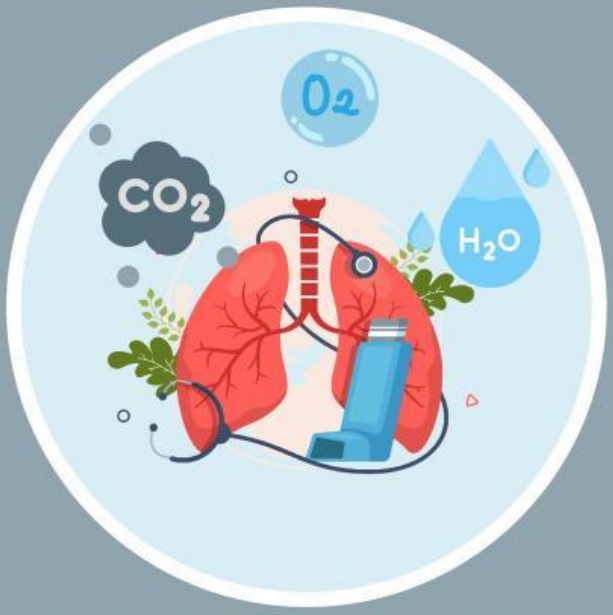
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK ELEKTRONIK
SISTEM PERNAPASAN



LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK 1

ANALISIS KANDUNGAN UDARA PERNAPASAN

Kelompok:

Nama anggota:

1.

2.

3.

4.

5.

KELAS
XI
SMA/MA

LIVEWORKSHEETS

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 1 1

Glosarium 9

Daftar Pustaka 9

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 hubungan struktur dan fungsi alveolus dalam proses pertukaran gas dengan tepat.
2. Melalui kegiatan diskusi dan praktikum, peserta didik mampu mengidentifikasi kandungan dalam udara yang digunakan untuk bernapas dan udara hasil pernapasan.
3. Melalui kegiatan diskusi dan praktikum, peserta didik mampu menganalisis peran proses pernapasan dalam menjaga keseimbangan O_2 dan CO_2 dalam tubuh

KEGIATAN 1

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

Apakah penurunan oksigen dan penumpukan karbon dioksida dapat memperparah terjadinya O*bstructive Sleep Apnea*?

Gangguan pernapasan berulang seperti apnea dan hipopnea akibat obstruksi saluran napas atas dikenal sebagai Obstructive Sleep Apnea (OSA). Kondisi ini merupakan sindrom kompleks yang terjadi saat tidur, ditandai dengan mendengkur keras dan henti napas berulang. Walaupun mendengkur sering dianggap hal alamiah oleh masyarakat awam, sebenarnya hal ini dapat menjadi tanda masalah kesehatan serius. OSA menyebabkan penurunan kadar oksigen (hipoksemia) dan peningkatan kadar karbon dioksida (hiperkapnia) dalam darah, sehingga penting untuk memahami mekanisme pertukaran gas O_2 dan CO_2 dalam sistem respirasi manusia. Penelitian tentang prevalensi OSA di Indonesia masih sangat sedikit. Hasil penelitian yang dilakukan di Eropa dan Amerika Serikat memperlihatkan sebanyak 14-49% laki-laki paruh baya memiliki OSA.Selain itu, hasil penelitian di negara lain memperlihatkan hampir 80% pria dan 93% wanita dengan sleep apnea sedang hingga berat tidak terdiagnosis.

Penelitian di Colombia mendukung adanya hubungan saturasi oksigen dengan risiko terjadinya sleep apnea.Pulse oximetry merupakan sebuah perangkat kecil yang digunakan untuk mengukur secara tidak langsung kadar oksigen dalam darah. Tingkat keakuratannya sebesar 95% dengan sensitivitas 68% dan spesifitas 97%. Kurangnya aliran udara saat periode apnea dapat menyebabkan episode hipoksemia yang berulang yang dapat dideteksi pada *pulse oxymetry*. Ketepatan dan keakuratan pengukuran didasarkan beberapa faktor seperti kadar hemoglobin (Hb), sirkulasi darah, aktivitas fisik, dan presentase oksigen yang terhirup. Selain itu, aliran darah arteri ke jaringan pembuluh darah dalam tubuh, aliran balik vena darah, dan juga diperlukan faktor ketepatan dan keakuratan pengukuran. Kadar normal saturasi oksigen adalah 95-100%, dan rendah bila kurang dari 95%.

