

BAB II

KAJIAN TEORITIK

2.1 Kajian Teoritik dan Hasil Penelitian yang Relevan

2.1.1 Pembelajaran

Pendidikan merupakan upaya untuk mengembangkan kemampuan, keterampilan, dan karakter sehingga individu dapat mencapai posisi optimal dalam kehidupannya (Riyadi, 2015:36). Belajar dapat dijelaskan sebagai perubahan yang konsisten dalam perilaku sebagai hasil dari pengalaman masa lalu. Langkah-langkah dalam proses belajar melibatkan motivasi, konsentrasi pada materi pelajaran, penerimaan dan retensi informasi, reproduksi, generalisasi, pelaksanaan tugas belajar, dan umpan balik (Setyowati dan Widana, 2016:66). Kualitas proses belajar yang efektif diharapkan dapat meningkatkan prestasi belajar sesuai dengan tujuan yang diinginkan.

Hasil belajar mencerminkan perubahan sikap siswa setelah melalui proses pembelajaran sesuai dengan tujuan pengajaran. Berbagai faktor, seperti kesehatan, kecerdasan, bakat, minat, dan lingkungan, dapat memengaruhi pencapaian hasil belajar yang optimal. Sudjana (2011:51) mengemukakan bahwa hasil belajar melibatkan perubahan perilaku pada aspek psikologi manusia, termasuk aspek kognitif yang melibatkan pengembangan kemampuan berpikir melalui penerimaan pengetahuan, aspek afektif yang berkaitan dengan perkembangan sikap kepribadian, dan aspek motorik yang dikendalikan oleh kemampuan psikologis yang melibatkan keterampilan dan kecakapan baru.

Perubahan perilaku sebagai hasil belajar merupakan dampak dari proses pembelajaran. Tujuan utama pendidikan di sekolah adalah agar siswa dapat belajar. Proses belajar diharapkan dapat mencapai tujuan pendidikan secara keseluruhan,

dimulai dari pencapaian tujuan instruksional, kurikuler, institusional, hingga tujuan pendidikan nasional (Meneses, 2020).

Pada konteks pelajaran biologi, ketuntasan siswa relatif tinggi dibandingkan dengan mata pelajaran lainnya, namun terdapat beberapa masalah yang perlu diatasi, seperti fokus siswa pada menghafal konsep dan ujian, pembelajaran yang tidak berfokus pada kompetensi dasar, dan keterbatasan siswa dalam berpikir tentang biologi (Adnyana, 2020). Untuk mengatasi ini, pendidik perlu mencari solusi agar siswa dapat lebih mudah memahami mata pelajaran biologi. Proses pembelajaran melibatkan tiga komponen utama: pengajar, pembelajar, dan media pembelajaran, di mana transfer ilmu terjadi dari guru ke siswa, dan siswa memperoleh pengalaman belajar sebagai hasilnya (Suwarsa, 2020:274).

2.1.2 Interaksi Peserta Didik

Pendidikan formal memiliki tujuan untuk menggabungkan berbagai aspek, seperti pengetahuan dasar, moral, kepribadian, dan pembentukan karakter. Pemahaman yang mendasari pendekatan ini adalah bahwa penyampaian pengetahuan yang positif akan memberikan dampak positif pada tingkat pendidikan selanjutnya. Perubahan paradigma dalam proses pembelajaran menjadikan guru berperan sebagai fasilitator daripada pusat pembelajaran. Terjadi pergeseran dari pembelajaran yang berpusat pada guru menjadi berpusat pada siswa. Oleh karena itu, menciptakan lingkungan belajar yang mendorong interaksi positif antara guru dan siswa, serta antar siswa, menjadi esensial. Keaktifan siswa menjadi faktor kunci dalam mencapai tujuan pembelajaran, dan untuk itu, kehadiran guru yang memiliki profesionalitas sangat penting.

Guru diharapkan memiliki kemampuan untuk menentukan dan menerapkan strategi pembelajaran sesuai dengan kebutuhan siswa, serta memiliki pemahaman yang luas mengenai strategi pembelajaran. Pemilihan strategi yang tepat oleh guru dapat menjamin kelancaran kegiatan belajar mengajar dan memungkinkan siswa untuk lebih cepat memahami materi yang diajarkan (Innayah, 2022:17). Guru perlu mengaitkan materi pelajaran dengan situasi dunia nyata siswa dan mendorong mereka untuk membuat hubungan antara pengetahuan yang dimiliki dengan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Pendekatan ini mencakup tujuh komponen utama dalam pembelajaran efektif, seperti konstruktivisme, pengajuan pertanyaan, metode inkuiri, masyarakat belajar, pemodelan, dan penilaian autentik. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran kontekstual menitikberatkan pada aktivitas siswa dalam membangun pengetahuan secara mandiri dan mengaitkannya dengan konteks kehidupan sehari-hari.

2.1.3 E-LKPD

Perkembangan zaman yang pesat saat ini memberikan dampak signifikan di berbagai sektor, khususnya dalam bidang pendidikan. Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi menyebabkan evolusi strategi dan pola pembelajaran seiring dengan kemajuan tersebut. Teknologi menjadi kunci utama dalam memperluas cakupan kegiatan pembelajaran. Metode online, sebagai contohnya, telah mengubah paradigma pembelajaran dari ruang kelas terbatas menjadi akses yang lebih luas. Sebagai hasilnya, siswa sekarang dapat belajar secara mandiri, baik dengan atau tanpa bimbingan langsung dari guru di kelas atau di luar sekolah (Jumaat, 2014:74). Pendidikan saat ini perlu beradaptasi dengan kemudahan akses informasi yang didukung oleh perkembangan teknologi. Seiring dengan kemajuan

Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK), media pembelajaran juga mengalami perkembangan, salah satunya adalah E-LKPD.

Definisi E-LKPD menurut beberapa pakar dapat dirangkum sebagai berikut:

- 1 E-LKPD, atau Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik, merujuk pada alat pembelajaran yang memanfaatkan internet, tersusun secara sistematis dalam satu unit pembelajaran, dan disajikan dalam bentuk elektronik menurut Noprinda (2019:168).
- 2 Pengertian E-LKPD adalah serangkaian latihan siswa yang dapat diakses melalui platform digital, tersusun secara terstruktur dan berkelanjutan selama periode waktu tertentu, sebagaimana diungkapkan oleh Ramlawati et al. (2014).
- 3 Sari (2019) memberikan definisi E-LKPD sebagai perangkat pembelajaran melalui internet yang terstruktur dalam satu unit pembelajaran dengan format berbasis elektronik.

Berdasarkan definisi-definisi yang diberikan, dapat ditarik kesimpulan bahwa E-LKPD adalah lembar kerja peserta didik yang telah dimodifikasi penyajiannya menjadi bentuk perangkat elektronik. E-LKPD mampu menggabungkan berbagai jenis media dan dapat diaplikasikan dalam konteks pembelajaran abad ke-21. Kemampuan E-LKPD untuk menyajikan video, gambar, teks, dan soal-soal dengan penilaian otomatis memberikan fleksibilitas bagi pendidik untuk merancang pembelajaran sesuai dengan kebutuhan dan kreativitas mereka, sehingga meningkatkan daya tarik dan efektivitas proses belajar. Dengan demikian, E-LKPD menjadi suatu media pembelajaran yang dapat meningkatkan kompetensi siswa dalam aspek kognitif dan aktivitas belajar (Mayasari et al., 2023).

E-LKPD terdiri dari beberapa komponen, termasuk identitas, petunjuk belajar, tujuan pembelajaran, ringkasan materi, kegiatan peserta didik, dan alat penilaian. Komponen-komponen tersebut telah dikembangkan sesuai dengan kebutuhan praktis di lapangan. Penggunaan E-LKPD memberikan kemudahan bagi guru dalam menyampaikan informasi dan mengevaluasi kegiatan belajar, sehingga meningkatkan efektivitas pembelajaran. Keanekaragaman media yang dapat digunakan dalam E-LKPD juga memberikan daya tarik dan meningkatkan minat belajar peserta didik. Penelitian lebih lanjut tentang pengembangan E-LKPD, seperti yang dilakukan oleh Syafitri dan Tressyalina (2020:73), menekankan pentingnya pengembangan E-LKPD berbasis CTL (*Contextual Teaching and Learning*), walaupun penelitian ini dibatasi pada satu basis.

2.1.4 Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL)

Pembelajaran berbasis masalah (PBL) adalah suatu model pembelajaran yang menggunakan masalah sebagai pemicu untuk mencari atau memperoleh informasi yang diperlukan guna memahami dan menemukan solusinya. Pada model PBL, masalah yang dihadirkan berasal dari situasi dunia nyata yang tidak terstruktur, memberikan siswa konteks terbuka untuk mengembangkan keterampilan pemecahan masalah, berpikir kritis, dan membangun pengetahuan baru (Sofyan, 2017).

PBL menciptakan kondisi pembelajaran yang aktif dan memungkinkan partisipasi siswa dalam proses pemecahan masalah sesuai dengan langkah-langkah metode ilmiah. Melalui penerapan model PBL, siswa dapat memperoleh pemahaman tentang masalah yang dihadapi, sambil mengembangkan keterampilan pemecahan masalah (Syamsidah, 2018). Pendekatan PBL dianggap sebagai inovasi

dalam metode pembelajaran, dengan tujuan meningkatkan pembelajaran dari pola tradisional. Secara umum, PBL menggunakan masalah dunia nyata sebagai konteks pembelajaran bagi siswa, guna melatih kemampuan berpikir kritis, mengasah keterampilan pemecahan masalah, dan memahami informasi dan konsep yang relevan dari satu atau lebih mata pelajaran.

Dasar teoritis PBL adalah kolaborasi, siswa bekerja bersama untuk menarik kesimpulan logis dan membangun pengetahuan dari interaksi dengan sesama siswa. Proses pembelajaran bergerak dari pertukaran informasi antara fasilitator dan siswa ke proses konstruksi pengetahuan sosial dan pribadi (Esema, 2012). PBL dapat meningkatkan kemampuan pemikiran kritis siswa, mendorong keaktifan dan motivasi intrinsik belajar, serta menciptakan interaksi interpersonal dalam kelompok kerja.

Penelitian oleh Yulanda et al., (2023) menunjukkan bahwa implementasi E-LKPD berbasis PBL secara efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa di kelas VIII SMP. Hasil penelitian tersebut menunjukkan peningkatan signifikan dari nilai pretest siswa sebesar 35,71 menjadi nilai posttest sebesar 71,38 setelah melibatkan pembelajaran dengan E-LKPD berbasis PBL. Faktor keberhasilan PBL dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa melibatkan persiapan guru yang baik, desain pembelajaran yang cermat, dan pengaitan materi dengan lingkungan masyarakat sekitar siswa, sehingga siswa terlibat dan aktif dalam memecahkan permasalahan yang disajikan (Asokawati et al., 2023).

Menurut Sofyan (2017), terdapat beberapa keunggulan dari model Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL), antara lain:

1. Meningkatkan keterampilan memecahkan kasus

Pada pembelajaran berbasis masalah, siswa aktif terlibat dalam menyelesaikan tugas pemecahan kasus. Terdapat penekanan pada pendidikan khusus untuk mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah yang kompleks. Pembelajaran ini memberikan siswa kesempatan untuk menjadi lebih aktif dan sukses dalam mengatasi masalah yang rumit.

2. Meningkatkan kemampuan kolaborasi

Melalui kerja kelompok dalam pembelajaran berbasis masalah, siswa belajar untuk merencanakan, mengorganisir, bernegosiasi, dan mengembangkan keterampilan membangun konsensus. Proses ini memfasilitasi pengembangan kemampuan berkolaborasi siswa dalam pelaporan tugas, tugas tim, pengumpulan informasi, dan presentasi.

3. Meningkatkan keterampilan manajemen berdari

Pembelajaran berbasis masalah memberikan kesempatan bagi siswa untuk belajar dan mempraktikkan organisasi proyek, alokasi waktu, dan pengelolaan sumber daya informasi lainnya. Siswa diajarkan untuk mengelola proyek pembelajaran dengan lebih baik, termasuk pengaturan waktu, dan pengelolaan sumber daya yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas.

Dengan demikian, model PBL tidak hanya berfokus pada pemahaman materi pelajaran, tetapi juga memperkuat aspek keterampilan dan kompetensi siswa dalam memecahkan masalah, berkolaborasi dalam kelompok, dan mengelola proyek pembelajaran dengan efisien.

Menurut Yulianti (2019), terdapat kelebihan dan kekurangan pada model Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL). Berikut adalah poin-poin kelebihan PBL:

1. Meningkatkan efektivitas kegiatan pembelajaran

PBL dapat meningkatkan efektivitas kegiatan pembelajaran dengan memberikan konteks kasus yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Hal ini membantu siswa untuk lebih terlibat dan tertarik dalam pembelajaran.

2. Memahami materi melalui penyelesaian kasus

Melalui penyelesaian kasus yang dihadapi dalam pembelajaran, siswa dapat memahami materi secara lebih mendalam. PBL memungkinkan aplikasi konsep teoritis dalam konteks nyata, sehingga siswa dapat melihat relevansi dan kegunaan materi pelajaran.

Berikut adalah poin-poin kekurangan PBL:

1. Persiapan pembelajaran masalah membutuhkan waktu lama

Salah satu kekurangan PBL adalah persiapan pembelajaran masalah yang memakan waktu yang cukup lama. Hal ini dapat menjadi tantangan bagi guru yang perlu menyusun kasus pembelajaran yang sesuai dengan tujuan pembelajaran dan mempertimbangkan kebutuhan siswa.

2. Siswa harus memiliki pengetahuan awal

PBL mensyaratkan bahwa siswa memiliki pengetahuan awal sebelum memulai pembelajaran. Dengan demikian, siswa perlu memahami hubungan antara kasus yang dihadapi dengan materi pembelajaran sebelumnya. Hal ini dapat menjadi kendala jika siswa belum memiliki pemahaman yang cukup.

Meskipun PBL memiliki kelebihan dalam meningkatkan keterlibatan siswa dan pemahaman materi, perlu diakui bahwa implementasinya dapat menimbulkan beberapa tantangan, terutama terkait dengan persiapan dan kebutuhan pengetahuan awal siswa.

Sintaks Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL) menurut Amaludin (2022:20) dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Orientasi Peserta Didik Terhadap Masalah

Guru memberikan penjelasan terkait tujuan pembelajaran, logistik, dan memberikan motivasi agar peserta didik aktif dalam proses pemecahan masalah.

2. Organisasi Peserta Didik

Peserta didik dibagi ke dalam beberapa kelompok belajar. Guru membantu peserta didik untuk mendefinisikan tugas yang berhubungan dengan masalah yang akan dipecahkan.

3. Membimbing Penyelidikan

Guru membantu dan mengarahkan peserta didik dalam mencari informasi, melaksanakan eksperimen, dan kegiatan lainnya untuk memecahkan masalah.

4. Mengembangkan dan Menyajikan Hasil

Guru membantu peserta didik untuk merancang dan mempersiapkan dokumentasi, laporan, atau bahan presentasi hasil proses pemecahan masalah.

5. Menganalisis dan Mengevaluasi Hasil Pemecahan Masalah

Pada tahap ini, dilakukan evaluasi terhadap proses dan hasil pemecahan masalah yang telah diajukan oleh peserta didik.

2.1.5 *Flip PDF Professional*

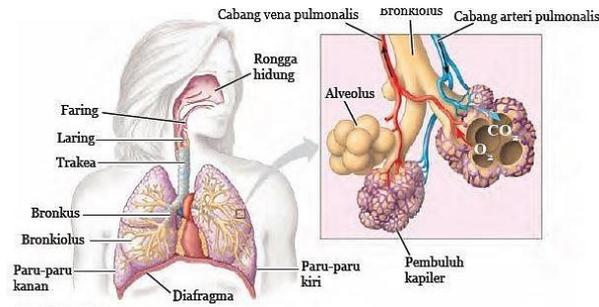
Flip PDF Professional merupakan sebuah platform interaktif yang memberikan kemudahan kepada pengguna untuk dengan cepat menambahkan berbagai jenis media animatif ke dalam flipbook. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk menyematkan video *YouTube*, *hyperlink*, teks animatif, gambar, audio, dan flash ke dalam flipbook, memungkinkan setiap individu untuk dengan mudah membuat buku flip yang menarik (*Khairinal, 2021*).

Media pembelajaran elektronik yang dibuat dengan *Flip PDF Professional* memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan dengan modul PDF konvensional yang sudah banyak beredar di sekolah. Keunggulan tersebut melibatkan peningkatan daya tarik visual karena penggunaan gambar dan video sebagai materi pendukung. Media pembelajaran ini juga memberikan kesan yang lebih nyata melalui efek visual dan audio, seperti simulasi pembalikan buku secara langsung, penambahan soal evaluasi yang sesuai dengan materi, dan uji kompetensi yang interaktif. Selain itu, kelebihan lainnya adalah kemampuan penggunaan media pembelajaran elektronik secara langsung melalui perangkat Android. Media pembelajaran elektronik dapat meningkatkan motivasi belajar dan membantu mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif pada peserta didik (Ellysia, 2021).

2.1.6 Konsep Sistem Pernapasan Manusia

Bernapas merupakan kegiatan menghirup O_2 yang dibutuhkan oleh tubuh dan melepaskan CO_2 . O_2 digunakan untuk menghasilkan tenaga yang dibutuhkan oleh tubuh melalui proses pembakaran zat-zat makanan. Hasil sampingan dari proses pembakaran tubuh adalah CO_2 , yang harus dikeluarkan tubuh karena bersifat racun. Berdasarkan letaknya dalam tubuh manusia, alat pernapasan dibagi menjadi dua bagian, yakni alat pernapasan atas dan alat pernapasan bawah (Erlie, 2018:1). Sistem pernapasan manusia melibatkan tiga proses utama, yakni bernapas atau ventilasi paru-paru, respirasi eksternal, dan respirasi internal. Dalam proses ini, darah melepaskan oksigen (O_2) dan mengikat karbon dioksida (CO_2) di dalam sel tubuh. Oksigen kemudian digunakan dalam reaksi metabolisme tubuh untuk menghasilkan energi berupa adenosine triphosphate (ATP), sementara CO_2 merupakan hasil sisa metabolisme. Proses yang terjadi di dalam sel ini dikenal

sebagai respirasi seluler (Campbell N.A, et al. 2004).

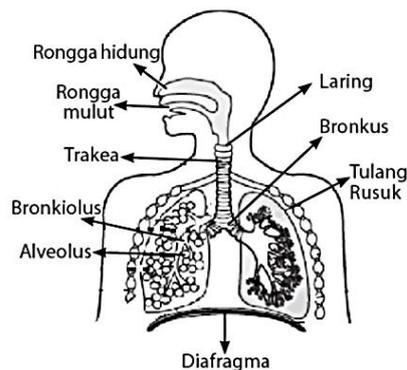


Gambar 2. 1 Sistem pernapasan manusia
(Sumber: Campbell et al., 2010)

A. Struktur dan Fungsi Sistem Pernapasan Manusia

1. Organ Pernapasan Manusia

Organ pernapasan manusia dibagi menjadi dua bagian, alat pernapasan atas dan alat pernapasan bawah (Firmansyah et al., 2010). Uraian organ pernapasan manusia adalah sebagai berikut:



Gambar 2. 2 Organ Pernapasan Manusia
(Sumber: Ping et al., 2023)

A. Alat Pernapasan Atas

Alat pernapasan atas terletak diantara kepala dan leher, yaitu hidung dan faring. Uraian fungsi hidung dan faring adalah sebagai berikut:

1) Hidung

Hidung memiliki dua saluran sempit yang berfungsi sebagai jalur masuk dan keluar udara dari dan ke tubuh. Di dalam rongga hidung terdapat rambut hidung dan selaput lendir yang bertugas menyaring debu dan kuman dalam udara. Organ

ini juga berperan dalam mengatur suhu tubuh dan udara, serta mengatur kelembaban udara yang masuk ke dalam tubuh (Utama, 2018:4).

