

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)

Sistem Pernapasan Manusia dan Isu Rokok/Vape

LKPD Pendukung Problem Based Learning (PBL) Terintegrasi Socio-Scientific Issues (SSI)

Versi 3 Pertemuan

Disusun oleh: Shinta Setyaningsih Wardhani (NIM 24031340021), Program Studi Pendidikan Biologi

Identitas LKPD

Komponen	Keterangan
Mata pelajaran	Biologi
Kelas / Fase	SMA Kelas XI (Fase F)
Materi	Sistem Pernapasan Manusia
Isu sosiosaintifik (SSI)	Penggunaan rokok dan vape (rokok elektronik) pada remaja
Model pembelajaran	Problem Based Learning (PBL) terintegrasi SSI
Alokasi waktu	3 pertemuan x 2 JP (2 x 45 menit)
Pertemuan 1	Struktur dan Fungsi Sistem Pernapasan Manusia
Pertemuan 2	Mekanisme Pernapasan, Pertukaran Gas, dan Dampak Vape terhadap Sistem Pernapasan
Pertemuan 3	Gangguan Sistem Pernapasan, Pengambilan Keputusan Berbasis Bukti, dan Kampanye Anti Vape

Identitas Peserta Didik

Komponen	Diisi oleh peserta didik
Nama kelompok	
Anggota kelompok	
Kelas	
Hari / tanggal	

Capaian Pembelajaran (CP) dan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP)

CP Biologi Fase F (elemen Pemahaman Biologi dan Keterampilan Proses). Pada akhir Fase F, peserta didik mampu menganalisis keterkaitan struktur dan fungsi organ pada sistem organ manusia, termasuk gangguan yang dapat terjadi, serta menggunakan keterampilan proses: mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penyelidikan, memproses dan menganalisis data, mengevaluasi dan merefleksi, serta mengomunikasikan hasil.

Catatan untuk validator: rumusan CP di atas adalah ringkasan. Rumusan resmi dapat disalin dari dokumen CP Biologi Fase E-F (kurikulum.kemdikbud.go.id).

Urutan ATP	Tujuan pembelajaran	Tahap berpikir
Pertemuan 1	Menghubungkan struktur dan fungsi organ pernapasan dengan dampak zat dalam asap dan aerosol vape; merumuskan pertanyaan kritis.	Memahami, menganalisis
Pertemuan 2	Menjelaskan mekanisme pernapasan dan pertukaran gas; membedakan korelasi dan kausalitas; mengevaluasi sumber; menyusun argumen berbasis bukti.	Menganalisis, mengevaluasi
Pertemuan 3	Menganalisis gangguan sistem pernapasan; mengambil keputusan berbasis bukti; merancang kampanye anti vape yang proporsional.	Mengevaluasi, mencipta

Petunjuk Penggunaan LKPD

1. Bentuklah kelompok yang terdiri dari 4-5 orang. Setiap anggota ikut berdiskusi dan menuliskan jawaban.
2. Baca setiap wacana, tabel data, dan bahan bacaan dengan cermat sebelum menjawab.
3. Kerjakan kegiatan secara berurutan. LKPD ini mengikuti lima tahap PBL, sehingga satu tahap menjadi bekal untuk tahap berikutnya.
4. Tulis jawaban pada kolom atau ruang yang tersedia. Jawabanmu harus disertai alasan dan bukti, bukan sekadar pendapat.
5. Sebagian data dan sumber dalam LKPD ini dibuat khusus untuk pembelajaran (ditandai *ilustrasi* atau *fiktif*). Gunakan untuk berlatih menganalisis, bukan sebagai data resmi.
6. Gunakan bahasa ilmiah yang proporsional. Hindari kata "pasti", "selalu", atau "100%" jika buktinya belum cukup.
7. Tanyakan kepada guru jika ada petunjuk yang belum jelas.

Cara mengerjakan: setiap jawaban punya tiga bagian: (1) **jawaban** singkat, (2) **alasan** dengan kata "karena", (3) **bukti** dari data, bacaan, atau sumber. Setiap kegiatan punya kotak **Cara mengerjakan** dan **Contoh**. Contoh memakai topik lain agar kamu belajar polanya, jadi jangan disalin.
Contoh: *Es krim lebih laku saat cuaca panas (jawaban), karena orang ingin makanan dingin (alasan). Buktinya, penjualan pada tabel naik di bulan-bulan panas (bukti).*