LIVEWORKSHEETS

Tabel 1.1. Distribusi karakteristik hasil penelitian (Mirwan dan Margo, 2020)

Variabel	Frekuensi	
	n	%
Saturasi Oksigen		
Normal	57	89.1
Rendah	7	10.9
Risiko OSA		
Rendah	22	34.4
Tinggi	42	65.6

Keterangan: n=64; %=persentase; OSA=*obstructive sleep apnea*

Berdasarkan pada **Tabel 1.**, dari total 64 subjek penelitian, didapatkan sebagian besar (89.1%) memiliki kadar saturasi oksigen normal dan sisanya (10.9%) memiliki saturasi oksigen rendah, yaitu dibawah 95%. Untuk resiko OSA, didapatkan sebagian besar (65.6%) subjek memiliki resiko idap OSA yang tinggi. Terdapat 57 subjek dengan kadar saturasi oksigen normal, 37 subjek (64.9%) memiliki resiko tinggi OSA. Hal ini menandakan walaupun kadar saturasi oksigen normal, seseorang dapat masuk dalam kriteria resiko tinggi OSA. Hal menarik lainnya adalah pada kelompok yang memiliki kadar saturasi oksigen rendah (71.4%) ternyata juga memiliki resiko tinggi OSA.

Sleep apnea menunjukkan adanya gangguan ventilasi yang menyebabkan kadar oksigen (O_2) menurun dan karbon dioksida (CO_2) meningkat dalam darah. Jadi, semakin rendah oksigen yang berhasil masuk dari udara ke darah, semakin rendah nilai saturasi oksigen. **Lalu, apakah terdapaperubahan komposisi udara yang masuk dan keluar dari sistem pernapasan selama proses pernapasan berlangsung?**

Sumber: Mirwan dan Margo (2020)

Kasus 2

Fenomena Tersembunyi di Balik Asap: Benarkah Berbahaya bagi Pernapasan?

Paparan asap rokok merupakan faktor risiko penting yang dapat memperparah atau memicu kejadian asma, baik pada anak-anak maupun orang dewasa. Paparan asap rokok, terutama sebagai perokok pasif, dapat menyebabkan iritasi pada saluran napas dan meningkatkan respons inflamasi yang kemudian berkontribusi terhadap timbulnya gejala dan serangan asma bronkial. Berdasarkan data Dinas Kesehatan Provinsi Kalimantan Selatan (2023) terdapat 13.299 penderita asma bronkial. Berdasarkan studi pendahuluan yang di lakukan Annisa et al. (2025) di RSUD dr. H. Moch. Ansari Saleh Banjarmasin, data dari rekam medis di RSUD dr. H. Moch. Ansari Saleh Banjarmasin Tahun 2024 dengan Jumlah penderita asma bronkial dari bulan Januari sampai dengan Desember 2024 sebanyak 636 pasien dan kunjungan pasien perbulan nya dari bulan Januari - sampai dengan Desember 2024 sebanyak 1717 pasien. Dengan metode wawancara diperoleh kesimpulan dari 10 orang pasien yang kena penyakit asma bronkial, 3 orang di antaranya mengatakan Perokok aktif, dan 4 orang mengatakan Perorok pasif (tidak merokok) tetapi ada keluarga yang merokok di rumah, sedangkan 3 orang mengatakan sudah terdiagnosis dengan asma bronkial oleh tenaga medis.

Tabel 1.2. Hubungan paparan asap rokok dengan kejadian asma

Paparan Asap Rokok x Kejadian Asma							
Variabel		Paparan Asap Rokok					
		Perokok Pasif		Perokok Aktif		Mantan Prokok	
		N	%	N	%	N	%
Kejadian Asma	Asma	29	61,70	8	17,02	10	21,28
	Tidak Asma	0	0	0	0	0	0
	Total	29	61,70	8	17,02	10	21,28