2) Faring

Faring berfungsi sebagai persimpangan antara jalur masuknya udara dan jalur masuknya makanan. Di daerah ini, terdapat katup penutup rongga hidung dan katup pangkal tenggorok. Ketika seseorang menelan makanan, katup penutup rongga hidung akan menutup dan katup pangkal tenggorok akan terbuka, sehingga makanan tidak dapat masuk ke dalam saluran pernapasan (Erlie, 2018:2).

B. Alat Pernapasan Bawah

Alat pernapasan bawah terletak diantara bagian leher sampai rongga perut. Alat-alat pernapasan bawah adalah sebagai berikut:

1) Pangkal Tenggorok (Laring)

Pangkal tenggorok adalah saluran yang berada setelah faring. Di dalam bagian laring, terdapat pita suara. Pita suara ini terbagi menjadi dua bagian, yakni bagian atas yang tidak mampu menghasilkan suara dan bagian bawah atau pita suara sejati yang memiliki kemampuan untuk membentuk suara (Utama, 2018:7).

2) Tenggorokan (Trakea)

Tenggorokan adalah saluran pernapasan sepanjang sekitar 9 cm yang tersusun dari tulang rawan yang menyerupai huruf C. Bagian dalam dinding tenggorokan dilapisi oleh sel yang menghasilkan lendir dan sel epitel bersilia. Silia berfungsi untuk menahan dan mengeluarkan debu yang masuk bersama udara pernapasan (Erlie, 2018:3).

3) Bronkus

Bronkus ialah saluran udara yang bercabang dari tenggorokan, menghubungkan batang tenggorok dengan paru-paru. Selaput lendir yang melapisi bronkus memiliki fungsi menahan debu dan kuman, lalu dapat dikeluarkan melalui mulut. Bronkus kanan bercabang tiga menuju paru-paru kanan, sementara bronkus kiri bercabang dua menuju paru-paru kiri. Setelah itu, cabang bronkus akan terus bercabang menjadi saluran kecil yang dikenal sebagai bronkiolus (Utama, 2018:8).

4) Paru-paru

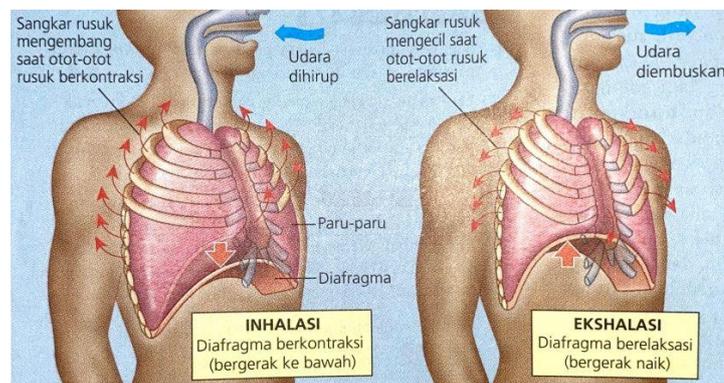
Manusia memiliki sepasang paru-paru yang terletak di dalam rongga dada dan dilindungi oleh tulang rusuk dan otot. Paru-paru tersebut diselimuti oleh membran pelindung yang disebut pleura. Paru-paru kiri memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan paru-paru kanan karena adanya keberadaan jantung. Secara spesifik, paru-paru kiri terdiri dari dua lobus, sementara paru-paru kanan memiliki tiga lobus. Dalam struktur paru-paru, bronkus bercabang menjadi tubulus kecil yang disebut bronkiolus, dan di ujung bronkiolus terdapat alveoli (Kuntoadi, 2019:84).

5) Alveolus

Alveolus, yang terletak di dalam paru-paru dan di ujung bronkiolus, memiliki bentuk gelembung-gelembung yang berisi kapiler darah. Proses pertukaran karbon dioksida dan penyerapan oksigen oleh sel darah merah terjadi di dalam alveolus (Erlie, 2018:4). Dalam strukturnya, terdapat 1,5 sampai 2 juta alveolus di dalam paru-paru. Alveoli tersusun dari tiga jenis sel epitel yang masing-masing memiliki fungsi untuk mendukung proses difusi, menghasilkan cairan surfaktan, dan berperan sebagai sel makrofag yang bersifat antibakteri (Kuntoadi, 2019:86).

B. Mekanisme Pernapasan Manusia

Udara dari luar masuk kedalam tubuh melalui dua cara, yaitu pernapasan dada dan pernapasan perut (diafragma). Mekanisme pernapasan dada dan pernapasan perut menurut Ami & Hidayah (2020:10-11) adalah sebagai berikut:



Gambar 2. 3 Mekanisme Inspirasi dan Ekspirasi
(Sumber: Campbell et al., 2010)

1. Pernapasan Dada

Pernapasan dada terlibat dalam pergerakan otot-otot di antara tulang rusuk. Waktu inspirasi pada pernapasan dada terjadi saat otot di antara tulang rusuk mengalami kontraksi, menyebabkan terangkatnya tulang rusuk dan perluasan paru-paru. Tekanan udara di dalam paru-paru menjadi lebih rendah dibandingkan dengan tekanan udara di lingkungan luar, sehingga memungkinkan udara dari luar untuk masuk ke dalam paru-paru. Pada ekspirasi dalam pernapasan dada, otot di antara tulang rusuk mengalami relaksasi, menyebabkan penurunan tulang rusuk. Tekanan udara di dalam paru-paru menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan udara di luar, sehingga udara keluar dari paru-paru.

2. Pernapasan perut

Pernapasan perut melibatkan pergerakan otot diafragma. Inspirasi dalam pernapasan perut terjadi ketika diafragma mengalami kontraksi, menyebabkan datarnya posisi diafragma. Seiring dengan itu, paru-paru membesar dan tekanan

udara di dalam paru-paru menjadi lebih rendah dibandingkan dengan tekanan udara di luar, memungkinkan masuknya udara. Mekanisme ekspirasi dalam pernapasan perut terjadi ketika otot diafragma berelaksasi, menyebabkan diafragma melengkung. Akibatnya, paru-paru mengecil dan tekanan udara di dalam paru-paru menjadi lebih tinggi daripada tekanan udara di luar, sehingga udara keluar dari paru-paru.

C. Mekanisme Pertukaran Oksigen dan Karbondioksida

1. Pertukaran Oksigen dan Karbon Dioksida di Paru-paru

Proses pertukaran gas terjadi di alveolus, yaitu struktur berongga kecil di paru-paru yang dilapisi oleh kapiler darah. Oksigen dari udara dihirup masuk ke dalam alveolus dan melalui dinding tipis alveolus tersebut, masuk ke dalam pembuluh darah kapiler. Oksigen kemudian berikatan dengan hemoglobin dalam sel darah merah untuk diangkut ke seluruh tubuh.

2. Transportasi Oksigen dan Karbon Dioksida dalam Darah

Oksigen diangkut dalam darah dalam dua bentuk, yaitu terlarut dalam plasma darah dan terikat pada hemoglobin. Sekitar 97% oksigen diangkut oleh hemoglobin, sementara sisanya diangkut dalam bentuk terlarut. Karbon dioksida diubah menjadi bentuk bikarbonat dalam darah dengan bantuan enzim karbonik anhidrase, yang kemudian diangkut ke paru-paru untuk dikeluarkan dari tubuh.

3. Pernapasan Seluler

Oksigen yang diangkut oleh darah dibawa ke sel-sel tubuh untuk digunakan dalam proses respirasi seluler. Di dalam mitokondria, oksigen digunakan dalam siklus Krebs dan rantai transpor elektron untuk menghasilkan energi (ATP) dari glukosa dan asam lemak. Karbon dioksida yang dihasilkan sebagai produk

sampingan dari respirasi seluler dibawa kembali ke paru-paru melalui aliran darah untuk dikeluarkan dari tubuh.

4. Regulasi Pernapasan

Kebutuhan tubuh akan oksigen dan pengeluaran karbon dioksida diatur oleh sistem saraf dan sistem hormonal. Saat kadar oksigen dalam darah menurun atau kadar karbon dioksida meningkat, sinyal dikirim ke otak untuk meningkatkan frekuensi dan kedalaman pernapasan. Dalam jangka panjang, kadar karbon dioksida dalam darah juga mempengaruhi pH darah dan regulasi asam-basa dalam tubuh.

D. Volume dan Kapasitas Paru-paru

Volume dan kapasitas paru-paru, menurut Asmadi (2008:18), dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Volume tidal, jumlah udara yang diinspirasi dan diekspirasi setiap kali bernapas normal, jumlahnya $\pm 500\text{ml}$.
2. Volume cadangan inspirasi, ekstra volume yang dapat diinspirasi di atas volume tidal, jumlahnya $\pm 3000\text{ml}$.
3. Volume cadangan ekspirasi, volume udara ekstra yang dapat dikeluarkan saat ekspirasi normal, jumlahnya $\pm 1100\text{ml}$.
4. Volume sisa, volume udara yang tetap di paru-paru setelah ekspirasi maksimal, jumlahnya $\pm 1200\text{ml}$.
5. Kapasitas inspirasi, jumlah udara yang dapat diinspirasi setelah ekspirasi normal, jumlahnya kira-kira $\pm 3500\text{ml}$.
6. Kapasitas residu fungsional, jumlah udara yang tersisa di paru-paru pada akhir ekspirasi normal, kira-kira $\pm 2300\text{ml}$.

7. Kapasitas vital, volume udara maksimum yang dapat dikeluarkan dengan ekspirasi maksimal setelah inspirasi maksimal, kira-kira $\pm 4000\text{ml}$.
8. Kapasitas paru-paru total, total volume udara di paru-paru setelah inspirasi maksimal, kira-kira $\pm 6000\text{ml}$.

E. Frekuensi Pernapasan

Beberapa faktor yang dapat memengaruhi frekuensi pernapasan, sebagaimana dijelaskan oleh Nurhayati & Wijayanti (2018:298), melibatkan pertimbangan usia, jenis kelamin, aktivitas fisik, posisi tubuh, serta kadar oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2) dalam tubuh. Pertama, frekuensi pernapasan cenderung menurun seiring bertambahnya usia seseorang. Kedua, wanita memiliki frekuensi pernapasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan pria. Ketiga, saat beristirahat, frekuensi pernapasan umumnya lebih rendah dibandingkan ketika sedang melakukan aktivitas fisik yang intens. Keempat, posisi tubuh, seperti berbaring, dapat menyebabkan frekuensi pernapasan lebih cepat dibandingkan dengan posisi duduk atau berdiri. Kelima, kondisi kekurangan oksigen (O_2) dapat meningkatkan frekuensi pernapasan, sedangkan peningkatan konsentrasi karbon dioksida (CO_2) juga dapat mempercepat kecepatan pernapasan.

F. Gangguan pada Sistem Pernapasan Manusia.

Gangguan pernapasan, yang menurut Rumbia (2020), umumnya dialami oleh manusia, disebabkan oleh gangguan pada organ pernapasan. Beberapa di antaranya meliputi:

- 1) Influenza merupakan penyakit sistem pernapasan yang diakibatkan oleh invasi virus influenza ke dalam tubuh, menyebabkan infeksi, dan penyebaran melalui udara.

- 2) Tonsilitis terjadi ketika tonsil (amandel) menyaring virus dan bakteri yang masuk bersamaan dengan makanan dan udara. Gejala tonsilitis melibatkan sakit tenggorokan, peradangan tonsil, batuk, sakit kepala, nyeri leher atau telinga, dan demam.
- 3) Asma, penyempitan saluran pernapasan menyebabkan kesulitan dalam menghirup cukup oksigen. Gejala asma meliputi batuk, napas berbunyi atau mengi, dan sesak napas. Alergi terhadap kondisi lingkungan seperti debu, rambut hewan, dan udara dingin dapat menjadi pemicu asma.
- 4) Pneumonia adalah peradangan dinding alveolus yang disebabkan oleh bakteri *Diplococcus pneumoniae*, mengakibatkan penurunan pertukaran O₂ dan CO₂ pada area alveolus. Penyakit pneumonia dapat menular melalui udara saat penderita batuk.
- 5) Pleuritis adalah peradangan pada selaput pembungkus paru-paru (*pleura*) yang menghasilkan cairan berlebihan, menyebabkan nyeri dada saat bernapas.
- 6) Tuberkulosis (TBC) menyebabkan pembentukan bintil-bintil di dalam alveolus, mengurangi area alveolus untuk pertukaran gas. TBC disebabkan oleh bakteri *tuberculosis*.

2.1.7 Hasil Penelitian Relevan

Hasil penelitian yang relevan dengan penelitian adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Hasil penelitian relevan

No.	Peneliti/Tahun	Tujuan Penelitian	Hasil
1.	Parapat (2023)	Membuat Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dengan pendekatan Problem-Based Learning (PBL) pada mata pelajaran biologi, khususnya submateri sistem pernapasan. LKPD ini dihasilkan sebagai alternatif bahan belajar biologi untuk siswa, bertujuan menciptakan kondisi pembelajaran yang aktif, dan membantu siswa dalam memahami materi sistem pernapasan.	Dari hasil pengembangan LKPD berbasis PBL menggunakan model ADDIE, dapat disimpulkan bahwa LKPD tersebut untuk submateri sistem pernapasan di SMA/MA telah mencapai tingkat validitas yang tinggi. Evaluasi dilakukan oleh ahli media dengan persentase sebesar 82%, ahli materi mencapai 100%, dan ahli bahasa juga mencapai 100%, dengan kriteria keseluruhan mencapai tingkat "Sangat Layak". Selain itu, nilai kepraktisan LKPD ini, berdasarkan angket respon guru dan siswa, menunjukkan tingkat praktis yang sangat tinggi, dengan persentase respon guru mencapai 90,91% dan respon siswa mencapai 93%..
2.	Ramadani (2022)	Membuat Lembar Kerja Siswa Elektronik (E-LKS) dengan pendekatan PBL yang ditujukan untuk siswa SMA.	Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa E-LKS Sistem Pernapasan Manusia berbasis Model PBL dinilai layak digunakan. E-LKS ini memiliki potensi untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa. Selain itu, penelitian ini merekomendasikan untuk dilakukannya uji coba secara empirik pada skala yang lebih besar guna memastikan efektivitasnya dalam konteks pembelajaran yang lebih luas.
3.	Azrina (2022)	Membuat Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) berbasis PBL yang telah diverifikasi sebagai valid, mudah digunakan, dan efektif dalam melatih keterampilan berpikir kritis.	Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa E-LKPD Sistem Pernapasan Manusia telah melalui validasi ahli materi dan ahli media dengan persentase rerata masing-masing sebesar 89,87% dan 91,25%, yang menunjukkan tingkat validitas yang tinggi. Selain itu, dari segi kepraktisan, E-LKPD ini memperoleh persentase sebesar 83,21%, menunjukkan bahwa penggunaan E-LKPD dalam pembelajaran dianggap sangat praktis. Lebih lanjut, keefektifan E-LKPD dievaluasi melalui pretest dan posttest indikator keterampilan berpikir kritis, dengan hasil persentase sebesar 91,4%, yang menunjukkan bahwa E-LKPD ini efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.
4.	Damayanti (2022)	Menjelaskan tingkat kelayakan pengembangan Lembar	Hasil penelitian menunjukkan bahwa LKPD interaktif telah mencapai tingkat kelayakan yang sangat baik berdasarkan

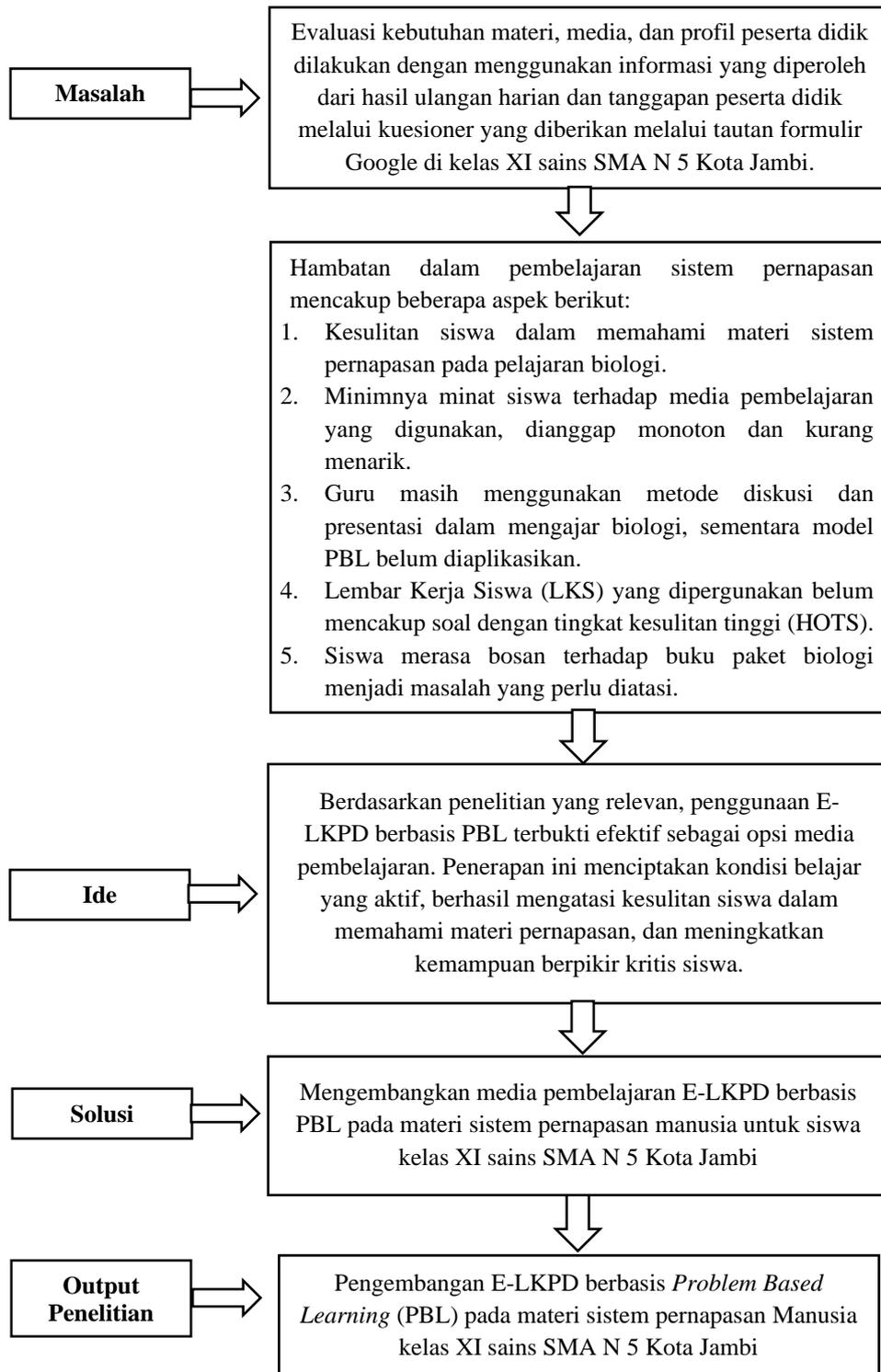
No.	Peneliti/Tahun	Tujuan Penelitian	Hasil
		Kerja Peserta Didik (LKPD) interaktif berbasis pendekatan saintifik pada materi sistem pernapasan manusia yang memenuhi standar dan layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran.	uji coba produk. Aspek-aspek evaluasi, termasuk penilaian ahli isi pembelajaran, desain pembelajaran, dan media pembelajaran, menunjukkan hasil yang positif dengan persentase masing-masing 90,38%, 95,45%, dan 88,46%, serta kualifikasi sangat baik. Uji coba perorangan dan kelompok kecil juga mendukung kelayakan LKPD interaktif ini, dengan persentase masing-masing 95,83% dan 96,11%, serta kualifikasi sangat baik. Dengan demikian, LKPD interaktif ini dianggap layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran.
5.	Khasanah (2022)	Menyusun Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) untuk pembelajaran materi Sistem Respirasi pada tingkat kelas XI SMA dengan mengedepankan kualitas yang baik.	LKPD yang dikembangkan menunjukkan kualitas yang baik, dengan hasil validasi pada materi Sistem Respirasi untuk kelas XI SMA mencapai nilai 3,75. Selain itu, skor dari uji coba terbatas I sebesar 3,60, dan hasil uji coba terbatas II mencapai skor 3,69, keduanya dikategorikan sebagai sangat baik. Secara keseluruhan, LKPD ini menunjukkan tingkat kualitas yang memuaskan dan efektif dalam mendukung proses pembelajaran pada materi Sistem Respirasi untuk siswa tingkat SMA kelas XI.
6.	Yulanda et al., (2023)	Menilai validitas, ketergunaan, dan hasil yang dihasilkan oleh Lembar Kerja Siswa Elektronik (E-LKPD) yang menggunakan Pendekatan PBL sebagai strategi untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas VIII SMP dalam memahami materi sistem pernapasan.	E-LKPD berbasis PBL dinyatakan valid oleh ahli materi dengan persentase sebesar 88,33% dan oleh ahli media sebesar 95,58%. Guru memberikan penilaian yang sangat baik terhadap E-LKPD, mencapai persentase sebesar 89,33%. Respons siswa terhadap E-LKPD juga sangat positif dengan persentase sebesar 94,26%, yang dikategorikan sebagai sangat baik. Selain itu, E-LKPD berbasis PBL terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas VIII SMP, dengan nilai rata-rata pretest sebesar 35,71, dan setelah melaksanakan pembelajaran dengan E-LKPD, nilai posttest siswa meningkat menjadi 71,38.

