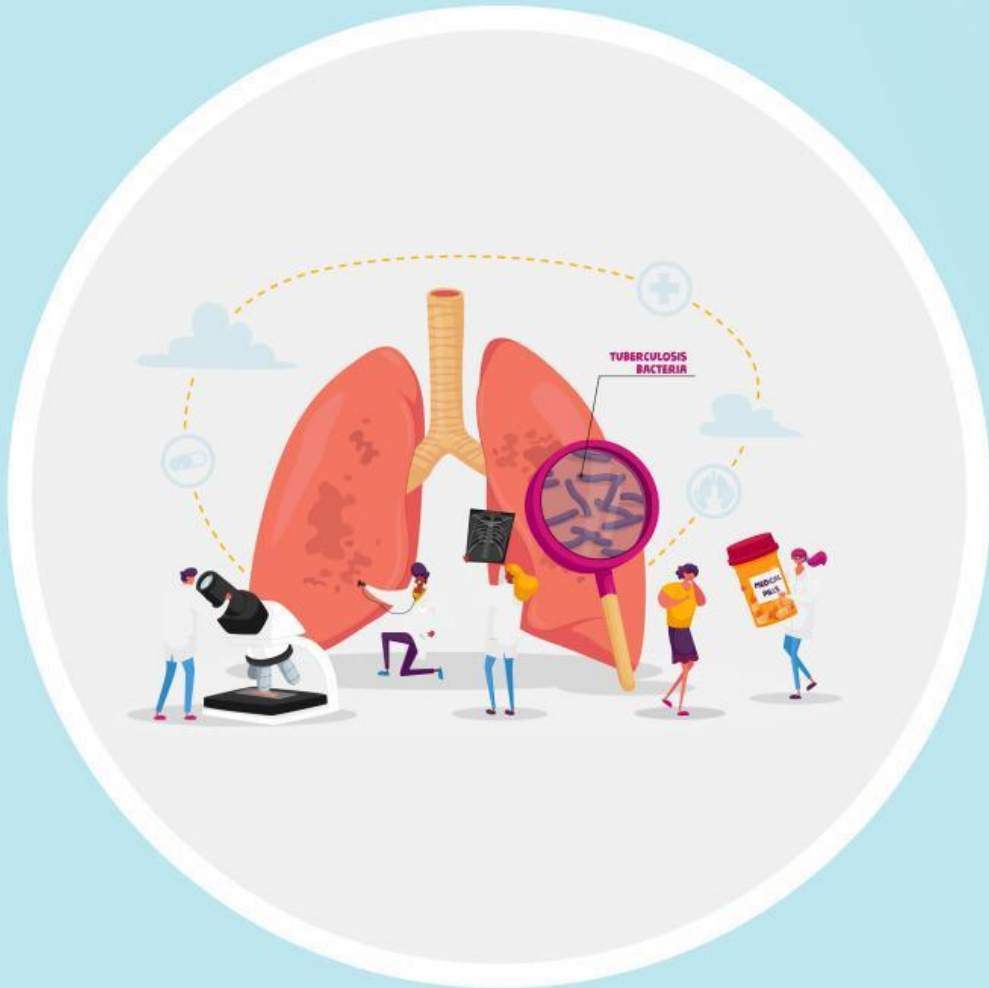




Kurikulum
Merdeka

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK ELEKTRONIK



SISTEM PERNAPASAN

Berbasis CBL (*Case-Based Learning*)

Untuk Melatihkan Keterampilan Pemecahan Masalah

KELAS

XI

SMA/ MA

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat, rahmat, dan karuniaNya sehingga pengembangan E-LKPD berbasis model *Case-Based Learning* (CBL) untuk melatih keterampilan pemecahan masalah pada materi sistem pernapasan dapat terselesaikan dengan baik. E-LKPD ini disusun untuk melatih 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 melatih 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	ii
Daftar Isi	iii
Petunjuk Penggunaan E- LKPD	1
Fitur E-LKPD	2
Peta Konsep	4
E-LKPD 1	5
E-LKPD 2	8
Glosarium	11
Daftar Pustaka	12

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

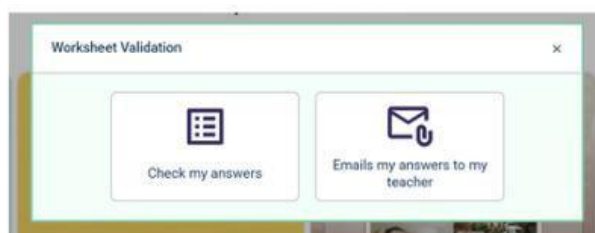
4 Gunakan buku pendamping, catatan, atau sumber informasi yang relevan untuk membantu menjawab setiap aktivitas yang terdapat pada E-LKPD.