Alur Kegiatan: Lima Tahap PBL

Tahap PBL	Nama kegiatan dalam LKPD	Yang kamu lakukan
1. Orientasi peserta didik pada masalah	Wacana pemicu	Membaca isu rokok/vape sebagai masalah nyata dan menuliskan pengetahuan awal
2. Mengorganisasikan peserta didik untuk belajar	Pertanyaan dan hipotesis	Merumuskan pertanyaan kritis, rumusan masalah, dan hipotesis awal
3. Membimbing penyelidikan individu/kelompok	Telusuri dan analisis	Menganalisis data, bahan bacaan, video simulasi, dan menilai sumber informasi
4. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Karya berbasis bukti	Menyusun argumen, penjelasan, atau produk berbasis bukti
5. Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Evaluasi dan refleksi	Menilai hasil kelompok lain, merevisi karya sendiri, dan merefleksikan proses

Penanda keterampilan. Beberapa kegiatan memiliki penanda berikut agar kamu tahu keterampilan yang sedang dilatih: **[Pertanyaan Kritis]** merumuskan pertanyaan terhadap data atau klaim; **[Korelasi-Kausalitas]** membedakan hubungan (korelasi) dan sebab-akibat (kausalitas); **[Evaluasi Sumber]** menilai kredibilitas iklan, berita, dan sumber ilmiah; **[Argumen Berbasis Bukti]** menyusun klaim yang ditopang bukti dan penalaran; **[Komunikasi Ilmiah]** menyampaikan hasil secara ilmiah dan proporsional.

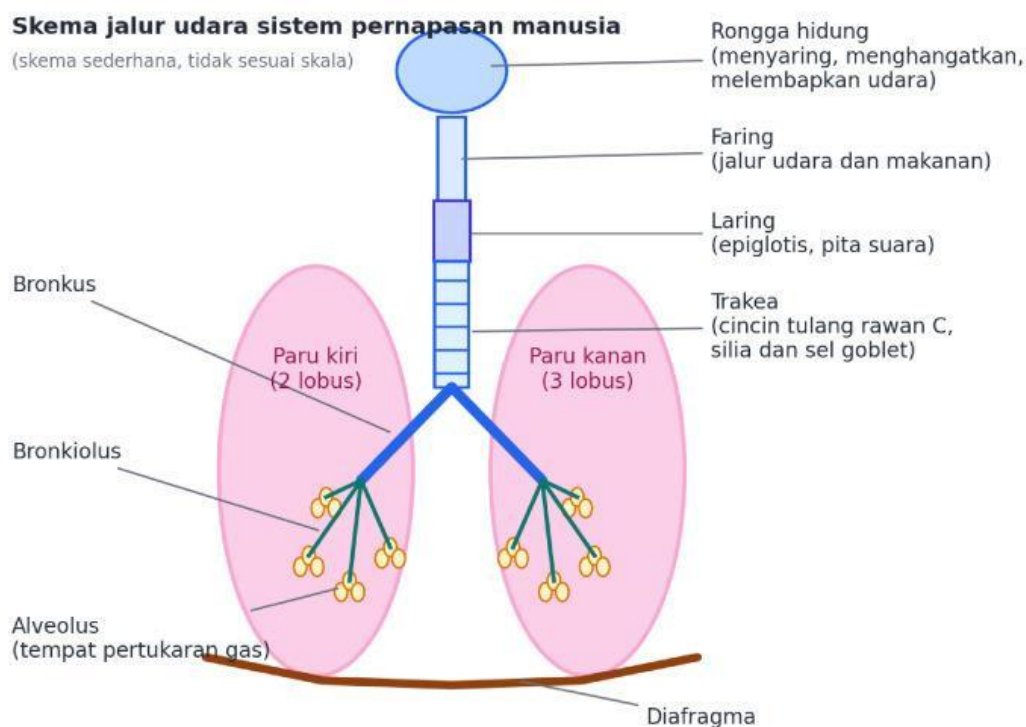
PERTEMUAN 1: Struktur dan Fungsi Sistem Pernapasan Manusia

Tujuan Pembelajaran

- 1 Mengidentifikasi organ penyusun sistem pernapasan beserta fungsinya.
- 2 Menghubungkan struktur khusus (silia, sel goblet, cincin tulang rawan, alveolus) dengan fungsinya.
- 3 Menganalisis bagian saluran napas yang dapat terdampak zat dalam asap rokok dan aerosol vape.
- 4 Merumuskan pertanyaan kritis terhadap klaim tentang vape.