Perbedaan antara penelitian sebelumnya dan penelitian yang akan dilakukan mencakup beberapa aspek, termasuk pemilihan materi pembelajaran, model pengembangan, jenis penelitian, subjek dan sampel penelitian, serta platform yang digunakan. Keberagaman ini memberikan peluang untuk melakukan evaluasi

pengembangan yang inovatif, dengan tujuan membuat materi pembelajaran lebih user-friendly bagi guru dan lebih efektif dalam membantu peserta didik memahami konten pelajaran. Penelitian ini mengadopsi model ADDIE, dan dalam fase pengembangan, peneliti mengembangkan LKPD berbasis PBL menggunakan perangkat *Flip PDF Professional*. E-LKPD yang dihasilkan akan mengandung pertanyaan-pertanyaan berjenjang tingkat kesulitan berdasarkan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) pada level kognitif C4, C5, dan C6.

2.2 Kerangka Berpikir

Kerangka konseptual penelitian pengembangan ini dirancang melalui formulasi dan identifikasi masalah yang ditemukan melalui pengamatan di SMA N 5 Kota Jambi. Metode observasi melibatkan pengamatan langsung dan wawancara dengan guru biologi dan siswa melalui angket. Hasil observasi menunjukkan bahwa masalah utama adalah kesulitan pemahaman siswa terhadap materi sistem pernapasan dalam pelajaran biologi. Oleh karena itu, solusi yang diusulkan adalah mengembangkan E-LKPD berbasis Problem Based Learning (PBL) untuk siswa kelas XI sains di SMA N 5 Kota Jambi. Gambaran konseptual penelitian pengembangan ini dapat ditemukan dalam Gambar 2.5 di bawah ini:



Gambar 2. 4 Kerangka Berpikir Penelitian

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Model Pengembangan

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan menggunakan model ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement, Evaluate*). Model ADDIE merupakan suatu kerangka kerja pembelajaran yang efektif untuk mengembangkan multimedia pembelajaran. Model ADDIE dipilih karena mempertimbangkan sistematis dan didasarkan pada prinsip-prinsip desain pembelajaran. Penggunaan model ini memberikan kesempatan bagi peneliti untuk mengevaluasi kualitas produk pengembangan, sehingga dapat mengurangi potensi kesalahan atau kekurangan pada tahap akhir pengembangan (Tegeh, 2014: 41-42). Hasil dari penelitian ini adalah pengembangan media pembelajaran berupa E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi sistem pernapasan untuk siswa kelas XI sains.

3.2 Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) sesuai dengan tahap pengembangan ADDIE, yaitu sebagai berikut:

3.2.1. Analisis (*Analyze*)

Peneliti memberikan angket kepada siswa kelas XI untuk mengidentifikasi masalah yang dalam materi pembelajaran sistem pernapasan. Tujuan tahap analisis digunakan untuk mengetahui masalah yang telah terjadi dan menentukan solusi untuk menangani masalah tersebut. Jenis-jenis analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Analisis Kebutuhan

Peneliti melakukan evaluasi masalah dengan menganalisis kebutuhan peserta didik dalam pembelajaran sistem pernapasan. Data diperoleh melalui angket yang menilai kebutuhan terhadap materi, media pembelajaran, dan model pembelajaran. Hasil analisis angket tersebut digunakan sebagai dasar untuk menentukan produk pengembangan. Dari hasil analisis kebutuhan siswa, terlihat bahwa mereka menginginkan inovasi dalam media pembelajaran, dan E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) diidentifikasi sebagai salah satu opsi yang dapat digunakan dalam pembelajaran sistem pernapasan.

2. Analisis Karakteristik Peserta Didik

Karakteristik yang dievaluasi mencakup keterbatasan, kelebihan individu, dan minat peserta didik terhadap media pembelajaran. Proses analisis dilakukan dengan memanfaatkan respons angket yang menggambarkan karakteristik peserta didik.

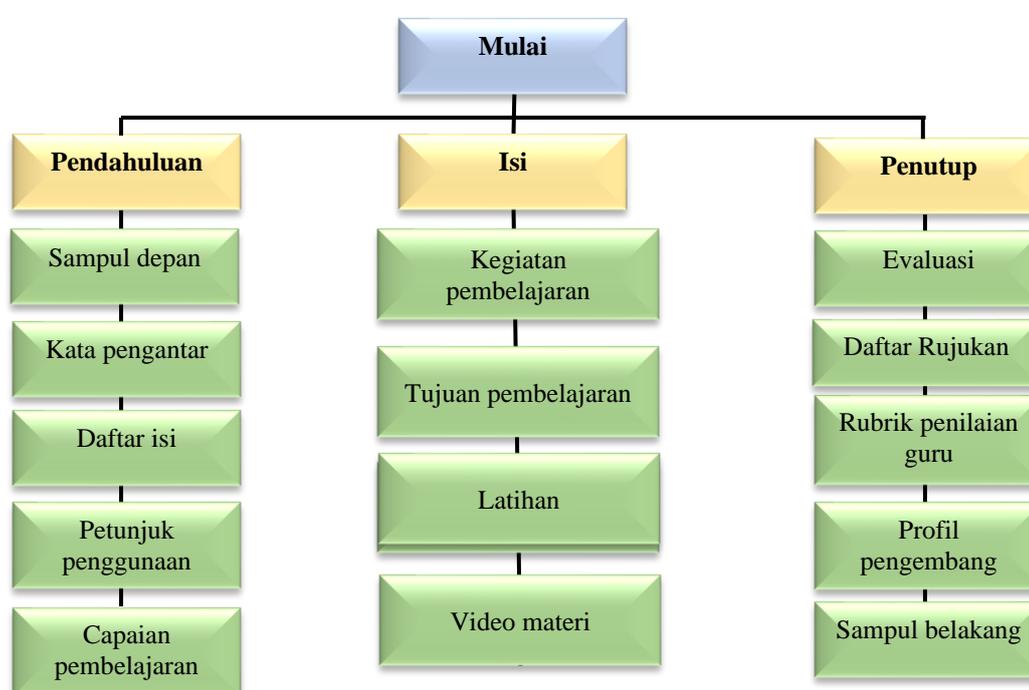
3. Analisis Materi

Analisis materi dilakukan untuk menetapkan isi yang akan disertakan dalam E-LKPD. Materi yang disajikan dipilih berdasarkan preferensi siswa, yang diperoleh melalui angket kebutuhan materi. Materi yang dipilih juga harus sesuai dengan capaian pembelajaran mata pelajaran. Setelah dilakukan analisis materi, diputuskan bahwa materi yang akan disajikan dalam E-LKPD adalah tentang sistem pernapasan pada manusia.

3.2.2` Desain (*Design*)

Pada tahap desain, peneliti merancang E-LKPD dengan menetapkan model pembelajaran, format media pembelajaran, dan melakukan modifikasi pada media pembelajaran. Pengembangan dan pemilihan model serta media pembelajaran

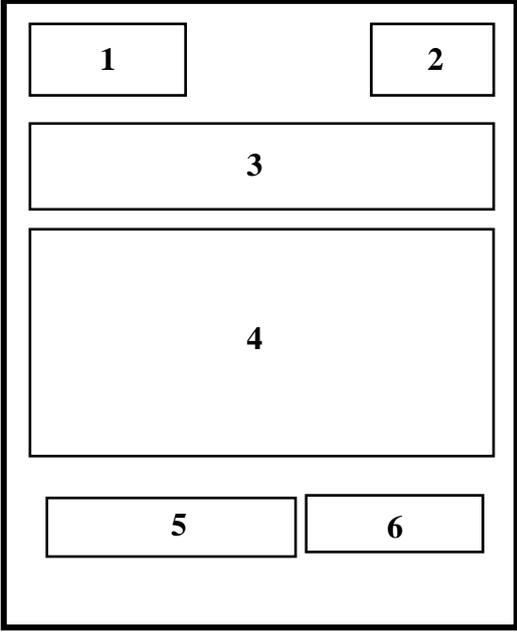
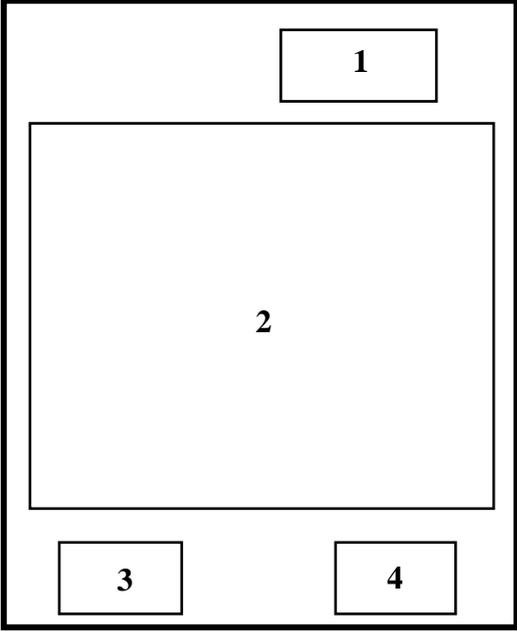
didasarkan pada kebutuhan siswa dan kecocokannya dengan lingkungan belajar. *Software Flip PDF Professional* digunakan sebagai alat pendukung, memudahkan penyajian materi, dan memungkinkan penggunaan berbagai multimedia seperti gambar, audio, video, dan animasi dalam E-LKPD berbasis PBL. Rancangan produk dijelaskan melalui *flowchart* dan *storyboard*, di mana *flowchart* merupakan representasi diagram langkah-langkah yang akan ditampilkan dalam E-LKPD berbasis PBL. *Flowchart* dapat dilihat pada Gambar 3.1.

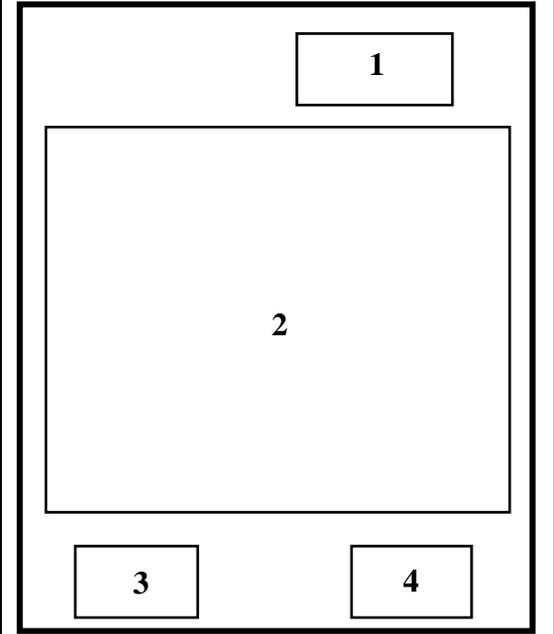
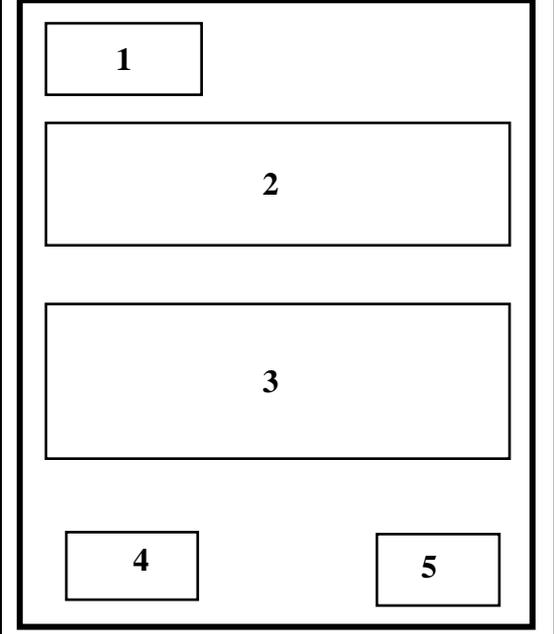


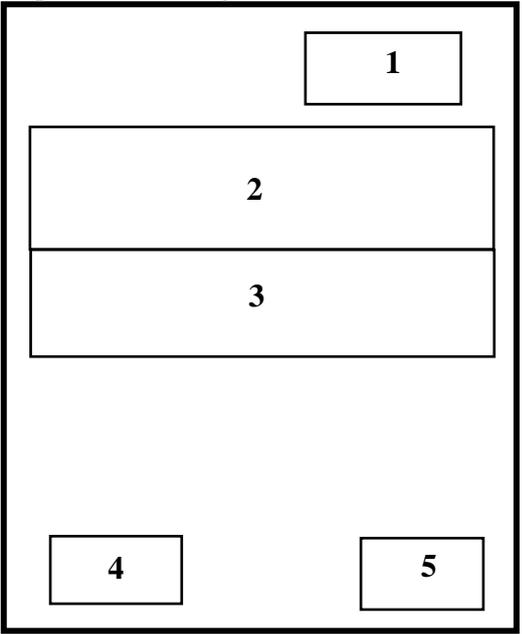
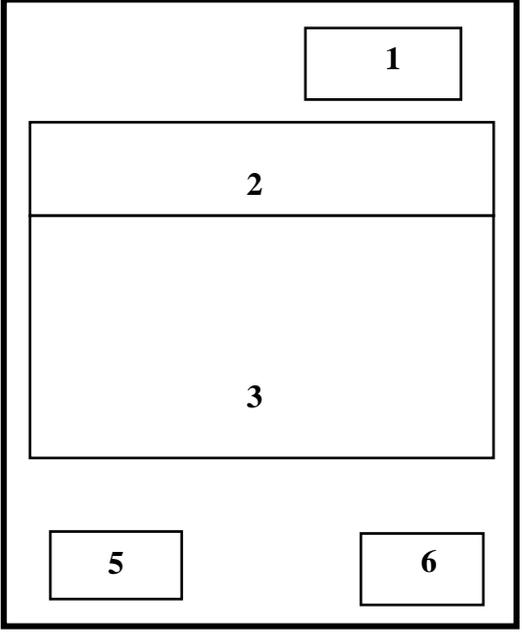
Gambar 3. 1 *Flowchart* pengembangan E-LKPD berbasis PBL

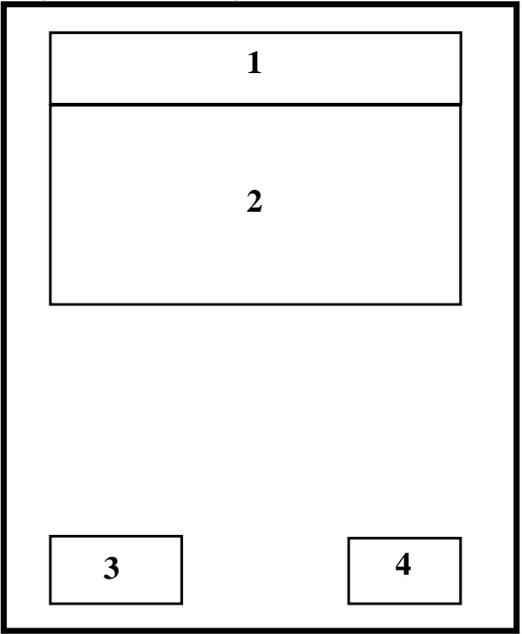
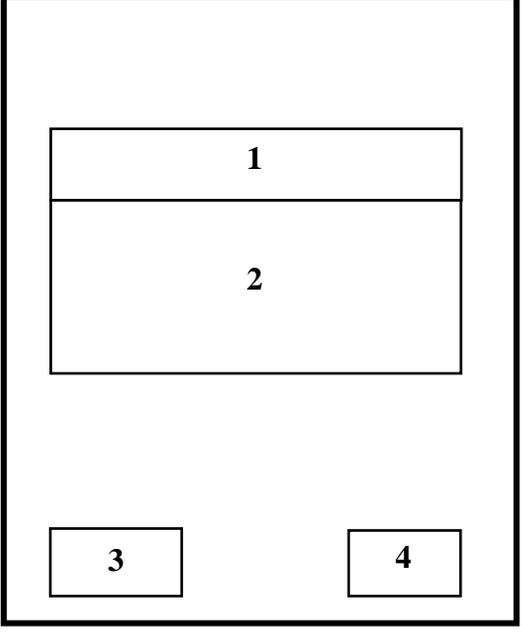
Rancangan cerita visual E-LKPD dengan pendekatan PBL untuk materi sistem pernapasan disajikan dalam tabel 3.1 berikut:

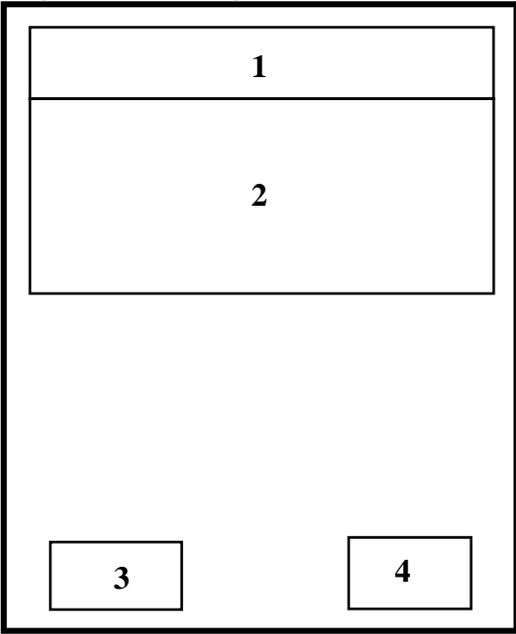
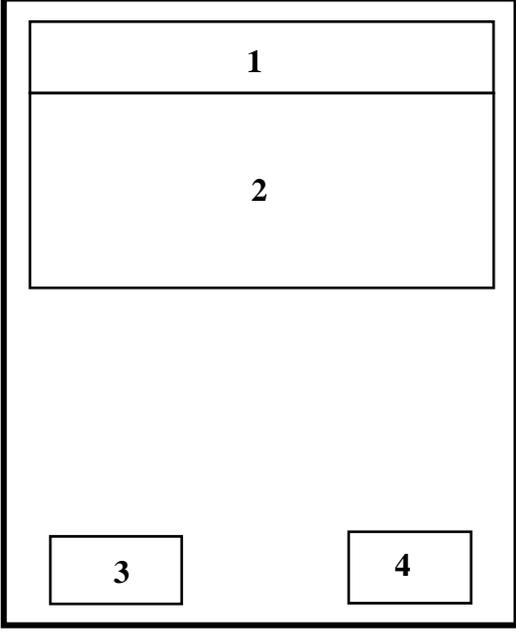
Tabel 3. 1 Desain *Storyboard*