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"



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 terkait informasi yang diberikan.



Think & Analyze

Fitur ini memfasilitasi peserta didik untuk menganalisis informasi yang sesuai, merumuskan masalah, dan menuliskan hipotesis.



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 permasalahan lain yang serupa.



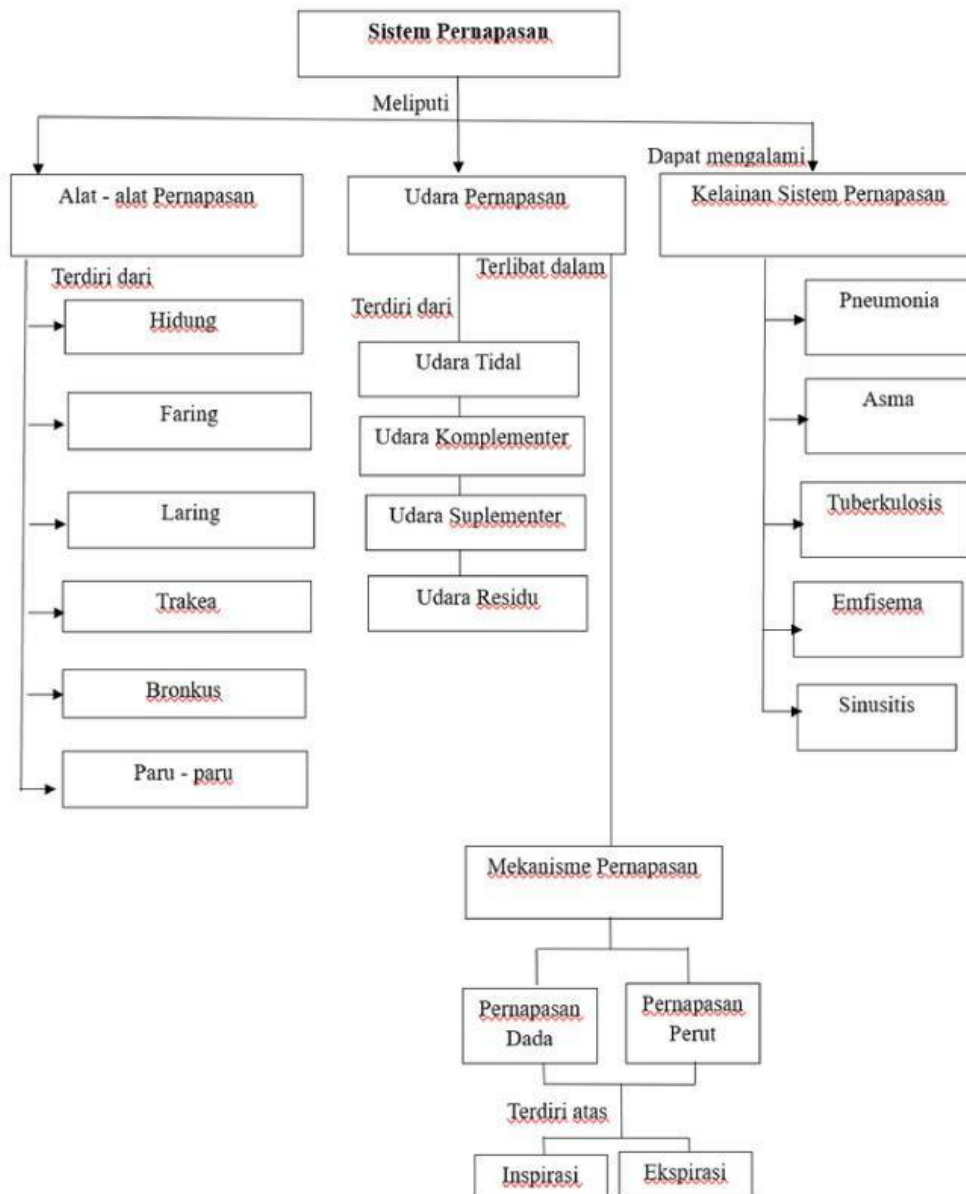
Let's Summarize and Present

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

FITUR - FITUR E-LKPD

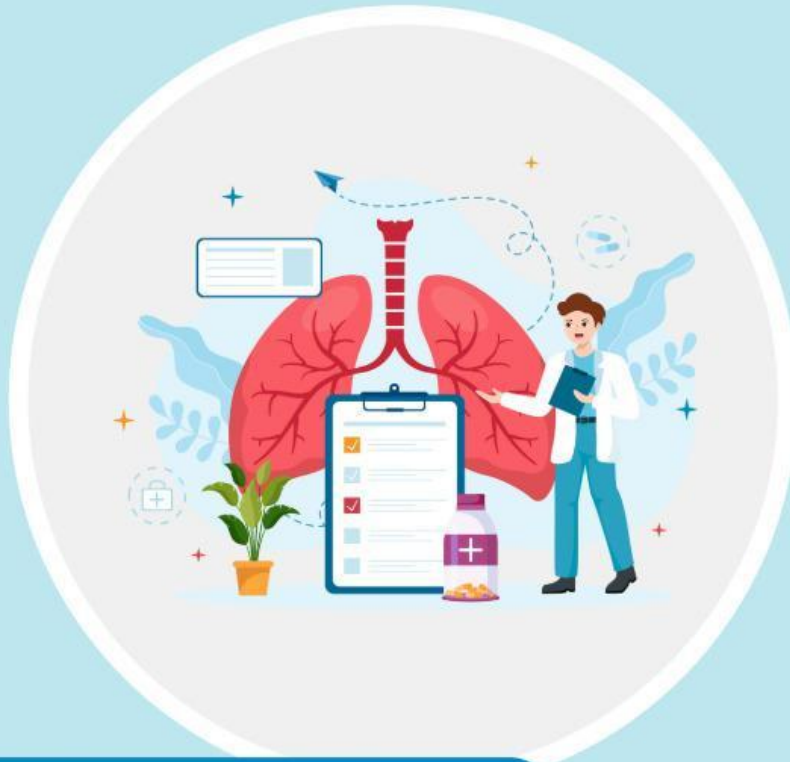
Sintaks CBL	Indikator	Fitur
Menganalisis kasus	Memahami masalah	 Let's Explore
Menganalisis kasus		 Think & Analyze
Menemukan informasi, data, dan literatur secara mandiri	Merencanakan penyelesaian & Pelaksanaan	 Take Action
Menentukan langkah penyelesaian kasus		 Solve the Case
Menarik kesimpulan	Melakukan pengecekan kembali	 Let's Summarize and Present
Presentasi		
Perbaikan		