Bahan Bacaan 1: Jalur Udara dan Struktur Pentingnya

- **Rongga hidung.** Rambut hidung menyaring partikel besar. Selaput lendir menangkap debu dan mikroba. Pembuluh darah menghangatkan udara, dan selaput lendir melembapkannya.
- **Faring dan laring.** Faring adalah persimpangan jalur udara dan makanan. Laring memiliki epiglotis yang menutup saluran napas saat menelan, serta pita suara.
- **Trakea.** Panjang sekitar 10-12 cm. Dindingnya ditopang cincin tulang rawan berbentuk C agar tidak menyempit. Permukaan dalamnya dilapisi epitel bersilia dan sel goblet.
- **Bronkus dan bronkiolus.** Bronkus bercabang ke paru kanan dan kiri, lalu terus bercabang menjadi bronkiolus yang semakin kecil.
- **Alveolus.** Jumlahnya sekitar 300-500 juta. Dindingnya epitel selapis pipih yang sangat tipis dan dikelilingi kapiler darah. Surfactan di dalamnya menurunkan tegangan permukaan agar alveolus tidak kolaps. Luas permukaan total sekitar 70 m².
- **Paru-paru dan pleura.** Paru kanan memiliki 3 lobus dan paru kiri 2 lobus. Pleura adalah selaput ganda berisi cairan yang mengurangi gesekan saat paru mengembang.
- **Pembersihan mukosiliar.** Sel goblet menghasilkan mukus yang menangkap partikel dan mikroba. Silia bergerak seperti sapuan untuk mendorong mukus ke arah faring, lalu dibatukkan atau tertelan.



Gambar 1. Skema jalur udara dan bagian-bagian sistem pernapasan manusia (skema sederhana, tidak sesuai skala).

Tahap 1: Orientasi pada Masalah

Wacana pemicu: "Hanya Uap, Kan?" (fiktif)

Raka (16 tahun) adalah siswa kelas XI. Sejak tiga bulan lalu ia rutin menggunakan vape rasa mangga yang ia beli dari temannya. Menurut Raka, vape "lebih aman karena cuma mengeluarkan uap, bukan asap". Belakangan ia sering batuk di pagi hari dan merasa napasnya lebih pendek saat bermain futsal. Ibunya khawatir, tetapi teman-temannya berkata, "Itu cuma uap air, tidak mungkin merusak paru-paru."

Kegiatan 1.1: Pengetahuan awal

Cara mengerjakan: baca wacana, diskusikan tiap pertanyaan, lalu tulis 1-2 kalimat. Jika belum tahu jawabannya, tulis dugaanmu dan beri alasan. Di tahap ini jawabanmu belum dinilai benar atau salah.

Contoh: Pertanyaan: apa yang terjadi pada tubuh setelah minum kopi? Jawaban: jantung mungkin berdebar karena kopi mengandung kafein yang membuat tubuh lebih waspada. (topik kopi)

Pertanyaan	Jawaban kelompok
1. Menurutmu, apa saja yang masuk ke saluran napas Raka ketika ia menghirup vape?	
2. Bagian saluran napas mana yang pertama kali bersentuhan dengan zat tersebut, dan mengapa bagian itu penting?	
3. Mengapa menurutmu banyak remaja percaya bahwa vape "lebih aman"? Pengaruh apa yang mungkin membuat mereka percaya?	

Tahap 2: Mengorganisasikan Peserta Didik untuk Belajar

Kegiatan 1.2: Pertanyaan kritis dan hipotesis awal [Pertanyaan Kritis]

Cara mengerjakan: (1) baca klaim, (2) tanyakan "apa buktinya?" atau "adakah penjelasan lain?", (3) tulis dalam bentuk kalimat tanya. Untuk hipotesis, isi tiga bagian: *Jika* (penyebab), *maka* (akibat yang kamu duga), *karena* (alasan biologisnya).

Contoh: klaim "Minum es membuat batuk." Pertanyaan kritis: *Apa buktinya? Apakah batuk muncul karena es atau karena infeksi?* Hipotesis: *Jika tenggorokan sering terkena minuman sangat dingin, maka tenggorokan lebih mudah iritasi, karena selaput lendirnya mengering.*

Klaim yang beredar	Pertanyaan kritis kelompok kami
A. "Vape hanya mengeluarkan uap air, jadi tidak berbahaya."	
B. "Batuk Raka pasti karena vape."	
C. "Vape rasa buah itu alami, jadi aman."	

Rumusan masalah kelompok (satu pertanyaan yang akan kalian selidiki)

Hipotesis awal kelompok (Jika ... maka ... karena ...)

Tahap 3: Membimbing Penyelidikan

Kegiatan 1.3: Menghubungkan struktur dan fungsi

Cara mengerjakan: isi tabel baris demi baris. Kolom struktur dan fungsi diambil dari Bahan Bacaan 1. Kolom terakhir adalah **dugaanmu**, jadi tidak ada jawaban tunggal, asalkan ada alasan.

Contoh: (bagian lain: faring) struktur: *dinding berotot*. Fungsi: *jalur bersama udara dan makanan*. Dugaan gangguan: *jika sering teriritasi, dinding faring meradang sehingga tenggorokan terasa sakit*.