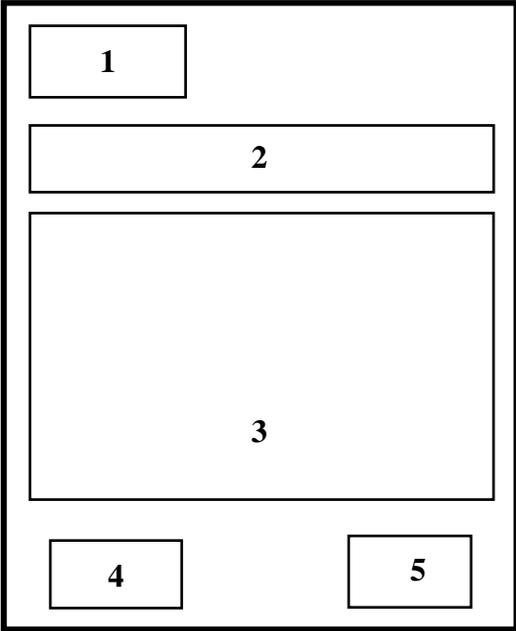
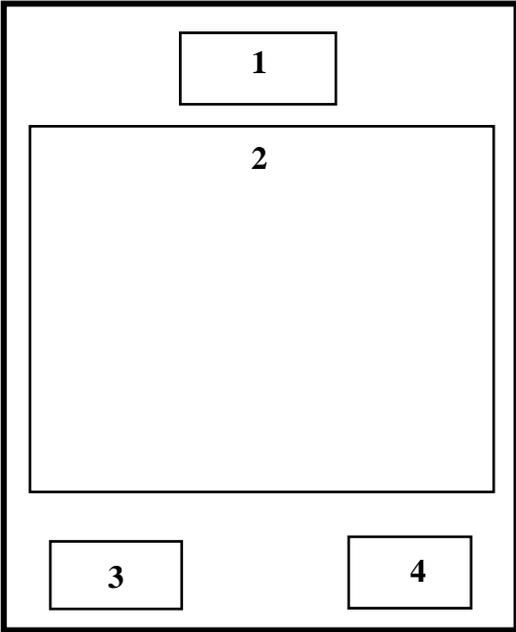
No.	Desain	Keterangan
1.	<p data-bbox="395 309 571 340">Cover Depan</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="949 309 1356 380">1. Logo UNJA dan kurikulum merdeka <li data-bbox="949 392 1141 425">2. Logo UNJA <li data-bbox="949 436 1173 470">3. Ilustrasi materi <li data-bbox="949 481 1141 515">4. Judul materi <li data-bbox="949 526 1236 560">5. Nama pengembang <li data-bbox="949 571 1220 604">6. Informasi institusi
2.	<p data-bbox="395 1034 598 1066">Kata Pengantar</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="949 1034 1252 1068">1. Judul kata pengantar <li data-bbox="949 1079 1212 1113">2. Isi kata pengantar <li data-bbox="949 1124 1101 1158">3. Halaman <li data-bbox="949 1169 1181 1202">4. Nama E-LKPD

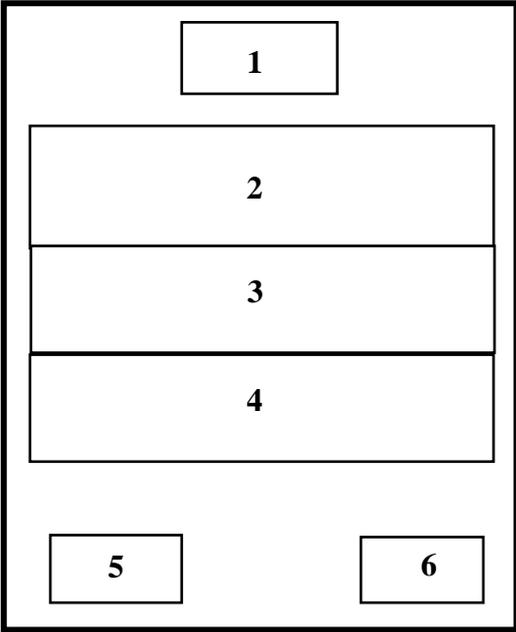
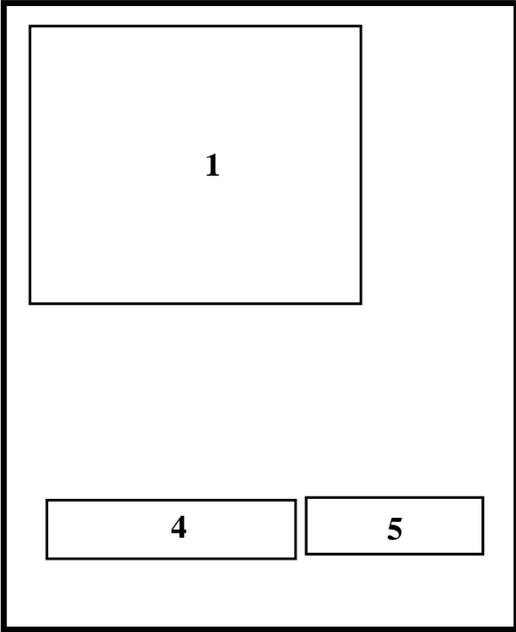
3.	<p>Daftar Isi</p> 	<ol style="list-style-type: none">1. Judul daftar isi2. Daftar isi3. Halaman4. Nama E-LKPD
4.	<p>Petunjuk Penggunaan E-LKPD</p> 	<ol style="list-style-type: none">1. Judul petunjuk belajar2. Petunjuk penggunaan4. Halaman5. Nama E-LKPD

5.	<p>Capaian Pembelajaran</p>  <p>The diagram shows a large rectangular frame containing five numbered boxes. Box 1 is a small box at the top right. Box 2 is a large horizontal box in the middle. Box 3 is a smaller horizontal box below box 2. Box 4 is a small box at the bottom left, and box 5 is a small box at the bottom right.</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Judul capaian pembelajaran2. Capaian pembelajaran3. Tujuan pembelajaran4. Halaman5. Nama E-LKPD
6.	<p>Kegiatan Pembelajaran</p>  <p>The diagram shows a large rectangular frame containing six numbered boxes. Box 1 is a small box at the top right. Box 2 is a large horizontal box in the middle. Box 3 is a larger horizontal box below box 2. Box 5 is a small box at the bottom left, and box 6 is a small box at the bottom right.</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Judul materi pendahuluan2. Sintaks PBL pertama, "Orientasi siswa terhadap permasalahan"3. Kasus permasalahan Halaman4. Nama E-LKPD

7.	<p>Kegiatan Pembelajaran</p>  <p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Sintaks PBL kedua “Mengorganisasikan siswa untuk penyelidikan”2. Instruksi untuk mengorganisasikan siswa dan pertanyaan untuk mengarahkan penyelidikan.3. Halaman4. Nama E-LKPD
8.	<p>Kegiatan Pembelajaran</p>  <p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Sintaks PBL ketiga “Membimbing penyelidikan individu atau kelompok”2. Video materi3. Halaman4. Nama E-LKPD

9.	<p>Kegiatan Pembelajaran</p> 	<ol style="list-style-type: none">1. Sintaks PBL keempat “Mengembangkan dan menyajikan hasil”2. Instruksi membuat laporan hasil diskusi dan Contoh template laporan hasil diskusi3. Halaman4. Nama E-LKPD
10.	<p>Kegiatan Pembelajaran</p> 	<ol style="list-style-type: none">1. Sintaks PBL kelima “Menganalisis dan mengevaluasi proses penyelidikan”2. Instruksi presentasi dan pengumpulan laporan3. Halaman4. Nama E-LKPD

11.	<p>11. Evaluasi</p>  <p>The diagram shows a page layout for an evaluation. It consists of five numbered boxes: box 1 is a small rectangle at the top left; box 2 is a horizontal rectangle below it; box 3 is a large vertical rectangle in the center; box 4 is a small rectangle at the bottom left; and box 5 is a small rectangle at the bottom right.</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Judul Evaluasi2. Instruksi pengerjaan soal3. Soal esai4. Halaman5. Nama E-LKPD
12.	<p>12. Daftar Referensi</p>  <p>The diagram shows a page layout for a reference list. It consists of four numbered boxes: box 1 is a small rectangle at the top center; box 2 is a large vertical rectangle below it; box 3 is a small rectangle at the bottom left; and box 4 is a small rectangle at the bottom right.</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Judul daftar referensi2. Isi daftar referensi3. Halaman4. Nama E-LKPD

13.	<p>Profil Penyusun</p> 	<ol style="list-style-type: none">1. Judul profil penyusun2. Identitas penyusun3. Identitas ahli materi4. Identitas ahli media5. Halaman6. Nama E-LKPD
14.	<p>Cover Belakang</p> 	<ol style="list-style-type: none">1. Judul materi2. Nama pengembang3. Informasi institusi

3.2.3 Pengembangan (*Develop*)

Pada fase pengembangan, peneliti menjalankan proses realisasi dari desain produk yang telah disusun pada tahap desain sebelumnya. Tahapan yang ditempuh dalam pengembangan E-LKPD berbasis PBL dilaksanakan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Penginstalan program/aplikasi untuk membuat mendesain E-LKPD, yaitu *Canva* dan *Flip PDF Professional*, serta aplikasi pengedit video materi yaitu aplikasi *Microsoft PowerPoint* dan *inshot*.
- 2) Pengumpulan materi sistem pernapasan dan kasus dari sumber seperti buku dan jurnal.
- 3) Penentuan judul, *font*, dan ukuran tulisan dalam E-LKPD.
- 4) Penyusunan penyampaian materi.
- 5) Penambahan ilustrasi berupa gambar, animasi, video dan komponen lainnya.
- 6) Pengunggahan file pdf E-LKPD berbasis PBL ke dalam aplikasi *Flip PDF Professional*.
- 7) Pelaksanaan validasi oleh tim ahli terhadap E-LKPD berbasis PBL yang telah dikembangkan.

3.2.4 Implementasi (*Implement*)

Implementasi adalah fase penerapan produk pengembangan dalam situasi nyata. Pada tahap ini, E-LKPD berbasis PBL, yang telah dinyatakan layak oleh tim ahli, selanjutnya diaplikasikan atau diuji dalam konteks pembelajaran biologi. Penelitian ini hanya melibatkan tahap pengembangan untuk mengevaluasi kelayakan E-LKPD berbasis PBL.

3.2.5 Evaluasi (*Evaluate*)

Evaluasi adalah tahap di mana kelayakan E-LKPD berbasis PBL dievaluasi, dan jika ada kekurangan, langkah perbaikan akan diambil. Pada penelitian pengembangan E-LKPD berbasis PBL ini, evaluasi formatif diterapkan pada setiap tahap pengembangan, dari analisis hingga tahap pengembangan. Ahli materi dan ahli media melakukan evaluasi pada tahap pengembangan, dilanjutkan dengan uji coba produk oleh guru dan siswa. Komentar dari tim ahli menjadi panduan untuk melakukan revisi, sehingga media dapat dianggap sebagai produk yang layak. Respon dari guru dan siswa menjadi dasar bagi peneliti untuk meningkatkan media, sehingga hasil akhirnya adalah media yang mudah digunakan dan berkualitas baik.

3.3 Subjek Uji Coba

Subjek uji coba penelitian ini adalah siswa kelas XI sains yang telah mempelajari materi sistem pernapasan di SMA N 5 Kota Jambi. jumlah subjek ideal pada uji kelompok kecil adalah 5-8 orang. Hasil uji coba kelompok kecil digunakan untuk melakukan revisi E-LKPD. Jumlah subjek uji coba kelompok besar yaitu 15-30 orang (Setyosari, 2016: 288-289). Jumlah subjek uji coba penelitian ini terdiri atas kecil 6 orang dan kelompok besar 29 orang. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini dikenal dengan *random sampling*. Guru mata pelajaran biologi dilibatkan untuk mendapatkan data analisis respon guru terhadap pengembangan E-LKPD.

3.4 Jenis Data dan Sumber Data

3.4.1 Jenis Data

Data yang dimanfaatkan dalam penelitian pengembangan E-LKPD berbasis PBL terdiri dari dua jenis, yaitu data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif diperoleh dari komentar ahli media, ahli materi, guru pengajar materi sistem

pernapasan, dan tanggapan peserta didik. Sedangkan data kuantitatif berasal dari penilaian validasi materi dan media.

3.4.2 Sumber Data

Sumber data dalam penelitian ini dapat dibedakan menjadi dua, yakni data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung dari sumber utama, seperti angket validasi ahli media dan ahli materi, serta respons guru dan peserta didik. Sementara itu, data sekunder diambil dalam bentuk cetak, seperti ATP.

3.5 Instrumen Pengumpul Data

Instrumen pengumpul data pada penelitian pengembangan ini adalah angket, dan dokumentasi. Uraian instrument pengumpulan data yang digunakan adalah sebagai berikut:

3.5.1 Angket

Angket merupakan instrument yang digunakan untuk mendapatkan penilaian validasi, respon guru dan siswa. Penelitian pengembangan E-LKPD berbasis PBL menggunakan beberapa jenis angket sebagai berikut:

1. Angket Kebutuhan dan Karakteristik Peserta Didik

Angket kebutuhan peserta didik digunakan untuk mengumpulkan data mengenai kebutuhan dan karakteristik peserta didik di SMA N 5 Kota Jambi terhadap E-LKPD berbasis PBL dalam pembelajaran sistem pernapasan. Kisi-kisi angket ini dapat ditemukan dalam Tabel 3.1 dan Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Kisi-kisi Angket Kebutuhan Peserta Didik

No.	Aspek	Indikator	Soal
1.	Kebutuhan Materi	Materi Biologi yang disukai	1
		Alasan menyukai materi tersebut	1
		Materi Biologi yang tidak disukai	1
		Alasan tidak menyukai materi tersebut	1
2	Kebutuhan Media	Sumber belajar yang digunakan	1
		Jenis media pembelajaran yang disukai siswa	1
Jumlah soal			6

Tabel 3. 3 Kisi-kisi Angket Karakteristik Peserta Didik

No.	Aspek	Indikator	Soal
1.	Keterbatasan	Kepemilikan komputer/laptop/ smartphone	1
2	Kelebihan Individual	Alasan menggunakan komputer/laptop/ smartphone	1
		Penggunaan komputer/laptop/ smartphone untuk belajar	1
3	Fasilitas	Terdapat Wi-Fi	1
		Wi-Fi yang digunakan lancar	1
Jumlah Soal			5

2. Angket Validasi Media

Ahli media mengisi angket validasi untuk menilai kelayakan dan validitas E-LKPD yang telah dikembangkan. Angket ini menggunakan skala Likert dengan opsi pengukuran sebagai berikut: 1. Sangat Tidak Layak; 2. Tidak Layak; 3. Layak; 4. Sangat Layak. Struktur angket validasi media E-LKPD berbasis PBL dapat ditemukan di Tabel 3.3.

Tabel 3. 4 Kisi-Kisi Angket Validasi Media

No.	Aspek	Indikator	Soal
1.	Kesederhanaan	Informasi yang disampaikan mudah untuk dipahami	1
		Visualisasi tidak rumit dan mendukung pemahaman konsep	1
		Kesederhanaan dalam mengoperasikan E-LKPD berbasis PBL	1
2	Keterpaduan	Urutan halaman sudah sesuai	1
		Petunjuk penggunaan E-LKPD sudah sesuai	1
		Penggunaan gambar atau animasi sesuai dengan konsep	1
3	Penekanan	Teks, gambar dan animasi pada E-LKPD berbasis PBL memiliki penekanan	1
		Teks, gambar dan animasi mendukung kemampuan siswa untuk menyelesaikan soal yang disajikan	1
4	Keseimbangan	Ukuran <i>font</i> dan gambar sudah sesuai	1
		Tata letak teks dalam E-LKPD sudah sesuai	1
5	Desain	Memiliki desain yang menarik	1
		Kesesuaian warna kombinasi <i>font</i> dan <i>background cover</i>	1
		Kesesuaian warna <i>font</i> dan background dalam E-LKPD berbasis PBL	1
		Ketajaman warna gambar atau animasi	1
		Kemenarikan desain video materi	
Jumlah soal			15

Sumber: Dikembangkan dari Nurhuda et al., (2019:4)

3. Angket Validasi Materi

Angket validasi materi diisi oleh ahli materi untuk menilai kesesuaian materi dalam E-LKPD yang telah dikembangkan. Angket ini mencakup opsi skor dan kolom kosong di bagian bawah untuk memberikan komentar dan saran dari ahli materi. Skala pengukuran yang digunakan dalam angket ini adalah Likert dengan

opsi: 1. Sangat Tidak Layak; 2. Tidak Layak; 3. Layak; 4. Sangat Layak. Kisi-kisi angket validasi materi E-LKPD berbasis PBL dapat ditemukan di Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Kisi-kisi Angket Validasi Materi

No.	Aspek	Indikator	Soal
1.	Format	Penyajian materi yang pada E-LKPD berbasis PBL menarik	1
		Kesesuaian tulisan E-LKPD dengan sintaks <i>Problem Based Learning</i>	1
2	Isi	Materi di dalam E-LKPD berbasis PBL sudah sesuai dengan capaian pembelajaran	1
		Kelengkapan materi yang disajikan dalam E-LKPD berbasis PBL	1
		Kejelasan konsep pembelajaran organ-organ pernapasan dan penyakit atau kelainan sistem pernapasan	1
		Pengintegrasian materi menggunakan pembelajaran E-LKPD berbasis PBL sudah sesuai	1
		Komponen kemampuan siswa dalam E-LKPD berbasis PBL sudah sesuai	1
3	Bahasa	Bahasa yang digunakan komunikatif	1
		Kesesuaian dengan PUEBI	1
		Informasi yang disampaikan lebih menarik	1
Jumlah soal			10

Sumber: Dikembangkan dari Nurhuda et al., (2019:3)

4. Respon Peserta Didik

Angket respon peserta didik diisi setelah E-LKPD berbasis PBL diterapkan dalam pembelajaran biologi, terutama materi sistem pernapasan. Tujuan pengisian angket ini adalah untuk menilai dan memahami tanggapan siswa terhadap E-LKPD yang telah dikembangkan. Kisi-kisi instrument respon peserta didik terhadap E-LKPD berbasis PBL dapat ditemukan pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 6 Kisi-Kisi Angket Respon Peserta Didik

No.	Aspek	Indikator	Soal
1.	Desain E-LKPD	Kemudahan tampilan	2
		Kejelasan dan keterbacaan huruf	1
		Kejelasan Video	1
		Kemudahan Video	1
		Kesesuaian Video dengan materi	1
2	Penyajian materi dalam E-LKPD	Penyajian materi mudah dipahami	1
		Kejelasan kalimat	1
		Kejelasan istilah	1
		Kesesuaian contoh dengan materi	2
3	Kebermanfaatan E-LKPD	Kemudahan belajar	2
		Keterarikan menggunakan E-LKPD	1
		Peningkatan motivasi belajar	1
Jumlah Soal			15

Sumber: Dikembangkan dari Pathoni et al., (2017:60)

5. Respon Guru

Angket respon guru diserahkan kepada guru yang mengajar materi sistem

pernapasan untuk mengetahui pandangan guru terhadap E-LKPD berbasis Problem Based Learning (PBL) yang telah dikembangkan oleh peneliti. Kisi-kisi instrumen tanggapan guru terhadap E-LKPD berbasis PBL tersedia dalam tabel 3.6.