LIVEWORKSHEETS

Kejadian asma sebagian besar adalah pasien asma dengan status perokok pasif sebesar 29 pasien (61,70 %), kemudian mantan perokok sebanyak 10 pasien (21,28%) dan perokok aktif sebanyak 8 pasien (17,02). Hal ini dapat disimpulkan bahwa pasien asma di poli paru RSUD dr. H. Moch. Ansari Saleh Banjarmasin adalah passien asma dengan status perokok pasif. Hasil ini sejalan dengan penelitian Muhammad et al., (2021), yang mengemukakan jika sebagian besar pasien yang mengidap asma adalah pasien yang berstatus perokok pasif. Perokok pasif, yaitu orang yang tidak merokok tetapi terpapar asap rokok dari orang lain, juga berisiko mengalami gejala asma yang lebih parah dan serangan yang lebih sering. Perokok pasif menghirup asap rokok yang mengandung zat-zat berbahaya tanpa filter sehingga potensi dampaknya bisa jadi lebih besar dibandingkan perokok aktif.

Kasus tersebut menunjukkan bahwa banyak individu yang tidak merokok tetap mengalami gangguan pernapasan karena sering terpapar asap rokok di lingkungan sekitarnya. **Lalu, apakah paparan asap rokok benar-benar berbahaya bagi kesehatan sistem pernapasan? Komponen apa dalam asap rokok yang menyebabkan gangguan tersebut?.**

Sumber: Annisa *et al.* (2025)

Setelah memilih satu kasus, jawablah pertanyaan di bawah ini sebagai pendahuluan untuk melakukan kegiatan percobaan pembuktian kandungan udara yang digunakan untuk bernapas dan udara hasil 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: Apakah keberadaan karbon dioksida dapat dibuktikan melalui kegiatan praktikum?

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

   Jawab:

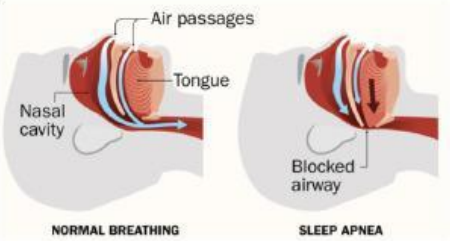
LIVEWORKSHEETS

Sintaks 2: Menganalisis Kasus

Think & Analyze

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

***Sleep apnea* merupakan gangguan pernapasan yang menyebabkan proses keluar-masuk udara tidak berlangsung optimal. Kondisi ini dapat menyebabkan kadar oksigen (O_2) dalam darah menurun dan karbon dioksida (CO_2) meningkat. Hal tersebut menunjukkan bahwa proses pernapasan tidak hanya melibatkan masuknya udara, tetapi juga berkaitan dengan bagaimana struktur organ pernapasan bekerja untuk mendukung pertukaran gas.**



Gambar 1. Kondisi saluran napas orang normal dan orang yang mengaami OSA

4. Pada kasus *Sleep apnea*, aliran udara ke paru-paru terhambat saat tidur. Jelaskan bagaimana kondisi tersebut memengaruhi proses pertukaran gas di alveolus!

Jawab:

Setelah melakukan analisis terhadap kasus, langkah selanjutnya adalah melakukan percobaaan pembuktian mengenai kandungan O_2 dan CO_2 dalam udara yang dihirup dan dihembuskan.

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

Take Action

Indikator Pemecahan Masalah: Merencanakan Penyelesaian & Pelaksanaan

Setelah kalian 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 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.

LIVEWORKSHEETS

Jawablah pertanyaan - pertanyaan berikut untuk membantu merancang percobaan untuk melakukan pembuktian udara CO_2 dan O_2 dalam pernapasan yang akan dilakukan!.

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:

Percobaan membuktikan CO_2

Variabel Manipulasi:

Variabel Respon:

Variabel Kontrol:

Percobaan Membuktikan O_2

Variabel Manipulasi:

Variabel Respon:

Variabel Kontrol:

2. Tuliskan alat dan bahan yang digunakan!

Jawab:

Percobaan Membuktikan O_2

Alat:

Bahan:

Percobaan Membuktikan CO_2

Alat:

Bahan:

LIVEWORKSHEETS

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

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

Jawab:

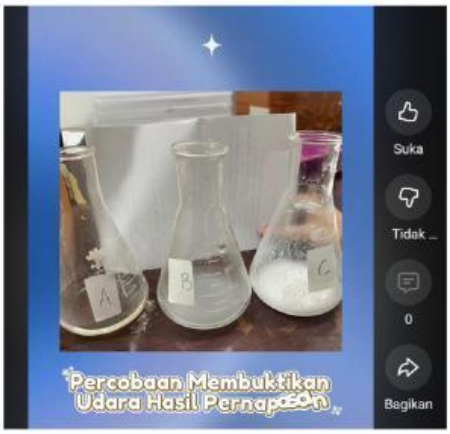
- **Udara hasil pernapasan**
- **Udara yang digunakan dalam proses bernapas**