Organ / bagian	Struktur khusus	Fungsi	Dugaan gangguan jika terpapar asap/aerosol berulang
Rongga hidung			
Laring (epiglottis)			
Trakea			
Bronkus dan bronkiolus			
Alveolus			

Kegiatan 1.4: Jalur udara

Cara mengerjakan: (a) tulis angka 1 sampai 8 sesuai urutan perjalanan udara, dari luar tubuh sampai gas berpindah ke darah. (b) Sketsa boleh sederhana, yang penting urutan dan labelnya benar. Kamu boleh melihat Gambar 1 sebagai acuan setelah mencoba sendiri.

Contoh: (jalur makanan) (1) mulut, (2) kerongkongan, (3) lambung. Mulailah dari bagian yang pertama dilewati.

- Urutkan jalur udara saat inspirasi: () Bronkiolus, () Trakea, () Alveolus, () Rongga hidung, () Laring, () Bronkus, () Faring, () Kapiler darah (tempat gas berpindah).
- Gambarlah sketsa jalur udara dari hidung hingga alveolus pada kotak di bawah ini, lalu beri label minimal enam bagian.

Sketsa jalur udara

Kegiatan 1.5: Kartu informasi zat dalam aerosol vape [Pertanyaan Kritis]

Baca kartu berikut. Perhatikan kolom *jenis bukti*: tidak semua temuan memiliki kekuatan bukti yang sama. Komposisi aerosol berbeda antarproduk, antarsuhu pemanas, dan antarcara pemakaian.

Zat / komponen	Keterangan	Jenis bukti yang tersedia
Nikotin	Zat adiktif yang meningkatkan denyut jantung dan tekanan darah	Banyak penelitian pada manusia
Propilen glikol dan gliserin	Pelarut cairan vape. Saat dipanaskan dapat membentuk senyawa seperti formaldehida dan akrolein yang mengiritasi	Terdeteksi pada aerosol dalam studi laboratorium. Dampak jangka panjang pada manusia masih diteliti
Zat perasa	Sebagian dapat mengiritasi dan bersifat toksik bagi sel saluran napas	Studi laboratorium dan sel. Dampak jangka panjang pada manusia masih diteliti
Logam (misalnya nikel, timbal, kromium)	Dapat berasal dari kumparan pemanas	Terdeteksi pada aerosol dalam studi laboratorium
Partikel halus	Dapat mencapai bronkiolus dan alveolus	Studi laboratorium dan beberapa studi pada manusia

Cara mengerjakan: untuk tiap zat, (1) tentukan bagian saluran napas yang dilewati, (2) tulis struktur yang bisa terganggu, (3) lihat kolom *jenis bukti* pada kartu, lalu tulis kesimpulan sesuai kekuatan buktinya. Gunakan kata "dapat" atau "berpotensi" jika buktinya baru dari laboratorium.

Contoh: (zat: debu halus) bagian: *hidung dan trakea*. Yang terganggu: *silia yang mendorong lendir*. Kesimpulan: *debu halus dapat mengiritasi saluran napas, tetapi kita belum boleh menulis "pasti merusak paru" karena itu bergantung pada jumlah dan lamanya paparan*.

Zat / komponen	Bagian saluran napas yang mungkin terdampak	Struktur atau fungsi yang dapat terganggu	Bolehkah menyimpulkan "pasti merusak paru pengguna"? Jelaskan sesuai jenis buktinya
Nikotin			
Propilen glikol dan gliserin (setelah dipanaskan)			
Zat perasa			
Partikel halus			

Tahap 4: Mengembangkan dan Menyajikan Hasil Karya

Kegiatan 1.6: Penjelasan ilmiah untuk teman Raka [Argumen Berbasis Bukti] [Komunikasi Ilmiah]

Tulislah penjelasan ilmiah singkat (5-7 kalimat) untuk menjawab teman Raka yang berkata, "*Itu cuma uap air*." Penjelasanmu harus menyebut minimal tiga struktur sistem pernapasan beserta fungsinya, menyebut minimal dua komponen aerosol dengan memperhatikan jenis buktinya, serta menggunakan bahasa yang jelas, tidak menakut-nakuti, dan tidak berlebihan.

Cara mengerjakan: tulis 5-7 kalimat dengan urutan: (1) jawab klaim teman Raka, (2) jelaskan struktur dan fungsi, (3) sebut komponen aerosol beserta jenis buktinya, (4) tutup dengan kalimat yang tidak berlebihan.

Contoh: (topik asap pembakaran sampah) *Asap pembakaran sampah bukan sekadar "asap biasa". Hidung dan trakea memiliki silia dan lendir untuk menangkap partikel, tetapi paparan berulang dapat membuat silia kewalahan. Partikel halus dalam asap dapat mengiritasi saluran napas. Karena itu, sebaiknya kita menjauhi asap tersebut, meskipun dampak jangka panjangnya bergantung pada seberapa sering terpapar.*

Penjelasan ilmiah kelompok

Tahap 5: Menganalisis dan Mengevaluasi Proses Pemecahan Masalah

Kegiatan 1.7: Evaluasi sejawat dan revisi

Cara mengerjakan: baca karya kelompok lain, beri tanda centang, lalu tulis saran dengan pola "Sudah baik ..., tetapi tambahkan ...". Nilai isinya, bukan orangnya.