Tabel 3. 7 Kisi-Kisi Angket Penilaian Guru

No.	Aspek	Indikator	Soal
1.	Relevansi	Kesesuaian antara capaian pembelajaran dan indikator pada penyusunan materi organ pernapasan dan penyakit pernapasan	1
		Kesesuaian pemilihan materi dengan capaian pembelajaran	1
2	Bahasa	Keterbacaan penulisan pada E-LKPD berbasis <i>Problem Based Learning</i> (PBL)	1
3	Isi Materi	Kebenaran konsep materi dan teori pada materi organ pernapasan dan penyakit pernapasan	1
		Kesesuaian materi sistem pernapasan dengan kebutuhan siswa	1
		Ketepatan gambar atau animasi untuk memperjelas materi	1
4	Evaluasi	Kesesuaian soal dengan capaian pembelajaran	1
		Kesesuaian pemilihan kasus dengan capaian pembelajaran	1
5	Tampilan	Desain E-LKPD berbasis <i>Problem Based Learning</i> (PBL) menarik	1
		Kesesuaian pemilihan jenis <i>font</i> pada E-LKPD berbasis <i>Problem Based Learning</i> (PBL)	1
Jumlah Soal			10

Sumber: Dikembangkan dari Faisal et al., (2019:176)

3.6. Teknik Analisis Data

3.6.1. Analisis Data Kualitatif

Analisis data kualitatif dilakukan dengan cara mengumpulkan dan menganalisis data berupa saran yang diperoleh dari ahli media, ahli materi, guru yang mengajar, dan peserta didik yang mengikuti materi pelajaran sistem pernapasan. Data ini digunakan sebagai acuan untuk merevisi E-LKPD berbasis PBL pada materi sistem pernapasan sebagai salah satu alternatif media pembelajaran. Hasil analisis data kualitatif direduksi dan disimpulkan untuk diinformasikan sebagai hasil analisis deskriptif penelitian.

3.6.2 Analisis Data Kuantitatif

Data berbentuk kuantitatif diperoleh melalui pengisian angket validasi materi, angket validasi media, angket respon peserta didik, dan angket respon guru pengajar. Angket-angket ini menggunakan skala Likert untuk kemudahan dalam pengolahan data, kesederhanaan dalam pembuatannya, dan keunggulan visual. Skala Likert tersebut mencakup pilihan jawaban seperti sangat baik, baik, tidak

baik, dan sangat tidak baik (Sugiyono, 2013:96). Analisis data kuantitatif bertujuan untuk menilai nilai kelayakan E-LKPD berbasis PBL dalam konteks pembelajaran biologi. Tabel bobot penilaian skala Likert dapat dilihat di bawah ini:

Tabel 3. 8 Bobot Penilaian Skala Likert

Kategori	Keterangan	Skor
SB	Sangat Baik	4
B	Baik	3
TB	Tidak Baik	2
STB	Sangat Tidak Baik	1

Sumber: Dikembangkan dari Sugiyono (2013:93)

1. Analisis Data Validasi Media

Analisis perhitungan validasi media terhadap E-LKPD berbasis PBL adalah sebagai berikut:

Kategori penilaian : 4

Responden : 1

Deskriptor :15

Skor minimum : $1 \times 15 \times 1 = 15$

Skor maksimum : $4 \times 15 \times 1 = 60$

Skor minimum (%) : $\frac{\text{Skor Min}}{\text{Skor Max}} \times 100\% = \frac{15}{60} \times 100\% = 25\%$

Skor maksimum : 100%

Rentang nilai : $\frac{\text{Skor Max} - \text{Skor Min}}{\text{Kategori Penilaian}} = \frac{60 - 15}{4} = 11,25$

Rentang nilai (%) : $\frac{\text{Skor Max} - \text{Skor Min}}{\text{Kategori Penilaian}} = \frac{100\% - 25\%}{4} = 18,75\%$

Tabel 3. 9 Bobot Penilaian Validasi Media

c	Rentang Nilai	Rentang Nilai (%)	Tingkat Validasi
4	48,76-60	81,26-100	Sangat Layak
3	37,51-48,75	62,51-81,25	Layak
2	26,26-37,50	43,76-62,50	Tidak Layak
1	15,00-26,25	25-43,75	Sangat Tidak Layak

Sumber: Dikembangkan dari Sugiyono (2013:93)

2. Analisis Data Validasi Materi

Analisis perhitungan validasi media E-LKPD berbasis PBL adalah sebagai berikut:

Kategori penilaian : 4

Responden : 1

Deskriptor :10

Skor minimum : $1 \times 10 \times 1 = 10$

Skor maksimum : $4 \times 10 \times 1 = 40$

Skor minimum (%) : $\frac{\text{Skor Min}}{\text{Skor Max}} \times 100\% = \frac{10}{40} \times 100\% = 25\%$

Skor maksimum : 100%

Rentang nilai : $\frac{\text{Skor Max}-\text{Skor Min}}{\text{Kategori Penilaian}} = \frac{40-10}{4} = 7,5$

Rentang nilai (%) : $\frac{\text{Skor Max}-\text{Skor Min}}{\text{Kategori Penilaian}} = \frac{100\%-25\%}{4} = 18,75\%$

Tabel 3. 10 Bobot Penilaian Validasi Materi

Kriteria Nilai	Rentang Nilai	Rentang Nilai (%)	Tingkat Validasi
4	48,76-60	81,26-100	Sangat Layak
3	37,51-48,75	62,51-81,25	Layak
2	26,26-37,50	43,76-62,50	Tidak Layak
1	15,00-26,25	25-43,75	Sangat Tidak Layak

Sumber: Dikembangkan dari Sugiyono (2013:93)

3. Analisis Data Validasi Respon Peserta Didik

Analisis perhitungan validasi respon peserta didik terhadap E-LKPD berbasis PBL adalah sebagai berikut:

Kategori penilaian : 4

Responden : 6 (Kelompok Kecil)

Deskriptor :15

Skor minimum : $1 \times 15 \times 6 = 90$

Skor maksimum : $4 \times 15 \times 6 = 360$

Skor minimum (%) : $\frac{\text{Skor Min}}{\text{Skor Max}} \times 100\% = \frac{120}{480} \times 100\% = 25\%$

Skor maksimum : 100%

Rentang nilai : $\frac{\text{Skor Max}-\text{Skor Min}}{\text{Kategori Penilaian}} = \frac{360-90}{4} = 67,5$

$$\text{Rentang nilai (\%)} : \frac{\text{Skor Max}-\text{Skor Min}}{\text{Kategori Penilaian}} = \frac{100\%-25\%}{4} = 18,75\%$$

Tabel 3. 11 Bobot Penilaian Respon Siswa Kelompok Kecil

Kriteria Nilai	Rentang Nilai	Rentang Nilai (%)	Tingkat Validasi
4	292,6-360	81,26-100	Sangat Baik
3	225,1-292,5	62,51-81,25	Baik
2	157,6-225	43,76-62,50	Tidak Baik
1	90-157,5	25-43,75	Sangat Tidak Baik

Sumber: Dikembangkan dari Sugiyono (2013:93)

Kategori penilaian : 4

Responden : 29 (Kelompok Besar)

Deskriptor :15

Skor minimum : 1 x 15 x 29 = 435

Skor maksimum : 4 x 15 x 29 = 1740

Skor minimum (%) : $\frac{\text{Skor Min}}{\text{Skor Max}} \times 100\% = \frac{360}{1440} \times 100\% = 25\%$

Skor maksimum : 100%

Rentang nilai : $\frac{\text{Skor Max}-\text{Skor Min}}{\text{Kategori Penilaian}} = \frac{1740-435}{4} = 326,25$

Rentang nilai (%) : $\frac{\text{Skor Max}-\text{Skor Min}}{\text{Kategori Penilaian}} = \frac{100\%-25\%}{4} = 18,75\%$

Tabel 3. 12 Bobot Penilaian Respon Siswa Kelompok Besar

Kriteria Nilai	Rentang Nilai	Rentang Nilai (%)	Tingkat Validasi
4	1413,76-1740	81,26-100	Sangat Baik
3	1087,5-1413,75	62,51-81,25	Baik
2	761,26-1087,5	43,76-62,50	Tidak Baik
1	435-761,25	25-43,75	Sangat Tidak Baik

Sumber: Dikembangkan dari Sugiyono (2013:93)

4. Analisis Data Validasi Respon Guru

Analisis perhitungan respon guru terhadap E-LKPD berbasis PBL adalah sebagai berikut:

Kategori penilaian : 4

Responden : 1

Deskriptor :10

Skor minimum : 1 x 10 x 1 = 10

Skor maksimum : 4 x 10 x 1 = 40

$$\text{Skor minimum (\%)} : \frac{\text{Skor Min}}{\text{Skor Max}} \times 100\% = \frac{10}{40} \times 100\% = 25\%$$

$$\text{Skor maksimum} : 100\%$$

$$\text{Rentang nilai} : \frac{\text{Skor Max} - \text{Skor Min}}{\text{Kategori Penilaian}} = \frac{40 - 10}{4} = 7,5$$

$$\text{Rentang nilai (\%)} : \frac{\text{Skor Max} - \text{Skor Min}}{\text{Kategori Penilaian}} = \frac{100\% - 25\%}{4} = 18,75\%$$

Tabel 3. 13 Bobot Penilaian Respon Guru

Kriteria Nilai	Rentang Nilai	Rentang Nilai (%)	Tingkat Validasi
4	32,6-40	81,26-100	Sangat Baik
3	25,1-32,5	62,51-81,25	Baik
2	17,6-25	43,76-62,50	Tidak Baik
1	10-17,5	25-43,75	Sangat Tidak Baik

Sumber: Dikembangkan dari Sugiyono (2013:93)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengembangan

Hasil dari penelitian pengembangan E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi sistem pernapasan untuk siswa kelas XI SMA adalah sebagai berikut:

1. Media pembelajaran yang dikembangkan berupa E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi sistem pernapasan kelas XI SMA. *Link* E-LKPD berbasis PBL untuk siswa siswa dapat diakses melalui tautan berikut <https://online.flipbuilder.com/oqhlk/htrl/> . Sementara itu, link E-LKPD berbasis PBL untuk guru dapat diakses melalui tautan berikut: <https://online.flipbuilder.com/oqhlk/nwql/> .



(a) *QR code* E-LKPD berbasis PBL untuk siswa



(b) *QR code* E-LKPD berbasis PBL untuk guru

Gambar 4. 1 (a) QR code E-LKPD berbasis PBL untuk siswa (b) QR code E-LKPD berbasis PBL untuk guru

2. E-LKPD berbasis PBL pada materi sistem pernapasan dinyatakan layak untuk diuji coba setelah divalidasi oleh ahli materi dan ahli media. Hasil validasi materi dan validasi media terhadap E-LKPD adalah 95% dengan kategori "Sangat Layak".
3. Penilaian dari guru terhadap E-LKPD berbasis PBL pada materi sistem pernapasan mencapai 85%, dengan kategori penilaian "Sangat Baik."
4. Respon siswa terhadap E-LKPD berbasis PBL pada materi sistem pernapasan dibagi menjadi dua kelompok, yakni kelompok kecil dan

kelompok besar. Persentase respon siswa kelompok kecil mencapai 95,8% dengan kategori "Sangat Baik," dan kelompok besar mencapai 97,5% dengan kategori "Sangat Baik."

E-LKPD berbasis PBL pada materi sistem pernapasan dikembangkan dengan mengikuti model ADDIE yang melibatkan langkah-langkah analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi.

4.1.1 Analisis (*Analyze*)

A. Analisis Kebutuhan

Informasi kebutuhan siswa pada pembelajaran biologi didapatkan melalui wawancara bersama guru biologi di SMA N 5 Kota Jambi dan jawaban angket kebutuhan siswa kelas XI sains. Berdasarkan instrumen tersebut, hasil analisis kebutuhan siswa adalah sebagai berikut:

1. Siswa mengalami kesulitan saat memahami pembelajaran biologi. Sebanyak 17,65% siswa memilih materi sistem pernapasan sebagai materi yang kurang disukai karena materi tersebut sulit dipahami, mengandung banyak istilah yang kurang dimengerti dan materi yang kompleks.
2. Pembelajaran biologi di SMA N 5 Kota Jambi kelas XI sains menggunakan buku (61,76%) dan menggunakan internet (38,24%). Pemilihan media berbasis cetak seperti buku kurang sesuai dengan media pembelajaran yang disukai siswa, siswa menyukai media pembelajaran berbasis elektronik (70,59%) dibandingkan media pembelajaran cetak (29,41%).
3. Pembelajaran biologi di SMA N 5 Kota Jambi kelas XI Sains menggunakan media pembelajaran yang digunakan adalah modul ajar, LKPD cetak dan LKS. Model pembelajaran yang digunakan adalah diskusi dan presentase. Guru menyatakan bahwa dalam pelaksanaan pembelajaran biologi

memerlukan visualisasi materi dan praktik, namun terkendala dengan kekurangan fasilitas belajar seperti proyektor dan alat-alat praktikum.

Berdasarkan uraian hasil analisis kebutuhan, dapat disimpulkan bahwa siswa membutuhkan model pembelajaran dan media pembelajaran berbasis elektronik yang dapat membantu siswa mengatasi kesulitan dalam mempelajari materi sistem pernapasan.

B. Analisis Karakteristik Peserta Didik

Analisis karakteristik peserta didik menggunakan angket yang diisi oleh siswa kelas XI sains SMA N 5 Kota Jambi saat observasi pendahuluan. Hasil analisis karakteristik siswa terkait kepemilikan teknologi yang mendukung pembelajaran adalah semua siswa memiliki perangkat *smartphone* atau laptop untuk belajar. *Smartphone* boleh digunakan saat pembelajaran dengan izin dan pengawasan guru. Persentase sebesar 76,47% siswa setuju bahwa penggunaan *smartphone* atau laptop membantu dan memudahkan dalam mencari materi pembelajaran. Di lingkungan sekolah tersedia koneksi internet dan fasilitas Wi-Fi untuk mendukung proses pembelajaran.

C. Analisis Materi

Analisis materi bertujuan untuk menentukan materi yang perlu dikuasai siswa dalam pembelajaran. Materi yang dianggap sulit oleh siswa akan dimasukkan ke dalam E-LKPD. Hasil analisis kebutuhan materi menunjukkan bahwa siswa lebih menyukai materi sel (32,35%), sedangkan materi sistem pernapasan (17,65%) kurang diminati. Siswa lebih menyukai materi sel karena dijelaskan dengan menggunakan visualisasi berupa gambar, guru menerapkan model pembelajaran aktif yang membuat suasana kelas lebih menyenangkan dan materi lebih mudah

dipahami. Materi sel juga diajarkan di awal semester, memberikan siswa lebih banyak waktu untuk mempelajari kembali. Di sisi lain, materi sistem pernapasan kurang diminati oleh siswa karena dianggap sulit dipahami, mengandung banyak istilah yang kurang dipahami, dan memiliki kompleksitas dalam materinya.

4.1.2 Desain (Design)

Pada tahap desain, peneliti membuat rancangan E-LKPD berbasis PBL pada materi sistem pernapasan menggunakan beberapa aplikasi, yaitu *Canva*, *Quizizz*, *Google Drive*, dan *Flip PDF*. Format akhir dari E-LKPD yang dikembangkan disajikan dalam bentuk tautan (*link*). Tahapan dalam tahap desain melibatkan langkah-langkah berikut:

A. Jadwal Pembuatan Produk

E-LKPD berbasis PBL pada materi sistem pernapasan dikembangkan selama 4 bulan. Tahapan pengembangan E-LKPD ini dimulai dengan analisis pada bulan September, desain *storyboard*, dan pengembangan yang dimulai pada bulan Oktober sampai Desember.

B. Tim Pengembang Produk

Tim yang terlibat dalam pengembangan E-LKPD berbasis PBL pada materi sistem pernapasan terdiri dari:

1. Peneliti sebagai pengembang E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi sistem pernapasan untuk kelas XI SMA.
2. Pembimbing skripsi I, Ibu Dr. Afreni Hamidah, S. Pt., M. Si. sebagai ahli materi, dan pembimbing skripsi II, Ibu Desfaur Natalia, S. Pd., M. Pd., C. EIA. sebagai ahli media.

3. Guru mata pembelajaran biologi SMA N 5 Kota Jambi kelas XI Sains, Bapak M. Arifianto, S. Pd., memberikan penilaian respon guru terhadap E-LKPD yang dikembangkan.
4. Siswa kelas XI Sains SMA N 5 Kota Jambi sebagai subjek uji coba, terdiri dari 6 siswa kelompok kecil dan 29 siswa kelompok besar.

C. Spesifikasi Produk

Spesifikasi E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi sistem pernapasan adalah sebagai berikut:

1. Spesifikasi Isi

- a. E-LKPD berbasis PBL membahas materi sistem pernapasan pada manusia untuk siswa kelas XI SMA.
- b. E-LKPD berbasis PBL disusun sesuai dengan capaian pembelajaran yang sudah ditentukan.
- c. E-LKPD berbasis PBL memiliki latihan soal HOTS dengan level kognitif C4, C5 dan C6.

2. Spesifikasi Bahasa

- a. E-LKPD berbasis PBL sesuai dengan PUEBI.
- b. E-LKPD berbasis PBL menggunakan Bahasa yang sederhana dan sesuai dengan pemahaman siswa.

3. Spesifikasi Penyajian

- a. E-LKPD berbasis PBL disusun sesuai dengan format E-LKPD yang baik dan terintegrasi dengan model pembelajaran PBL.
- b. E-LKPD berbasis PBL telah dikembangkan dalam dua versi, yakni versi untuk siswa dan versi khusus untuk guru.

- c. E-LKPD berbasis PBL menampilkan video animasi sebagai penjelasan materi yang telah dikembangkan oleh peneliti.
- d. E-LKPD berbasis PBL menggunakan *link Google Drive* untuk mengumpulkan tugas dan laporan.
- e. Evaluasi dalam E-LKPD berbasis PBL dilakukan melalui aplikasi *quizziz*.
- f. E-LKPD berbasis PBL tersedia dalam bentuk link dengan format *.html* sehingga hanya dapat diakses secara daring.

4. Spesifikasi Kegrafikan

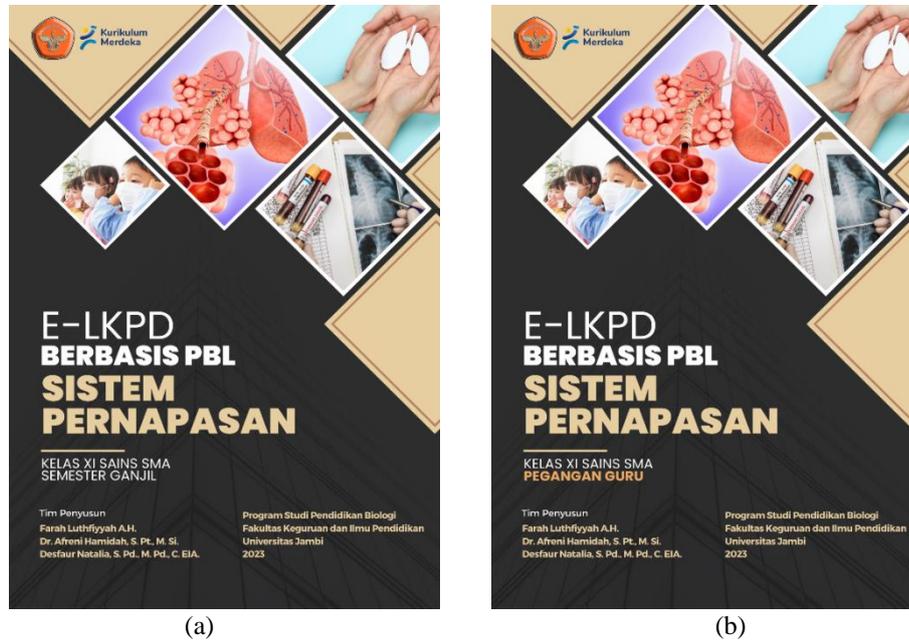
- a. E-LKPD berbasis PBL menggunakan beberapa jenis huruf, yaitu *Popins* untuk judul cover, *Montserrat Classic* untuk bagian identitas tim penyusun di cover. Pada bagian isi, menggunakan huruf *Arimo*.
- b. E-LKPD berbasis PBL menggunakan ukuran huruf yang bervariasi. Perpaduan ukuran 50 dan 54 untuk judul cover, 13 untuk bagian identitas tim penyusun di cover. Pada bagian isi, sub-judul berukuran 30 dan teks penjelasan ukuran 13.
- c. E-LKPD berbasis PBL dilengkapi dengan gambar, video, dan *link*.
- d. E-LKPD berbasis PBL memanfaatkan beberapa *software*, yaitu *Canva*, dan *Flip PDF Professional*.