PETA KONSEP





LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK ELEKTRONIK SISTEM PERNAPASAN



LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK 1

Kelompok:

Nama anggota:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

KELAS

XI

SMA/ MA

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 menganalisis perbedaan frekuensi pernapasan antara laki - laki dan perempuan.
2. Melalui kegiatan diskusi dan praktikum, peserta didik mampu menganalisis pengaruh aktivitas fisik terhadap frekuensi pernapasan.
3. Melalui kegiatan diskusi dan praktikum, peserta didik mampu menyimpulkan faktor - faktor yang mempengaruhi frekuensi pernapasan.
4. Melalui kegiatan diskusi, peserta didik mampu memutuskan solusi penyelesaian masalah mengenai cara menjaga kesehatan sistem pernapasan.



Smart Corner

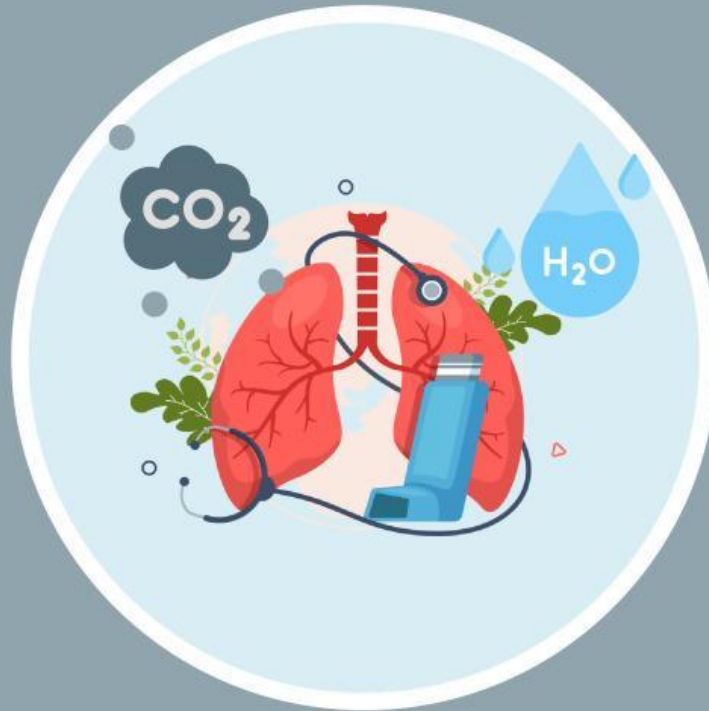
Jumlah udara yang keluar masuk paru-paru setiap kali bernapas dikenal sebagai laju pernapasan.