Contoh: *Penjelasan sudah menyebut silia dan fungsinya, tetapi belum menyebut jenis bukti. Tambahkan apakah buktinya dari manusia atau dari laboratorium.*

Kriteria	Ya	Belum	Saran perbaikan
Struktur dan fungsi dijelaskan dengan benar			
Komponen aerosol dikaitkan dengan bagian saluran napas			
Menyebut jenis atau kekuatan bukti			
Bahasa proporsional (tidak berlebihan atau menyesatkan)			

Setelah menerima saran, revisi penjelasanmu bila perlu.

Refleksi Pertemuan 1

Pertanyaan refleksi	Jawaban
1. Apakah hipotesis awal kelompokmu didukung, perlu direvisi, atau belum dapat dipastikan? Jelaskan.	
2. Pertanyaan kritis apa yang paling membantu kelompokmu menilai klaim "cuma uap air"?	
3. Hal apa yang masih ingin kamu ketahui untuk pertemuan berikutnya?	

Kesimpulan Pertemuan 1

Cara mengerjakan: tulis 2-3 kalimat yang menjawab: (1) apa fungsi struktur utama saluran napas, (2) bagian mana yang mungkin terganggu aerosol, (3) apa yang masih belum pasti.

Contoh: (topik masker) *Masker menahan sebagian debu sebelum mencapai trakea. Debu yang lolos dapat mengiritasi silia. Seberapa besar manfaatnya masih bergantung pada jenis masker.*

Kesimpulan kelompok

PERTEMUAN 2: Mekanisme Pernapasan, Pertukaran Gas, dan Dampak Vape terhadap Sistem Pernapasan

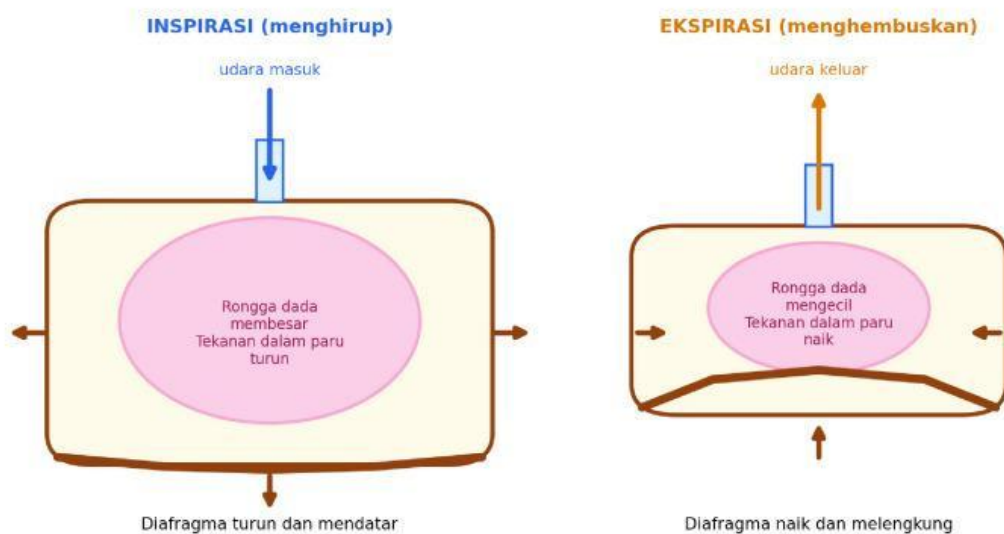
Tujuan Pembelajaran

- 1 Menjelaskan mekanisme inspirasi dan ekspirasi (otot, volume rongga dada, dan tekanan udara).
- 2 Menjelaskan pertukaran gas di alveolus serta pengangkutan O_2 dan CO_2 dalam darah.
- 3 Menganalisis data kesehatan dan membedakan korelasi dari kausalitas.
- 4 Mengevaluasi kredibilitas iklan, berita, dan sumber ilmiah tentang vape.
- 5 Menyusun argumen berbasis bukti (klaim, bukti, penalaran) tentang dampak vape terhadap pernapasan.

Bahan Bacaan 2: Mekanisme Pernapasan dan Pertukaran Gas

Mekanisme pernapasan terjadi karena perubahan volume rongga dada, yang mengubah tekanan udara di dalam paru.