D. Desain Produk

Desain E-LKPD berbasis PBL pada materi sistem pernapasan terbagi menjadi tiga bagian utama, meliputi pendahuluan, isi, dan penutup. Penjelasan mengenai desain E-LKPD berbasis PBL pada materi sistem pernapasan adalah sebagai berikut:

1. Pendahuluan

- a. Sampul Depan, pada bagian cover terdiri atas logo Universitas Jambi dan Kurikulum Merdeka, judul E-LKPD, tim penyusun, dan identitas instansi.



- b. Kata pengantar, berisi ucapan rasa syukur peneliti terhadap Tuhan Yang Maha Esa, penjelasan singkat E-LKPD, ucapan terima kasih dan ucapan keterbukaan terhadap kritik dan saran.



Gambar 4.3 Kata Pengantar E-LKPD Berbasis PBL

- c. Deskripsi E-LKPD berbasis PBL, menjelaskan secara singkat deskripsi E-LKPD dan sintaks PBL untuk menyajikan materi sistem pernapasan.



Gambar 4. 4 Deskripsi E-LKPD Berbasis PBL

- d. Daftar isi, memuat daftar judul bagian E-LKPD secara berurutan untuk mempermudah siswa dan guru menemukan sub-materi melalui nomor halaman. Daftar isi pada kegiatan pembelajaran dengan sintaks PBL.

DAFTAR ISI	
Kata Pengantar	i
Deskripsi E-LKPD Berbasis PBL	i
Daftar isi	iii
Petunjuk Penggunaan	v
Capaian Pembelajaran	vi
Peta Konsep	1
Kegiatan Pembelajaran 1 : Organ Pernapasan	2
Orientasi Masalah	2
Pengorganisasian Siswa untuk Belajar	3
Membimbing Pembelajaran Individu/Kelompok	4
Mengembangkan dan Menyajikan Hasil	4
Menganalisis dan Mengevaluasi Hasil Penyelidikan	5
Latihan 1	6
Kegiatan Pembelajaran 2 : Mekanisme Pernapasan	7
Orientasi Masalah	7
Pengorganisasian Siswa untuk Belajar	8
Membimbing Pembelajaran Individu/Kelompok	9

iii E-LKPD berbasis Problem Based Learning Sistem Pernapasan

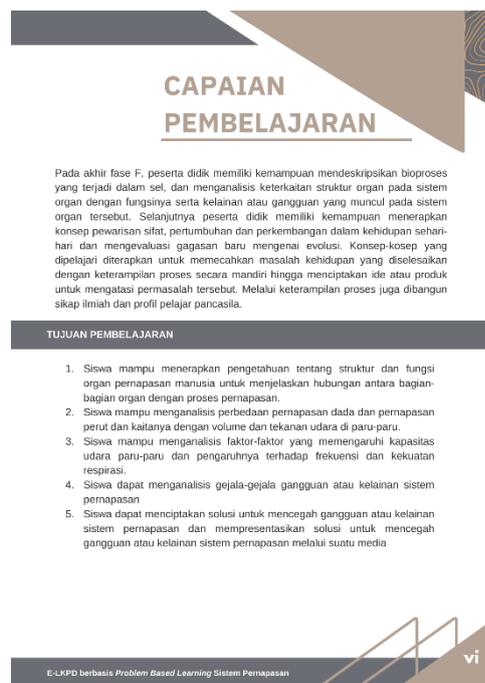
Gambar 4. 5 Daftar Isi E-LKPD Berbasis PBL

- e. Petunjuk penggunaan, bertujuan membantu siswa dan guru dalam menggunakan E-LKPD berbasis PBL. Petunjuk penggunaan ini berisi ikon *tools* dan fungsi setiap *tools* yang muncul saat menggunakan E-LKPD.



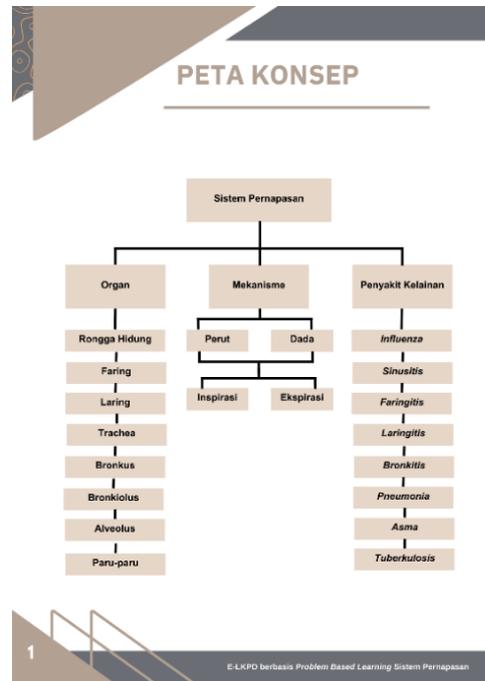
Gambar 4. 6 Petunjuk Penggunaan E-LKPD berbasis PBL

- f. Capaian pembelajaran, berisi poin-poin capaian pembelajaran pada materi sistem pernapasan.



Gambar 4. 7 Capaian Pembelajaran E-LKPD berbasis PBL

- g. Peta konsep, menunjukkan sub-materi sistem pernapasan yang akan dipelajari dalam bentuk bagan alur.



Gambar 4. 8 Peta Konsep E-LKPD berbasis PBL

2. Isi

Bagian isi terdiri atas kegiatan pembelajaran berbasis PBL, sehingga materi disajikan berurutan sesuai dengan sintaks PBL. Uraian isi pada E-LKPD berbasis PBL adalah sebagai berikut:

- a. Orientasi siswa terhadap masalah, pada E-LKPD disajikan satu kasus yang berkaitan dengan sub-materi dan instruksi kepada siswa untuk menganalisis masalah yang ada pada kasus tersebut.

Organ Sistem Pernapasan Manusia

Tujuan Pembelajaran:
Siswa mampu menerapkan pengetahuan tentang struktur dan fungsi organ pernapasan manusia untuk menjelaskan hubungan antara bagian-bagian organ dengan proses pernapasan.

1 ORIENTASI SISWA TERHADAP MASALAH

- Mulai dengan menonton video penjelasan materi yang telah disediakan. Video ini akan memberikan gambaran umum tentang topik organ sistem pernapasan manusia.



- Setelah menonton video, baca dan diskusikan bersama anggota kelompokmu kasus atau masalah di bawah ini.

Darurat Kabut Asap Karhutla, Ribuan Warga Jambi Terpapar ISPA

Kebakaran hutan dan lahan (karhutla) terjadi di sejumlah daerah di Indonesia. Sepanjang tahun 2023, data Sipongi KLHK mencatat telah terjadi karhutla seluas 267.935 hektare. Salah satu daerah yang memiliki status tanggap darurat karhutla adalah Kota Jambi. Sepanjang tahun 2023, BPBD Jambi telah mencatat terdapat 550,33 hektare luas karhutla di Jambi.

E-LKPD berbasis Problem Based Learning Sistem Pernapasan 2

Gambar 4. 9 Kegiatan Pembelajaran Sintaks Orientasi Siswa Terhadap Masalah

- b. Mengorganisasikan siswa untuk penyelidikan, pada E-LKPD tahap ini berupa instruksi kepada siswa untuk membentuk kelompok, mengalaisis kasus dalam kelompok dan pertanyaan yang berkaitan dengan kasus.

Imbas dari kebakaran tersebut adalah daerah jambi diselimi kabut asap dan sebanyak 7.717 warga di kota ini terpapar Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) dalam kurun waktu bulan September 2023. Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) adalah infeksi yang menyerang saluran pernapasan, baik saluran atas maupun bawah. ISPA adalah salah satu penyakit menular dan rentan mengenai anak-anak dan lansia.

Kabut asap karhutla bisa mempermudah penyebaran ISPA. Asap dan polusi udara karhutla mengandung partikel debu yang berukuran sangat kecil. Partikel debu ini mudah masuk ke dalam saluran pernapasan bahkan jika berada dalam ruangan sekalipun. Pemerintah Kota Jambi memutuskan meliburkan sekolah dari tingkat PAUD hingga SMP. Dinas Kesehatan Jambi menyarankan masyarakat untuk menggunakan masker ketika beraktivitas di luar rumah.

Sumber: <https://www.dink.kemkes.go.id/berita/499862?tema=kabut-asap-di-jambi-10-ribu-warga-ispa-setelah-diliburkan>

2 MENGORGANISASIKAN SISWA UNTUK BELAJAR

- Instruksi: Setelah diskusi tentang masalah, saatnya untuk mengorganisasi diri dalam kelompok. Setiap kelompok akan terdiri dari 4-5 anggota dengan peran dan tanggung jawab yang telah ditentukan. Pastikan untuk menetapkan tugas dan merencanakan strategi kerja bersama agar masalah dapat diselesaikan dengan efisien.

TEAM WORK!



E-LKPD berbasis Problem Based Learning Sistem Pernapasan 3

Gambar 4. 10 Kegiatan Pembelajaran Sintak Mengorganisasikan Siswa untuk Penyelidikan

- c. Membimbing penyelidikan individu ataupun kelompok, pada bagian ini guru membimbing penyelidikan individu ataupun kelompok yang dilakukan siswa. Pada E-LKPD ditampilkan video pembelajaran untuk membantu siswa dalam penyelidikan kasus. Video pembelajaran dikembangkan oleh peneliti. Materi pada video disesuaikan dengan capaian pembelajaran setiap sub-materi. Durasi video penjelasan materi adalah 4-5 menit.



Gambar 4. 11 Kegiatan Pembelajaran Membimbing Penyelidikan Individu ataupun Kelompok

- d. Mengembangkan dan menyajikan hasil, pada bagian ini siswa diarahkan untuk menyajikan hasil penyelidikan kedalam bentuk laporan penyelidikan menggunakan format yang telah dicontohkan pada E-LKPD.

3 MEMBIMBING PEMBELAJARAN INDIVIDU/KELOMPOK

- Instruksi: Selanjutnya, lanjutkan dengan tahap penyelidikan. Setiap anggota kelompok diharapkan untuk melakukan riset individu sesuai dengan peran dan tanggung jawab masing-masing.
- Diskusikanlah bersama kelompok anda pokok permasalahan kasus dengan menjawab pertanyaan pemantik berikut ini:
 - Apa penyebab Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA)?
 - Sebutkan bagian saluran pernapasan yang mengalami infeksi akibat ISPA?
 - Jelaskan perbedaan kondisi saluran pernapasan seseorang yang sehat dengan kondisi saluran pernapasan penderita ISPA?
- Gunakan berbagai sumber informasi yang tersedia dan catat temuannya. Diskusikan secara berkala dengan anggota kelompokmu dan sharing informasi yang telah ditemukan.

4 MENGEMBANGKAN & MENYAJIKAN HASIL

- Instruksi: Setelah menyelidiki secara mendalam, tibalah saatnya untuk mengembangkan solusi atau jawaban terhadap masalah yang telah diidentifikasi.
- Bersama kelompok anda, buatlah laporan hasil diskusi.
- Setiap kelompok diminta untuk menyajikan hasil temuan dan solusi yang telah mereka temukan. Pastikan untuk merencanakan presentasi yang informatif dan menarik.

PRESENTATION

E-LKPD berbasis Problem Based Learning Sistem Pernapasan

Gambar 4. 12 Kegiatan Pembelajaran Mengembangkan dan Menyajikan Hasil

- e. Menganalisis dan mengevaluasi proses penyelidikan, pada tahap ini siswa mempresentasikan hasil laporan di depan kelas dan laporan akhir dikumpulkan pada *link* yang tersedia di dalam E-LKPD.

5 MENGANALISIS & MENGEVALUASI PROSES PENYELIDIKAN

- Laporan hasil diskusi dikumpulkan pada *link* berikut ini:

CLICK ME!

- Instruksi: Setelah presentasi selesai, saatnya untuk melakukan analisis dan evaluasi terhadap proses pemecahan masalah yang telah dilakukan.
- Diskusikan bersama dengan kelompok tentang keberhasilan, hambatan, serta pembelajaran yang diperoleh selama proses pembelajaran ini.

RANGKUMAN

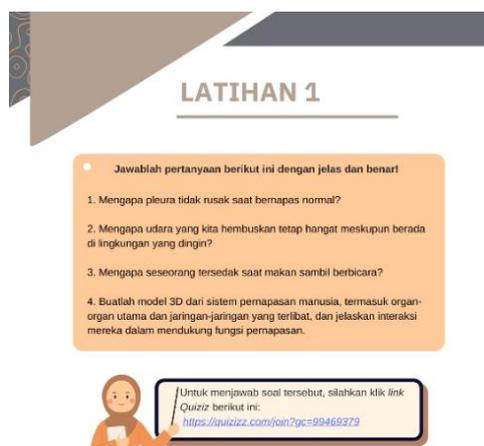
Sistem pernapasan manusia terdiri dari beberapa organ yang bekerja secara bersama-sama untuk memungkinkan pertukaran oksigen dan karbon dioksida antara tubuh dan lingkungan eksternal. Berikut adalah rangkuman mengenai struktur organ pernapasan manusia:

- Hidung: Membantu menyaring dan membersihkan udara sebelum masuk ke dalam sistem pernapasan.
- Faring: Jalur udara dan makanan yang terletak di belakang mulut, berperan dalam pengalihan udara ke saluran pernapasan yang tepat.
- Laring: Terletak di pangkal tenggorokan, mengandung pita suara yang berperan dalam pembentukan suara.
- Trakea: Saluran udara utama yang mengarah dari laring menuju paru-paru, dilengkapi dengan cincin tulang rawan.
- Bronkus dan Bronkiolus: Bronkus bercabang menjadi bronkiolus yang semakin kecil, memasuki paru-paru dan membawa udara ke alveoli.
- Paru-paru: Organ utama dalam sistem pernapasan, terdiri dari jaringan paru-paru yang mengandung jutaan alveoli.
- Alveoli: Kantong udara kecil di ujung bronkiolus di dalam paru-paru, tempat terjadinya pertukaran gas antara udara dan darah.

E-LKPD berbasis Problem Based Learning Sistem Pernapasan

Gambar 4. 13 Kegiatan Pembelajaran Menganalisis dan Mengevaluasi Proses Penyelidikan

- f. Latihan, terdapat di setiap sub-materi atau akhir kegiatan pembelajaran. Soal yang dikembangkan dalam bentuk esai dengan tingkat atau level kognitif C4-C6. Pengerjaan latihan secara online melalui *link quizizz* yang telah disediakan peneliti.



Gambar 4. 14 Latihan E-LKPD berbasis PBL

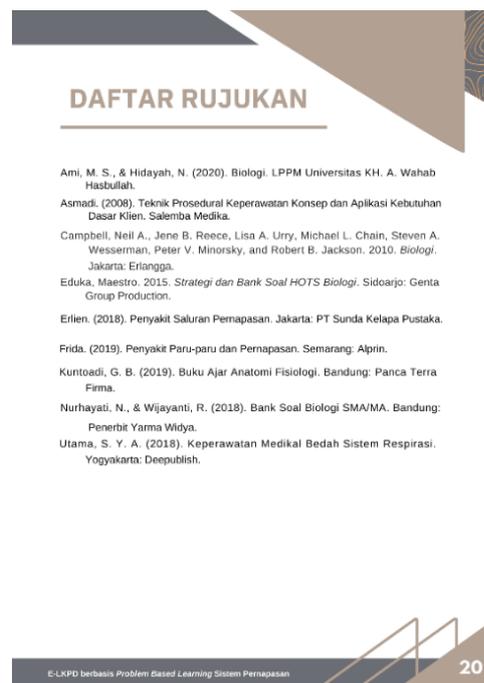
3. Penutup

1. Evaluasi, terdapat pada bagian akhir semua kegiatan pembelajaran. Soal-soal evaluasi dibuat dari setiap sub-materi yaitu mengenai organ-organ pernapasan, mekanisme pernapasan, kapasitas paru-paru dan kelainan sistem pernapasan. Soal yang terdapat pada bagian evaluasi berupa esai dengan level kognitif C4-C6.



Gambar 4. 15 Evaluasi E-LKPD berbasis PBL

2. Daftar rujukan, berisi daftar sumber dalam menyusun E-LKPD berbasis PBL.



Gambar 4. 16 Daftar Rujukan E-LKPD berbasis PBL

3. Rubrik penilaian guru, berfungsi sebagai pedoman bagi guru untuk menilai latihan dan evaluasi siswa. rubrik penilaian guru hanya terdapat pada E-LKPD pegangan guru.

Latihan 4

No	Soal	Jawaban
1	Jerome jarang berolahraga. Jerome hanya melakukan peregangan sebelum beraktivitas. Suatu hari, Zehid mengajak Jerome jogging bersama. Pada jarak ke 180 m, Jerome merasa pusing, batuk-batuk, wajah terlihat pucat dan kuku membulu. Kondisi apa yang dialami oleh Jerome? Bagaimana kondisi ini bisa terjadi?	Jerome mengalami Hipoksemia, yaitu kondisi yang ditandai oleh penurunan kadar oksigen dalam darah di bawah batas normal sehingga seluruh jaringan tubuh kekurangan oksigen (hipoksia). Pengaturan napas yang tidak tepat saat berlari dapat mengakibatkan terjadinya hipoksemia. Pedoman Penilaian: 0 = Tidak menjawab 1 = Menjawab tetapi tidak tepat 2 = Menjawab dengan tepat gangguan hipoksia 3 = Menjelaskan penyebab hipoksia 4 = Mengaitkan penyebab dan kondisi Jerome mengalami hipoksia
2	Tomo terinfeksi suatu penyakit. Penyakit ini disebabkan oleh serangan bakteri yang dapat menyerang hampir pada semua organ tubuh, terutama paru-paru. Bakteri ini menyerang paru-paru sehingga pada bagian dalam alveolus terdapat titik-titik. Berdasarkan ciri-ciri tersebut, apa penyakit yang diderita Tomo? bagaimana cara mencegah penularan penyakit tersebut?	Tomo menderita Tuberkulosis atau TB, yaitu penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri <i>Mycobacterium tuberculosis</i> . Bakteri ini menyebar melalui udara ketika orang yang terinfeksi batuk atau bersin. Cara mencegah penyakit ini adalah melakukan vaksinasi vaksin BCG (<i>Bacillus Calmette-Guerin</i>), menggunakan masker saat berada ditempat yang ramai, mencuci tangan, menghindari kontak langsung dengan penderita dan menjaga daya tahan tubuh. Pedoman Penilaian: 0 = Tidak menjawab 1 = Menjawab tetapi tidak tepat 2 = Menjawab dengan tepat penyakit TBC 3 = Menjelaskan penyebab penularan TBC 4 = Menyebutkan upaya mencegah TBC

No	Soal	Jawaban
3	Pak Tobi adalah seorang supir di salah satu pertambangan. Saat ini, Pak Tobi didiagnosa mengidap gangguan pernapasan. Ia tidak memiliki keturunan dengan riwayat penyakit pernapasan dan juga tidak merokok. Gangguan pernapasan apa yang mungkin dialami Pak Tobi? Apa yang menyebabkan gangguan tersebut?	Berdasarkan lingkungan kerja Pak Tobi bisa mengalami Asfiksia. Pak Tobi terpapar karbon monoksida, asam sianida dari mesin-mesin kendaraan dan zat kimia lainnya. Zat kimia tersebut bisa mengganggu masuknya oksigen ke dalam darah untuk dipompakan ke seluruh tubuh. Pedoman Penilaian: 0 = Tidak menjawab 1 = Menjawab tetapi tidak tepat 2 = Menjawab dengan tepat gangguan asfiksia 3 = Menjelaskan gas penyebab asfiksia 4 = Menjelaskan gangguan asfiksia
4	Diskusikan implikasi kesehatan jangka panjang dari paparan merokok terhadap sistem pernapasan, dengan mengevaluasi efeknya pada tingkat seluler dan organ.	Paparan merokok dapat merusak sel-sel di saluran pernapasan, meningkatkan risiko kanker paru-paru, menyebabkan penyakit paru obstruktif kronis (PPOK), dan mengurangi elastisitas paru-paru. Efek ini merugikan pada tingkat seluler dan organ, mengancam kesehatan sistem pernapasan. Pedoman Penilaian: 0 = Tidak menjawab 1 = Menjawab tetapi tidak tepat 2 = Menjelaskan implikasi kesehatan kesehatan jangka panjang dari paparan merokok terhadap sistem pernapasan 3 = Menjelaskan efek merokok pada tingkat seluler 4 = Menjelaskan efek merokok pada tingkat organ

Rumus perolehan nilai siswa:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Total Benar}}{\text{Total Pertanyaan}} \times 100\%$$

Keterangan:
Nilai > 80% = Berhasil
Nilai < 80% = Mengulang



Gambar 4. 17 Rubrik Penilaian Guru E-LKPD berbasis PBL

4. Profil pengembang, berisi biodata pengembang E-LKPD berbasis PBL yang terdiri atas pengembang dan tim ahli.

PROFIL PENGEMBANG

Farah Luthfiyyah Adi Harahap

Pengembang

- NIM AIC419040
- Pendidikan Biologi, Universitas Jambi

Dr. Afreni Hamidah, S.Pt., M.Si.