Manusia umumnya bernapas 15–18 kali per menit. Kecepatan pernapasan ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain yakni sebagai berikut (Utami *et al.*, 2023).

- **Usia:** Seiring bertambahnya usia seseorang, frekuensi pernapasannya biasanya menurun, yang berkaitan dengan kebutuhan energi yang semakin berkurang.
- **Jenis kelamin:** Secara umum, pria memiliki laju pernapasan yang lebih tinggi dibandingkan wanita karena kapasitas paru-paru mereka biasanya lebih besar dan cadangan karbon mereka juga lebih banyak.
- **Suhu tubuh:** Peningkatan suhu tubuh dapat meningkatkan metabolisme, sehingga meningkatkan kapasitas tubuh dan mempercepat laju pernapasan.
- **Posisi tubuh:** Frekuensi pernapasan dapat bervariasi tergantung pada apakah seseorang duduk, jongkok, atau berdiri. Hal ini berkaitan dengan seberapa banyak energi yang dibutuhkan tubuh untuk mendukung posisi tersebut.
- **Aktivitas:** Orang yang aktif secara fisik, seperti atlet, akan membutuhkan lebih banyak energi dibandingkan dengan orang yang pasif, sehingga laju pernapasan mereka juga akan lebih tinggi. Pusat pernapasan di otak bertanggung jawab atas pergerakan dan laju pernapasan. Selain itu, konsentrasi karbon dioksida (CO_2) dalam darah juga memengaruhi laju respirasi.



LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK ELEKTRONIK SISTEM PERNAPASAN



LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK 2

Kelompok:

Nama anggota:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

KELAS

XI

SMA/ MA

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

Mekanisme Pernapasan

Ventilasi adalah proses pergerakan udara masuk dan keluar dari alveolus, terdiri atas dua tahap utama: inspirasi (inhalasi) dan ekspirasi (ekshalasi). Kedua proses ini dikendalikan oleh sistem saraf dan otot pernapasan, dengan pusat pengaturan pernapasan berada di medula oblongata dan pons. Medula berperan menghasilkan impuls saraf menuju otot-otot pernapasan seperti diafragma, otot interkostal eksternal, dan otot interkostal internal (Scanlon & Sanders, 2007).

a. Inspirasi

Inspirasi (inhalasi) dimulai ketika impuls dari medula oblongata dikirim melalui saraf frenikus ke diafragma dan saraf interkostal ke otot interkostal eksternal. Kontraksi diafragma memperluas rongga dada secara vertikal, sedangkan otot interkostal eksternal menarik tulang rusuk ke atas dan ke luar, memperbesar rongga dada ke samping dan depan-belakang. Pembesaran ini membuat tekanan intrapleura lebih negatif, menarik paru-paru mengembang. Tekanan intrapulmonik turun di bawah tekanan atmosfer, sehingga udara masuk hingga tekanan setara (Scanlon & Sanders, 2007). Proses ini bersifat aktif karena memerlukan energi otot, dan tekanan negatif membantu aliran darah vena kembali ke jantung (Waugh & Grant, 2010).

b. Ekspirasi

Ekshalasi atau ekspirasi terjadi saat impuls motorik dari medula menurun, menyebabkan diafragma dan otot interkostal eksternal relaks. Rongga dada mengecil, paru-paru tertekan, dan jaringan elastis yang meregang saat inspirasi kembali ke bentuk semula (recoil), menekan alveolus. Tekanan intrapulmonik meningkat hingga melebihi tekanan atmosfer, mendorong udara keluar sampai tekanan setara. Proses ini bersifat pasif, tidak memerlukan energi (Waugh & Grant, 2010). Namun, ekshalasi paksa seperti berbicara, menyanyi, ataupun meniup bersifat aktif sehingga memerlukan kontraksi otot interkostal internal dan otot perut, yang menekan diafragma ke atas untuk mengeluarkan lebih banyak udara (Scanlon & Sanders, 2007).

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 (inhiasi) 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.