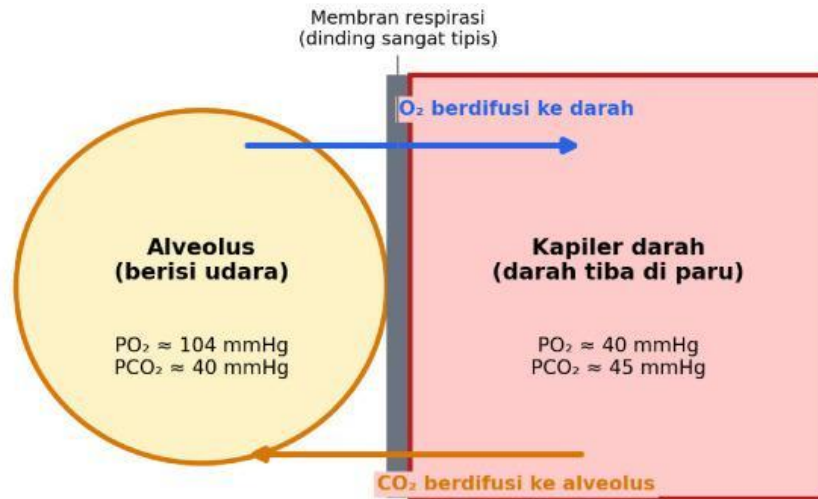
Aspek	Inspirasi (menghirup)	Ekspirasi (menghembuskan)
Diafragma	Berkontraksi dan mendatar	Berelaksasi dan melengkung ke atas
Otot antar tulang rusuk (interkostal eksternal)	Berkontraksi, tulang rusuk terangkat	Berelaksasi, tulang rusuk turun
Volume rongga dada	Membesar	Mengecil
Tekanan udara dalam paru	Lebih rendah dari tekanan atmosfer	Lebih tinggi dari tekanan atmosfer
Arah aliran udara	Masuk ke paru	Keluar dari paru



Gambar 2. Perbandingan inspirasi dan ekspirasi (skema sederhana).

Pertukaran gas berlangsung secara difusi, yaitu perpindahan gas dari tempat bertekanan parsial tinggi ke tekanan parsial rendah, melalui dinding alveolus dan dinding kapiler yang sangat tipis (membran respirasi).

Lokasi	Tekanan parsial O_2 (mmHg)	Tekanan parsial CO_2 (mmHg)
Udara dalam alveolus	sekitar 104	sekitar 40
Darah yang tiba di kapiler paru	sekitar 40	sekitar 45



Gambar 3. Pertukaran gas antara alveolus dan kapiler darah (skema sederhana).

- **Pengangkutan O_2 :** sebagian besar (sekitar 98%) terikat hemoglobin sebagai oksihemoglobin.
- **Pengangkutan CO_2 :** sekitar 70% sebagai ion bikarbonat, sekitar 20-23% terikat hemoglobin, dan sisanya terlarut dalam plasma.
- **Hal yang dapat menghambat pertukaran gas:** dinding alveolus menebal, alveolus rusak atau kehilangan kelenturan, cairan atau lendir berlebih, dan saluran napas menyempit.
- **Volume dan kapasitas paru:** volume tidal sekitar 500 mL. Kapasitas vital bergantung pada usia, jenis kelamin, dan tinggi badan. Rasio FEV1/FVC yang rendah menunjukkan aliran udara keluar yang terhambat.

Tahap 1: Orientasi pada Masalah

Wacana pemicu: "Tiga Sumber, Tiga Cerita" (ilustrasi, dibuat untuk pembelajaran)

Setelah kasus Raka ramai dibicarakan, tiga informasi berikut beredar di kelasmu.

Sumber A: Iklan media sosial (fiktif). "NEXA VAPE: Bebas asap, bebas khawatir! Rasa mangga dingin yang menyegarkan parumu. 100% aman, hanya uap air. Gabung komunitas #VapeLife dan dapatkan diskon pelajar!"

Sumber B: Berita daring (fiktif). "Pelajar 17 Tahun Sesak Napas Usai Vape." Seorang pelajar dilarikan ke IGD setelah mengeluh sesak napas dan nyeri dada. Menurut keluarga, ia rutin menggunakan vape selama enam bulan. Dokter menyatakan perlu pemeriksaan lanjutan untuk memastikan penyebabnya.

Sumber C: Ringkasan artikel ilmiah (fiktif, ditulis untuk pembelajaran). Studi potong lintang (cross-sectional) terhadap 600 remaja usia 15-18 tahun membandingkan fungsi paru pengguna vape, perokok konvensional, dan bukan pengguna. Pengguna vape melaporkan batuk kronis lebih sering dan memiliki rasio FEV1/FVC rata-rata lebih rendah dibanding bukan pengguna, setelah penyesuaian usia, jenis kelamin, dan tinggi badan. Peneliti menekankan bahwa desain potong lintang tidak dapat memastikan hubungan sebab-akibat dan menyarankan studi lanjutan yang mengikuti responden dari waktu ke waktu.