Ahli Materi

- NIP 197304211999032001
- NIDN 0021047302
- Rumpun Keahlian : Biologi

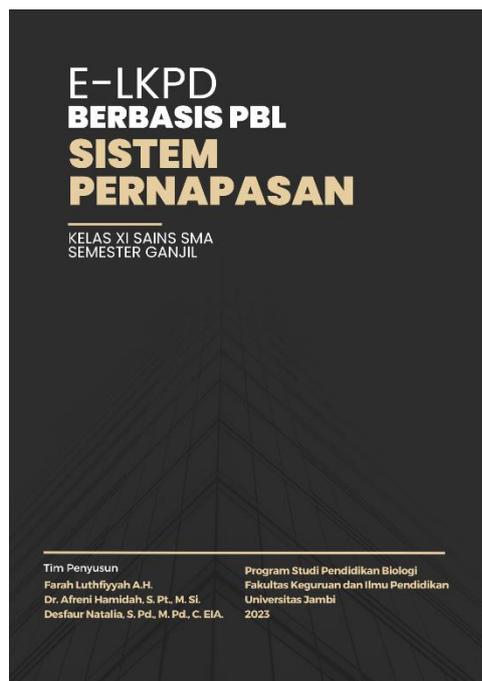
Desfaur Natalia, S.Pd., M.Pd, C.EIA

Ahli Media

- NIP 198612042023212040
- NIDN 0004128613
- Rumpun Keahlian : Pendidikan

Gambar 4. 18 Profil Pengembang E-LKPD berbasis PBL

5. Sampul belakang, terdiri atas judul E-LKPD, tim penyusun dan identitas instansi.



Gambar 4. 19 Sampul Belakang E-LKPD berbasis PBL

1.1.3 Pengembangan (Development)

Pada tahap pengembangan E-LKPD berbasis PBL melalui beberapa tahapan, yaitu validasi materi, validasi media, uji coba kelayakan produk melalui penilaian respon guru dan respon siswa.

A. Validasi Materi

E-LKPD berbasis PBL melewati empat tahap penilaian validasi materi sebelum dianggap layak. E-LKPD ini dinilai oleh ahli materi dan menerima komentar serta saran untuk meningkatkan kualitasnya. Hasil dari validasi materi dapat ditemukan pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Hasil Validasi Materi

Aspek	No.	Indikator	Skor Validasi Ke-			
			1	2	3	4
Format	1	Penyajian materi yang pada E-LKPD berbasis PBL menarik	2	3	3	4
	2	Kesesuaian tulisan E-LKPD dengan sintaks <i>Problem Based Learning</i> (PBL)	2	3	4	4
Isi	3	Materi di dalam E-LKPD berbasis PBL) sudah sesuai dengan capaian pembelajaran	2	3	3	4
	4	Kelengkapan materi yang disajikan dalam E-LKPD berbasis PBL	2	3	3	4
	5	Kejelasan konsep pembelajaran organ-organ pernapasan dan penyakit atau	2	2	4	4

Aspek	No.	Indikator	Skor Validasi Ke-			
			1	2	3	4
		kelainan sistem pernapasan				
	6	Pengintegrasian materi menggunakan pembelajaran E-LKPD berbasis PBL sudah sesuai	2	2	3	4
	7	Komponen kemampuan siswa dalam E-LKPD berbasis PBL sudah sesuai	2	2	3	4
Bahasa	8	Bahasa yang digunakan komunikatif	3	3	3	3
	9	Kesesuaian dengan PUEBI	2	2	3	3
	10	Informasi yang disampaikan lebih menarik	2	2	3	4
Jumlah Skor Penilaian			21	25	32	38
Jumlah Skor Maksimum			40	40	40	40
Persentase Kualitas Produk (%)			52,5	62,5	80	95
Kategori			Tidak Layak	Tidak Layak	Layak	Sangat Layak

Tabel 4. 2 Persentase Hasil Validasi Materi Setiap Aspek

Aspek	Persentase Validasi Ke-			
	1	2	3	4
Format	50	75	87,5	100
Isi	50	60	80	100
Bahasa	58,3	58,3	75	83,3
Rata-rata	52,5	62,5	80	95
Kategori	Tidak Layak	Tidak Layak	Layak	Sangat Layak

Hasil penelitian menunjukkan adanya perkembangan yang signifikan dari tahap awal hingga tahap akhir validasi materi E-LKPD berbasis PBL. Pada tahap awal, nilai validasi pertama dan kedua menunjukkan persentase yang rendah, yaitu 52,5% dan 62,5% dengan kategori "Tidak Layak," yang mengindikasikan adanya kebutuhan yang mendesak untuk melakukan perbaikan dan penyempurnaan terhadap materi yang disajikan.

Analisis lebih mendalam terhadap hasil validasi menunjukkan bahwa pada tahap awal, terdapat beberapa kelemahan yang perlu diperbaiki, seperti kurangnya kesesuaian tulisan dengan sintaks Problem Based Learning (PBL), ketidaksesuaian materi dengan capaian pembelajaran, serta kekurangan dalam kelengkapan dan kejelasan konsep pembelajaran organ-organ pernapasan dan penyakit atau kelainan sistem pernapasan. Dengan demikian, hasil validasi menyoroti pentingnya revisi menyeluruh terhadap materi E-LKPD sebelum diujicobakan.

Namun, setelah dilakukan tahap revisi dan perbaikan berdasarkan saran dan komentar ahli materi, terjadi peningkatan yang signifikan dalam kualitas materi. Pada tahap validasi ketiga, terjadi peningkatan nilai menjadi 80% dengan kategori "Layak," menunjukkan adanya kemajuan yang cukup baik dalam peningkatan kualitas materi. Peningkatan ini sebagian besar disebabkan oleh pengintegrasian materi yang lebih baik dengan menggunakan pembelajaran E-LKPD berbasis PBL serta peningkatan kejelasan konsep pembelajaran organ-organ pernapasan dan penyakit atau kelainan sistem pernapasan.

Lebih lanjut, pada tahap akhir validasi, terjadi peningkatan signifikan dalam nilai validasi, mencapai 95% dengan kategori "Sangat Layak." Hal ini menunjukkan bahwa materi E-LKPD telah mencapai tingkat kualitas yang tinggi dan siap untuk diujicobakan langsung di lapangan, setelah melalui proses revisi dan penyempurnaan yang intensif. Penilaian E-LKPD pada setiap aspek juga menunjukkan bahwa E-LKPD memiliki kualitas yang sangat baik, aspek format (100%), isi (100%), dan bahasa (83,3%).

Pada proses validasi materi, ahli materi memberikan saran perbaikan yang dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Saran Perbaikan dari Ahli Materi

Validasi	Saran	Keterangan
I	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kunci jawaban dipisahkan dari E-LKPD siswa, buat dua jenis E-LKPD yaitu E-LKPD siswa dan E-LKPD guru. 2. Ganti pengisian latihan soal dari <i>google form</i> menjadi aplikasi yang menarik lainnya. 	Telah diperbaiki
II	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sintaks ke-2 PBL, masukan pertanyaan untuk membimbing siswa melakukan analisis kelompok. 2. Kasus yang disajikan pada setiap sub-materi tidak terlalu panjang dan cantumkan sumber. 3. Video penjelasan disajikan pada setiap sub-materi, video kurang menarik. Tambahkan <i>thumbnail</i>. 	Telah diperbaiki
III	<ol style="list-style-type: none"> 1. Soal latihan berbentuk esai, berjumlah 4/6 butir dengan level kognitif C4-C6. 2. Bagian akhir kegiatan pembelajaran ditambahkan evaluasi. 	Telah diperbaiki

Validasi	Saran	Keterangan
IV	1. Daftar isi menunjukkan sintaks PBL.	Telah diperbaiki

E-LKPD berbasis PBL direvisi berdasarkan komentar dari ahli materi, bagian yang telah diperbaiki adalah sebagai berikut:

1. Kunci jawaban telah dipisahkan dari E-LKPD siswa, sebelum revisi kunci jawaban terdapat di bagian belakang E-LKPD. Setelah menerima saran dari ahli materi, peneliti membuat dua jenis E-LKPD, yakni E-LKPD siswa dan E-LKPD pegangan guru. Pada E-LKPD pegangan guru, terdapat rubrik penilaian latihan soal dan evaluasi.

(a) Sebelum Diperbaiki

(b) Setelah Diperbaiki

Gambar 4. 20 Perbaikan Kunci Jawaban E-LKPD berbasis PBL

2. Latihan soal pada E-LKPD sebelumnya menggunakan *Google Form*. Setelah menerima saran dari ahli materi, pengembang memutuskan untuk menggunakan aplikasi *Quizizz* untuk pengerjaan soal latihan.

EVALUASI

Anda dapat mengerjakan uji kompetensi secara online dengan mengklik link berikut ini.

<https://forms.gle/muFRxFYp9pnrhgQ6>

Pilihlah Salah Satu Jawaban yang Paling Tepat!

1. Suatu penyakit pernapasan dapat kambuh dikarenakan udara kotor, udara dingin, alergi, ataupun stres. Ketika kambuh, otot-otot bronkus akan berkontraksi yang mengakibatkan penyempitan saluran pernapasan. Penyakit yang dimaksud adalah
 - A. Asma
 - B. Bronkitis
 - C. Emfisema
 - D. Sinusitis
 - E. Gastritis
2. Polip dan amandel adalah contoh gangguan penyempitan saluran napas yang penyebabnya adalah
 - A. Gangguan pengangkutan oksigen ke jaringan
 - B. Penyumbatan di daerah rongga faring
 - C. Pembengkakan pada kelenjar limfe
 - D. Radang yang terjadi pada hidung
 - E. Radang yang terjadi pada paru-paru
3. Pneumonia adalah gangguan sistem pernapasan yang disebabkan
 - A. Gangguan kontraksi otot polos pada bronkus dan bronkiolus
 - B. Peradangan rongga hidung oleh bakteri
 - C. Peradangan paru-paru oleh bakteri
 - D. Infeksi pada alveolus oleh jamur
 - E. Konsumsi makanan tidak bergizi

LATIHAN 1

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan jelas dan benar!

1. Mengapa pleura tidak rusak saat bernapas normal?
2. Mengapa udara yang kita hembuskan tetap hangat meskipun berada di lingkungan yang dingin?
3. Mengapa seseorang teresedak saat makan sambil berbicara?
4. Buatlah model 3D dari sistem pernapasan manusia, termasuk organ-organ utama dan jaringan-jaringan yang terlibat, dan jelaskan interaksi mereka dalam mendukung fungsi pernapasan.

Untuk menjawab soal tersebut, silahkan klik link Quiziz berikut ini:

<https://quizizz.com/join?gc=89469379>

(a) Sebelum Diperbaiki

(b) Setelah Diperbaiki

Gambar 4. 21 Perbaikan Latihan E-LKPD berbasis PBL

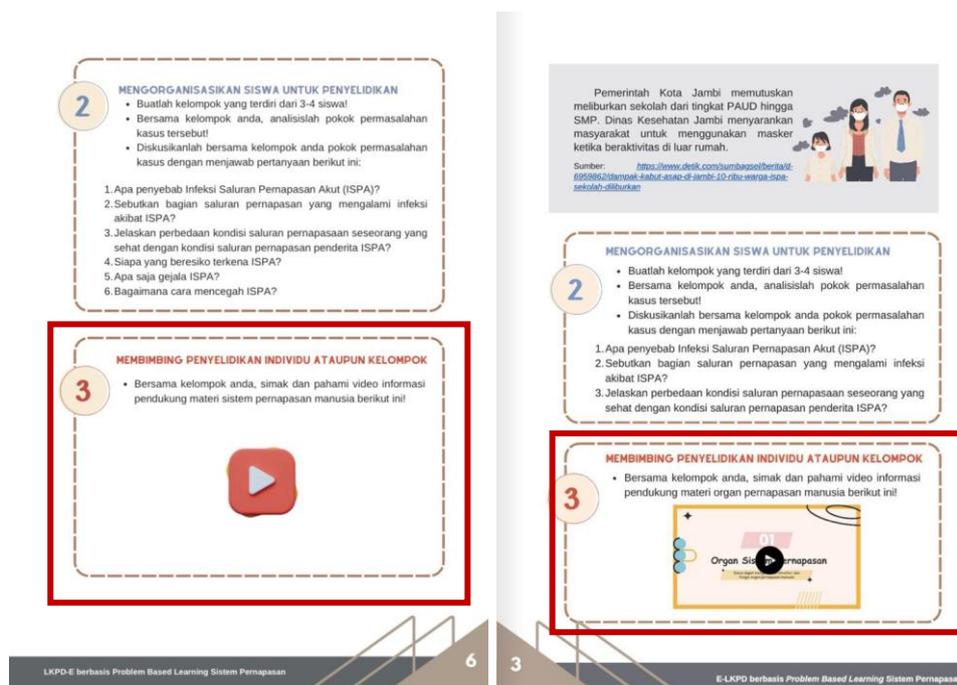
3. Sebagai tanggapan atas saran ahli materi pada tahap validasi kedua, perbaikan dilakukan pada sintaks PBL ke-2 dengan penambahan pertanyaan untuk membimbing siswa dalam melakukan analisis kelompok. Pada awalnya, sintaks PBL ke-2 hanya berupa instruksi kepada siswa untuk membentuk kelompok belajar dan menganalisis pokok permasalahan kasus. Setelah direvisi, E-LKPD memuat pertanyaan yang mengarahkan siswa untuk menganalisis kasus sesuai dengan batasan materi dan capaian pembelajaran.

(a) Sebelum Diperbaiki (b) Setelah Diperbaiki
Gambar 4. 22 Perbaikan Sintaks Kedua di E-LKPD berbasis PBL

4. Saran berikutnya yang diberikan pada tahap validasi kedua adalah mengenai penyajian kasus. Disarankan agar kasus yang disajikan pada setiap sub-materi tidak terlalu panjang dan mencantumkan sumber.

(a) Sebelum Diperbaiki (b) Setelah Diperbaiki
Gambar 4. 23 Perbaikan Kasus E-LKPD berbasis PBL

5. Video penjelasan materi kurang menarik, sehingga dilakukan perbaikan terhadap konsep video penjelasan, sebelumnya video berupa slide *powerpoint*, setelah diperbaiki video menggunakan animasi. Tampilan video pada E-LKPD ditambahkan *thumbnail*.



(a) Sebelum Diperbaiki

(b) Setelah Diperbaiki

Gambar 4. 24 Perbaikan Video Materi E-LKPD berbasis PBL

6. Ahli materi memberikan saran bahwa bagian latihan soal sebaiknya menggunakan soal esai, berjumlah 4/6 butir dengan level kognitif C4-C6. Sebagai respons terhadap saran tersebut, pengembang melakukan perbaikan pada latihan soal. Awalnya, latihan soal berbentuk soal ganda berjumlah 10 butir, namun setelah direvisi, latihan soal diubah menjadi soal esai yang berjumlah 4 butir. Selain itu, judul "evaluasi" pada setiap kegiatan pembelajaran juga diperbaiki menjadi "latihan".

EVALUASI

Anda dapat mengerjakan evaluasi secara online dan menerima umpan balik melalui link berikut ini: <https://quizizz.com/join?gc=95249042>

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan jelas dan benar!

- Menghirup udara melalui hidung lebih baik jika dibandingkan dengan melalui mulut karena alasan tersebut di bawah ini, kecuali
 - Volume disesuaikan
 - Kelembapannya diatur
 - Suhu atau temperatur disesuaikan
 - Udara disaring oleh rambut hidung
 - Menahan kotoran masuk kedalam saluran pernapasan
- Alveolus merupakan gelembung-gelembung kecil mirip anggur yang terdapat dalam paru-paru. Proses pemapasan yang terjadi pada alveolus adalah....
 - Pengaturan suhu pemapasan
 - Peningkatan udara pemapasan
 - Perubahan tekanan udara pemapasan
 - Pertukaran oksigen dan karbon dioksida
 - Penyimpanan oksigen
- Frekuensi pemapasan anak lebih tinggi dibandingkan orang tua. Hal ini berhubungan dengan
 - Kebutuhan istirahat yang lebih lama
 - Meningkatnya produksi sel darah merah
 - Menurunnya kebutuhan oksigen dalam tubuh
 - Meningkatnya kebutuhan energi untuk pertumbuhan tubuh
 - Meningkatnya kebutuhan karbondioksida dalam tubuh

LATIHAN 1

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan jelas dan benar!

- Mengapa pleura tidak rusak saat bernapas normal?
- Mengapa udara yang kita hembuskan tetap hangat meskipun berada di lingkungan yang dingin?
- Mengapa seseorang tercedak saat makan sambil berbicara?
- Buatlah model 3D dari sistem pernapasan manusia, termasuk organ-organ utama dan jaringan-jaringan yang terlibat, dan jelaskan interaksi mereka dalam mendukung fungsi pernapasan.

Untuk menjawab soal tersebut, silahkan klik link Quizizz berikut ini: <https://quizizz.com/join?gc=99469379>

E-LKPD berbasis Problem Based Learning Sistem Pernapasan

(a) Sebelum Diperbaiki

(b) Setelah Diperbaiki

Gambar 4. 25 Perbaikan Soal Latihan E-LKPD berbasis PBL

7. Pada bagian akhir kegiatan pembelajaran, ditambahkan evaluasi akhir.

Sebelumnya, bagian penutup di E-LKPD tidak mencakup kegiatan evaluasi akhir.

EVALUASI

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan jelas dan benar!

- Mengapa bernapas melalui hidung lebih sehat dibandingkan melalui mulut?
- Pada saat batuk, mengapa dada terasa sakit dan tertahan? Apakah ada kaitannya dengan pemapasan dada dan perut?
- Buatlah perbandingan antara kapasitas paru-paru manusia pada kondisi normal dan kondisi tertentu, seperti pada individu yang merokok atau pada penderita penyakit paru obstruktif kronis (PPOK)!
- Sintesis informasi dari penelitian terkini, bahas terapi inovatif yang mungkin digunakan untuk mengobati penyakit pernapasan seperti fibrosis paru dan bagaimana terapi tersebut bekerja di tingkat molekuler!