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

Jawab:

- **Percobaan Membuktikan O_2**
- **Percobaan Membuktikan CO_2**

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



klik disini

klik disini

LIVEWORKSHEETS

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 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 (-)
Sedikit keruh (+)
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

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 kandungan O_2 dan CO_2 pada udara inspirasi dan ekspirasi, jelaskan mengapa terjadi perbedaan kadar O_2 dan CO_2 antara udara yang dihirup dan udara yang dihembuskan!

Jawab:

2. Berdasarkan hasil percobaan kandungan O_2 dan CO_2 pada udara inspirasi dan ekspirasi, mengapa oksigen (O_2) dibutuhkan oleh sel tubuh dan karbon dioksida (CO_2) harus dikeluarkan dari tubuh?

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 - pertanyaan berikut ini!

Berdasarkan kegiatan, tuliskan kesimpulan tentang bagaimana struktur alveolus memengaruhi proses pertukaran gas!

Jawab:

Berdasarkan kegiatan, tuliskan kesimpulan mengenai perbedaan kandungan O_2 dan CO_2 pada udara inspirasi dan ekspirasi!

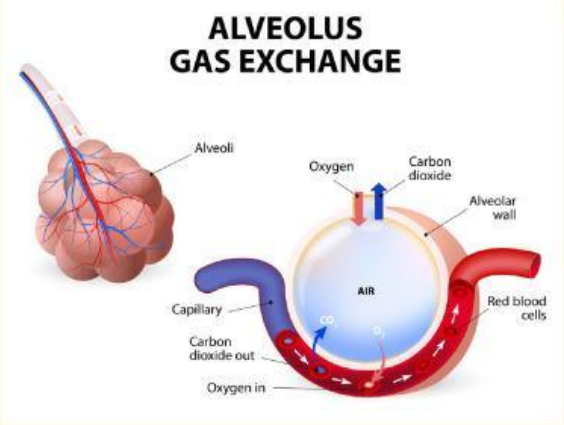
Jawab:

Berdasarkan kegiatan, tuliskan kesimpulan mengenai peran proses pernapasan dalam menjaga keseimbangan O_2 dan CO_2 dalam tubuh!

Jawab:

LIVEWORKSHEETS

- **Percobaan menggunakan lilin dan air kapur menggambarkan perbedaan kandungan gas dalam pernapasan, yaitu udara inspirasi yang kaya O_2 digunakan dalam proses pernapasan, sedangkan udara ekspirasi mengandung lebih banyak CO_2 sebagai gas sisa yang dikeluarkan dari tubuh.**
- **Proses pernapasan melibatkan dua hal utama: (a) pergerakan udara masuk dan keluar paru-paru, dan (b) pertukaran gas: difusi O_2 dan CO_2 di alveolus. Koordinasi kedua proses ini memastikan oksigen masuk ke tubuh dan karbon dioksida dikeluarkan. Jika salah satu proses terganggu, keseimbangan O_2 dan CO_2 dalam tubuh tidak dapat terjaga dengan baik.**



Gambar 2. Proses pertukaran gas di alveolus

Sintaks 6: Presentasi

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

Sintaks 7: Perbaikan

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

Jawab:

Apakah data hasil praktikum sesuai dengan hipotesis awal? Jelaskan.

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

Annisa, N., Olviani, Y., Sary, E. W., & Mulyani, S. (2025). Hubungan paparan asap rokok dengan kejadian asma bronkial di Poli Paru RSUD dr. H. Moch. Ansari Saleh Banjarmasin. *Jurnal Siti Rufaidah*, 3(3), 155–169. https://doi.org/10.57214/jasira.v3i3.222

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

Mirwan, D. M., & Margo, E. (2020). Hubungan Saturasi oksigen dengan Risiko terjadinya *obstructive sleep apnea* pada Pria usia 30–60 tahun. *Jurnal Biomedika dan Kesehatan*, 3(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.

LIVEWORKSHEETS