Kegiatan 2.1: Kesan pertama

Cara mengerjakan: baca tiga sumber, lalu jawab berdasarkan kesan pertamamu. Nomor 3 ditulis sebagai kalimat tanya yang bisa diselidiki.

Contoh: (topik begadang) *Bagaimana begadang memengaruhi konsentrasi belajar, dan bagaimana kita menilai bukti yang beredar?*

Pertanyaan	Jawaban kelompok
1. Sumber mana yang paling kamu percayai pada pandangan pertama, dan mengapa?	
2. Apa perbedaan tujuan penulisan ketiga sumber tersebut?	
3. Tuliskan masalah yang akan kalian selidiki: bagaimana aerosol vape dapat memengaruhi mekanisme pernapasan dan pertukaran gas, dan bagaimana kita menilai bukti yang beredar?	

Tahap 2: Mengorganisasikan Peserta Didik untuk Belajar

Kegiatan 2.2: Pertanyaan kritis dan hipotesis [Pertanyaan Kritis]

Cara mengerjakan: untuk setiap sumber, tulis dua pertanyaan tentang siapa penulisnya, apa tujuannya, dan apa buktinya. Hipotesis memakai pola *Jika ... maka ... karena*

Contoh: (iklan minuman "pasti bikin pintar") *Siapa yang menulis iklan ini dan apa yang dijual? Penelitian apa yang membuktikan klaim "pasti"?*

Sumber	Dua pertanyaan kritis yang ingin kami ajukan
A (iklan)	
B (berita)	
C (artikel ilmiah)	

Hipotesis kelompok tentang pengaruh paparan aerosol vape terhadap pertukaran gas (Jika ... maka ... karena ...)

Tahap 3: Membimbing Penyelidikan

Kerjakan empat kegiatan pendek berikut secara berurutan. Setiap kegiatan punya petunjuk singkat. Gunakan Bahan Bacaan 2 dan tiga sumber pada wacana pemicu.

Kegiatan 2.3: Mengamati video simulasi pernapasan

Petunjuk: tontonlah video simulasi mekanisme pernapasan yang diputar guru. Fokuslah pada gerak diafragma, ukuran rongga dada, dan arah aliran udara. Pada pemutaran pertama, cukup menonton. Pada pemutaran kedua, catat pengamatanmu dengan kata-katamu sendiri sebelum membandingkannya dengan tabel pada Bahan Bacaan 2.

Cara mengerjakan: isi tabel dengan kata singkat sesuai yang kamu lihat di video, bukan dari hafalan. Jika terlewat, minta guru memutar ulang bagian itu.

Contoh: (topik pompa sepeda) *saat tuas ditarik, volume tabung membesar dan tekanan di dalamnya turun, sehingga udara masuk.*

Yang kamu amati	Saat inspirasi	Saat ekspirasi
Posisi diafragma (mendatar atau melengkung)		
Volume rongga dada (membesar atau mengecil)		
Tekanan udara dalam paru dibanding udara luar (lebih rendah atau lebih tinggi)		
Arah aliran udara (masuk atau keluar)		

Pertanyaan	Jawaban
1. Mengapa udara masuk ke paru saat inspirasi? (Petunjuk: pikirkan volume dan tekanan udara.)	
2. Sebutkan satu hal pada video simulasi yang berbeda dengan keadaan sebenarnya di tubuh manusia.	

Kegiatan 2.4: Pertukaran gas di alveolus

Petunjuk: gas selalu berpindah dari tempat yang tekanannya tinggi ke tempat yang tekanannya rendah. Lihat tabel tekanan parsial dan Gambar 3 pada Bahan Bacaan 2.

Cara mengerjakan: bandingkan dua angka lebih dulu, lalu tulis arahnya dengan pola "*Gas X berpindah dari ... ke ... karena tekanannya lebih tinggi di ...*".

Contoh: (aroma masakan) *aroma berpindah dari dapur ke ruang tamu karena kadarnya lebih tinggi di dapur.*

Pertanyaan	Jawaban
1. Ke mana O_2 berpindah: dari alveolus ke darah, atau sebaliknya? Bandingkan angka 104 dan 40. Lakukan hal yang sama untuk CO_2 .	
2. Tulis dua ciri alveolus yang membuat pertukaran gas mudah.	
3. Jika dinding alveolus rusak atau menebal karena zat berbahaya, apa dampaknya bagi tubuh? Kaitkan dengan hasil Kegiatan 1.5.	

Kegiatan 2.5: Data kesehatan, hubungan atau sebab-akibat? [Korelasi-Kausalitas]

Ingat: **korelasi** berarti dua hal berkaitan atau muncul bersamaan. **Sebab-akibat** berarti satu hal benar-benar menyebabkan hal lain. Untuk membuktikan sebab-akibat, kita harus menyingkirkan penjelasan lain.

Berikut **data ilustrasi** yang mengikuti pola penelitian pada Sumber C. Makin rendah rasio FEV1/FVC, makin terhambat udara yang keluar dari paru.

Kelompok	Jumlah (orang)	Rata-rata FEV1/FVC (%)	Batuk kronis (%)	Ada keluarga perokok di rumah (%)
Bukan pengguna	300	86	4	20
Pengguna vape saja	200	82	14	45
Perokok konvensional	100	79	22	60

Cara mengerjakan: (1) baca tabel baris demi baris, (2) tanyakan "adakah penjelasan lain selain vape?", (3) pilih jenis pernyataan, lalu tulis alasannya.

Contoh: (payung dan basah) "Orang yang membawa payung lebih sering basah." Jenis: korelasi. Alasan: keduanya terjadi saat hujan, bukan payung yang membuat basah.

Pertanyaan	Jawaban
1. Pola apa yang kamu lihat dari tabel?	
2. Apakah data ini membuktikan bahwa vape menyebabkan penurunan fungsi paru? Jawab ya atau tidak, lalu jelaskan.	
3. Sebutkan satu faktor lain selain vape yang bisa ikut memengaruhi hasil. (Petunjuk: lihat kolom terakhir.)	

Tentukan jenis setiap pernyataan: **Korelasi**, **Sebab-akibat didukung bukti**, atau **Belum cukup bukti**.

Pernyataan	Jenisnya	Alasan singkat
1. "Pengguna vape lebih sering batuk kronis daripada bukan pengguna."		
2. "Pelajar pada Sumber B sesak napas karena vape."		
3. "Nikotin bersifat adiktif."		

Kegiatan 2.6: Menilai sumber informasi [Evaluasi Sumber]

Petunjuk: untuk Sumber A (iklan), B (berita), dan C (artikel ilmiah), tulis ✓ jika jawabannya ya dan ✗ jika tidak.

Cara mengerjakan: baca satu sumber, jawab keempat pertanyaan dengan ✓ atau ✗, lalu jumlahkan ✓. Skor tinggi berarti lebih layak dipercaya, tetapi tetap periksa dengan sumber lain.

Contoh: (iklan suplemen "sembuh 100%") penulis jelas? ✗. Tujuan memberi informasi? ✗ (menjual). Data bisa dicek? ✗. Bahasa netral? ✗. Jumlah ✓ = 0.

Pertanyaan penilaian	Sumber A (iklan)	Sumber B (berita)	Sumber C (ilmiah)
1. Penulis atau lembaganya jelas dan ahli di bidangnya?			
2. Tujuannya memberi informasi, bukan menjual?			
3. Ada data atau cara penelitian yang dapat dicek?			
4. Bahasanya netral dan mengakui keterbatasan?			
Jumlah ✓			

Pertanyaan	Jawaban
Urutkan sumber dari yang paling bisa dipercaya sampai yang paling kurang. Mengapa iklan perlu diwaspadai?	

Tahap 4: Mengembangkan dan Menyajikan Hasil Karya

Kegiatan 2.7: Menyusun argumen klaim, bukti, dan penalaran [Argumen Berbasis Bukti] [Komunikasi Ilmiah]

Susunlah argumen kelompokmu untuk menjawab masalah pada Kegiatan 2.1. Bukti harus berasal dari data, video simulasi, bahan bacaan, atau sumber yang sudah kamu nilai.

Cara mengerjakan: isi dari atas ke bawah. Klaim harus menjawab masalah, setiap bukti harus punya sumber, dan penalaran menjelaskan *mengapa* bukti itu mendukung klaim.

Contoh: (topik masker) klaim: *masker dapat membantu mengurangi debu yang masuk ke saluran napas.*
 Bukti 1: *percobaan di buku paket (tuliskan judulnya).* Bukti 2: *artikel lembaga kesehatan.* Penalaran: *debu yang tertahan masker tidak mencapai trakea dan alveolus.* Keterbatasan: *efektivitas bergantung pada jenis dan cara pemakaian masker.*

Komponen argumen	Isi argumen kelompok
Klaim (jawaban atas masalah, proporsional)	
Bukti 1 (sebutkan sumber)	
Bukti 2 (sebutkan sumber)	
Penalaran (hubungkan bukti dengan struktur, fungsi, dan pertukaran gas)	
Keterbatasan (apa yang belum diketahui atau bukti yang masih kurang)	

Tahap 5: Menganalisis dan Mengevaluasi Proses Pemecahan Masalah

Kegiatan 2.8: Berkeliling dan menilai argumen (gallery walk)

Pajang argumen kelompokmu. Kunjungi dua kelompok lain dan nilai argumen mereka.