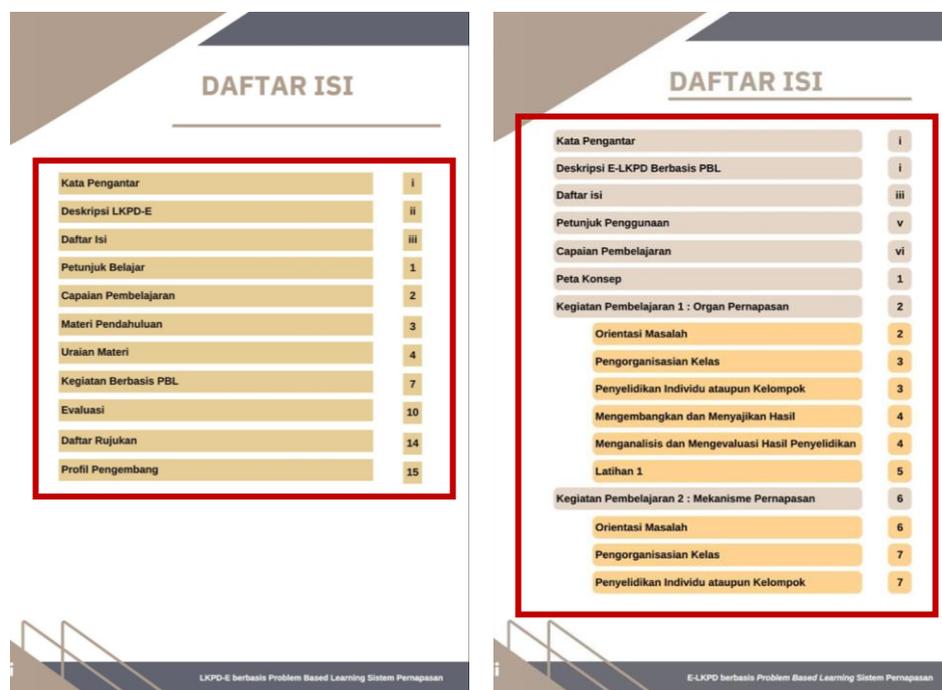
Untuk menjawab soal tersebut, silahkan klik link Quizizz berikut ini: <https://quizizz.com/join?gc=97828165>

19

E-LKPD berbasis Problem Based Learning Sistem Pernapasan

Gambar 4. 26 Evaluasi Akhir E-LKPD berbasis PBL

8. Saran yang diberikan oleh ahli materi berikutnya adalah memperbaiki desain daftar isi dan menunjukkan sintaks PBL. Perbaikan pada bagian daftar isi telah dilakukan.



(a) Sebelum Diperbaiki

(b) Setelah Diperbaiki

Gambar 4. 27 Perbaikan Daftar Isi E-LKPD berbasis PBL

B. Validasi Media

E-LKPD berbasis PBL melewati tiga tahap penilaian validasi media sebelum dianggap layak. Proses evaluasi dilakukan oleh ahli media, dan mendapatkan umpan balik serta saran untuk meningkatkan kualitas E-LKPD. Hasil dari validasi media E-LKPD berbasis PBL dapat ditemukan pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil Validasi Media

Aspek	No.	Indikator	Skor Validasi Ke-		
			1	2	3
Kesederhanaan	1	Informasi yang disampaikan mudah untuk dipahami	2	3	4
	2	Visualisasi tidak rumit dan mendukung pemahaman konsep	2	3	4
	3	Kesederhanaan dalam mengoperasikan E-LKPD berbasis PBL	2	3	3
Keterpaduan	4	Urutan halaman sudah sesuai	3	4	4
	5	Petunjuk penggunaan E-LKPD sudah sesuai	2	3	4
	6	Penggunaan gambar atau animasi sesuai	2	3	4

Aspek	No.	Indikator	Skor Validasi Ke-		
			1	2	3
		dengan konsep			
Penekanan	7	Teks, gambar dan animasi pada E-LKPD berbasis PBL memiliki penekanan	2	3	4
	8	Teks, gambar dan animasi mendukung kemampuan siswa untuk menyelesaikan soal yang disajikan	2	3	4
Keseimbangan	9	Ukuran <i>font</i> dan gambar sudah sesuai	2	3	4
	10	Tata letak teks dalam E-LKPD sudah sesuai	2	3	4
Desain	11	Memiliki desain yang menarik	3	4	4
	12	Kesesuaian warna kombinasi <i>font</i> dan <i>background cover</i>	3	4	4
	13	Kesesuaian warna <i>font</i> dan background dalam E-LKPD berbasis PBL	3	4	4
	14	Ketajaman warna gambar atau animasi	3	3	3
	15	Kemenarikan desain video materi	2	2	3
Jumlah Skor Penilaian			35	48	57
Jumlah Skor Maksimum			60	60	60
Persentase Kualitas Produk (%)			58,3	80	95
Kategori			Tidak Layak	Layak	Sangat Layak

Tabel 4.5 Persentase Hasil Validasi Media Setiap Aspek

Aspek	Persentase Validasi Ke-		
	1	2	3
Kesederhanaan	50	75	92
Keterpaduan	58	83	100
Penekanan	50	75	100
Keseimbangan	50	75	100
Desain	70	85	90
Rata-rata	58,3	80	95
Kategori	Tidak Layak	Layak	Sangat Layak

Berdasarkan hasil validasi media yang dilakukan, E-LKPD berbasis PBL mengenai materi sistem pernapasan dikategorikan sebagai "Sangat Layak" dengan persentase 95% dan dapat diujicobakan secara langsung. Penilaian dilakukan terhadap beberapa indikator, yang mencakup kemudahan pemahaman informasi, visualisasi yang mendukung, kesederhanaan dalam pengoperasian, urutan halaman yang sesuai, petunjuk penggunaan yang tepat, penggunaan gambar atau animasi yang sesuai, serta penekanan teks, gambar, dan animasi yang mendukung kemampuan siswa untuk menyelesaikan soal yang disajikan.

Dari hasil evaluasi, ditemukan bahwa E-LKPD memiliki tingkat kesederhanaan yang tinggi (92%), artinya materi dapat dipahami dengan mudah oleh pengguna. Selain itu, keterpaduan dalam penyajian informasi (100%) dan penekanan pada teks, gambar, dan animasi (100%) juga terpenuhi dengan baik, sehingga memudahkan siswa dalam memahami konsep yang disajikan.

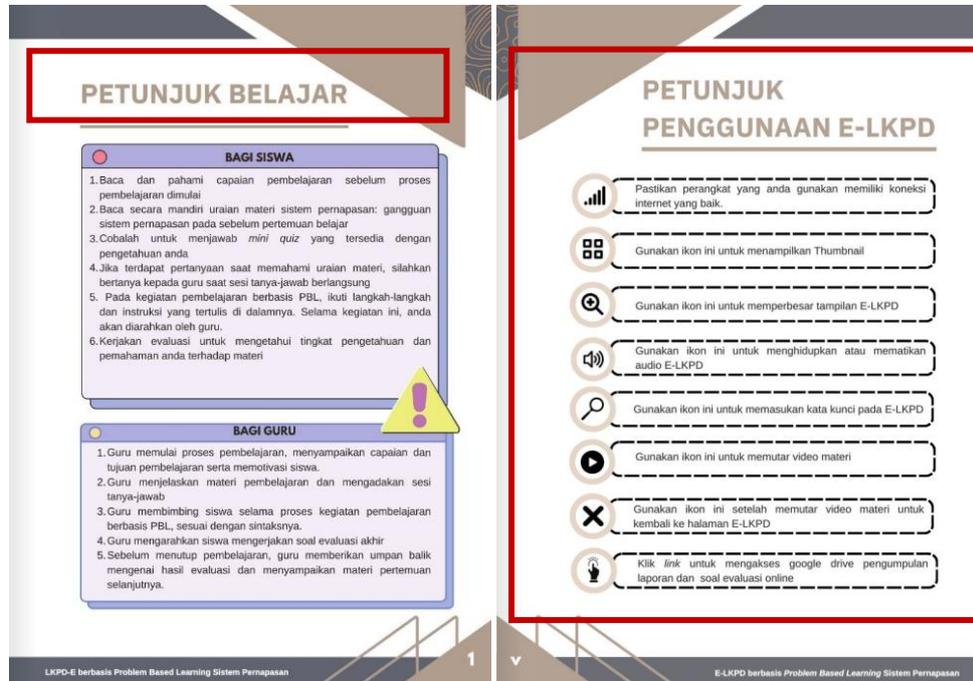
Aspek keseimbangan dan desain juga dinilai sangat baik, dengan persentase masing-masing mencapai 100% dan 90%. Hal ini menunjukkan bahwa E-LKPD telah dirancang dengan baik, sehingga memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan dan menarik bagi pengguna. Desain yang menarik dan keseimbangan antara elemen-elemen visual juga dapat meningkatkan minat siswa terhadap materi yang disajikan. Secara keseluruhan, hasil evaluasi menunjukkan bahwa E-LKPD memiliki kualitas yang sangat baik dan siap untuk diimplementasikan dalam proses pembelajaran.

Tabel 4. 6 Saran Perbaikan dari Ahli Media

Validasi	Saran	Keterangan
I	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tambahkan pedoman penggunaan E-LKPD untuk siswa dan guru, bukan petunjuk belajar. 2. Sesuaikan dengan sintaks PBL. 3. Tambahkan sumber referensi. 4. Materi yang dimuat dalam media disesuaikan dengan ATP dan capaian pembelajaran. 	Telah diperbaiki
II	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tambahkan ikon kebalikan dari video ke materi. 2. Hapus barcode gunakan <i>link</i>. 3. Gambar pada video materi diperjelas dan penulisan rumus kimia pada video materi disesuaikan dengan tatanannya. 4. Pilih salah satu pengisian latihan di E-LKPD atau di <i>Quizizz</i>. 	Telah diperbaiki
III	E-LKPD sudah layak	E-LKPD sudah layak

E-LKPD berbasis PBL direvisi berdasarkan komentar dari ahli media, bagian yang telah diperbaiki adalah sebagai berikut:

1. Petunjuk belajar telah direvisi menjadi panduan penggunaan E-LKPD, yang mencakup panduan umum tentang cara menggunakan E-LKPD dan menjelaskan fungsi setiap *tools* yang muncul saat penggunaan E-LKPD.



(a) Sebelum Diperbaiki

(b) Setelah Diperbaiki

Gambar 4. 28 Perbaikan Petunjuk Penggunaan E-LKPD berbasis PBL

2. Sebelum validasi media pertama, penjelasan materi tidak termasuk kedalam bagian sintaks PBL. Berdasarkan saran dari ahli media, penjelasan materi masuk kedalam sintaks PBL ketiga dan penyajian materi tidak berupa teks melainkan video pembelajaran.

lima tahun pasca kejadian itu, Ewan mengaku masih kesulitan untuk bisa kembali beraktivitas layaknya orang normal. "Dokter memang mengatakan kondisiku sudah pulih, tapi masih banyak efek samping yang kurasakan hingga saat ini," imbuhnya. "Aku butuh waktu lama untuk bisa kembali berjalan seperti orang normal. Hal itu membuat aku kehilangan banyak masa remajaku," sambungnya.

Ewan menuturkan saat dirawat di rumah sakit, dokter memberitahu kalau kondisi paru-paru Ewan layaknya orang berusia 80 tahun. "Ketika aku di rumah sakit, mereka (dokter) mengatakan kalau paru-paruku mirip milik pecandu yang merokok selama 80 tahun. Padahal aku baru vaping selama lima atau enam bulan. Bahkan aku kalah sehat dibanding kakekku, dan dia sudah berusia 65 tahun," terangnya. Berbekal pengalaman tersebut, dia mengimbau anak-anak muda akan bahaya rokok elektrik, dan risiko kesehatan yang bisa saja terjadi.

Sumber: <https://www.detik.com/indonesia/6952096/vape-calasa-remaja-er-uraikan-cara-ciri-kusabang>

MENGORGANISASIKAN SISWA UNTUK PENYELIDIKAN

- Buatlah kelompok yang terdiri atas 3-4 orang!
- Bersama kelompok anda, diskusikan hasil analisis pokok permasalahan kasus tersebut!
- Tuliskan pokok permasalahan tersebut kedalam bentuk daftar pertanyaan!

PELAKSANAAN INVESTIGASI

- Gunakan buku, internet dan sumber informasi lainnya untuk mendapatkan informasi terkait permasalahan!
- Diskusikan bersama kelompok anda, solusi apa yang bisa dilakukan untuk mencegah gangguan pernafasan tersebut dan tentukan media untuk menyampaiannya!

Pemerintah Kota Jambi memutuskan meliburkan sekolah dari tingkat PAUD hingga SMP. Dinas Kesehatan Jambi menyarankan masyarakat untuk menggunakan masker ketika beraktivitas di luar rumah.

Sumber: <https://www.detik.com/sumbase/berita/6958962/sampai-labur-esap-d-jambi-10-ribu-warga-spa-setelah-diliburkan>

MENGORGANISASIKAN SISWA UNTUK PENYELIDIKAN

- Buatlah kelompok yang terdiri dari 3-4 siswa!
- Bersama kelompok anda, analisislah pokok permasalahan kasus tersebut!
- Diskusikanlah bersama kelompok anda pokok permasalahan kasus dengan menjawab pertanyaan berikut ini:

- Apa penyebab Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA)?
- Sebutkan bagian saluran pernapasan yang mengalami infeksi akibat ISPA?
- Jelaskan perbedaan kondisi saluran pernapasan seseorang yang sehat dengan kondisi saluran pernapasan penderita ISPA?

MEMBIMBING PENYELIDIKAN INDIVIDU ATAUUPUN KELOMPOK

- Bersama kelompok anda, simak dan pahami video informasi pendukung materi organ pernapasan manusia berikut ini!

Organ Sistem Pernapasan

(a) Sebelum Diperbaiki

(b) Setelah Diperbaiki

Gambar 4. 29 Perbaikan Penyajian Materi E-LKPD berbasis PBL

3. Ahli media memberikan saran untuk menambahkan sumber referensi yang digunakan untuk mengembangkan E-LKPD. Pengembang menambahkan sumber referensi untuk materi di dalam E-LKPD.

DAFTAR RUJUKAN

Campbell, Neil A., Jene B. Reece, Lisa A. Urry, Michael L. Chain, Steven A. Wesserman, Peter V. Minorsky, and Robert B. Jackson. 2010. *Biologi*. Jakarta: Erlangga.

Eduka, Maestro. 2015. *Strategi dan Bank Soal HOTS Biologi*. Sidoarjo: Genta Group Production.

Karmana, Oman. 2008. *Biologi*. Bandung: Grafindo.

Nurhayati, Nunung, dan Wijayanti, Resty. 2022. *1700 Plus Bank Soal HOTS Biologi SMA/MA*. Bandung: Yarma Widya.

Susilowarno, R. Gunawan, R. Sapto Hartono, Mulyadi, Th. Enik Mutiarsih, Murtiningsih, dan Umiyati. 2007. *Biologi*. Jakarta: Grasindo.

DAFTAR RUJUKAN

Ami, M. S., & Hidayah, N. (2020). *Biologi*. LPPM Universitas KH. A. Wahab Hasbullah.

Asmadi. (2008). *Teknik Prosedural Keperawatan Konsep dan Aplikasi Kebutuhan Dasar Klien*. Salemba Medika.

Campbell, Neil A., Jene B. Reece, Lisa A. Urry, Michael L. Chain, Steven A. Wesserman, Peter V. Minorsky, and Robert B. Jackson. 2010. *Biologi*. Jakarta: Erlangga.

Eduka, Maestro. 2015. *Strategi dan Bank Soal HOTS Biologi*. Sidoarjo: Genta Group Production.

Erlien. (2018). *Penyakit Saluran Pernapasan*. Jakarta: PT Sunda Kelapa Pustaka.

Frída. (2019). *Penyakit Paru-paru dan Pernapasan*. Semarang: Alprin.

Kuntoadi, G. B. (2019). *Buku Ajar Anatomi Fisiologi*. Bandung: Panca Terra Firma.

Nurhayati, N., & Wijayanti, R. (2018). *Bank Soal Biologi SMA/MA*. Bandung: Penerbit Yarma Widya.

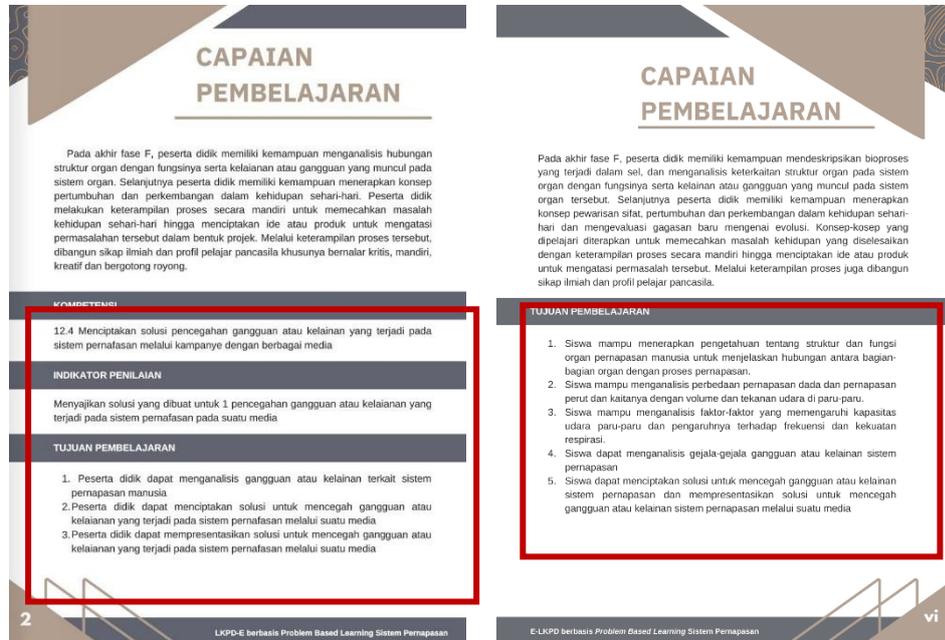
Utama, S. Y. A. (2018). *Keperawatan Medikal Bedah Sistem Respirasi*. Yogyakarta: Deepublish.

(a) Sebelum Diperbaiki

(b) Setelah Diperbaiki

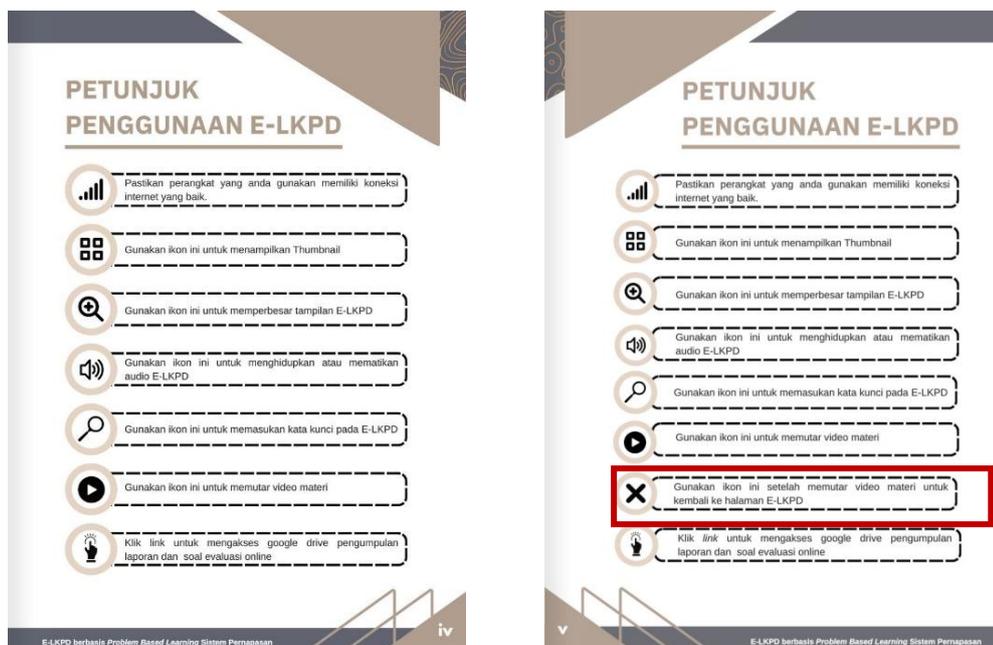
Gambar 4. 30 Perbaikan Daftar Rujukan E-LKPD berbasis PBL

4. Materi yang disajikan di dalam E-LKPD adalah sub-materi gangguan sistem pernafasan, saran ahli media E-LKPD memuat semua sub-materi sistem pernafasan. Saran ahli media terhadap E-LKPD sudah dilaksanakan.



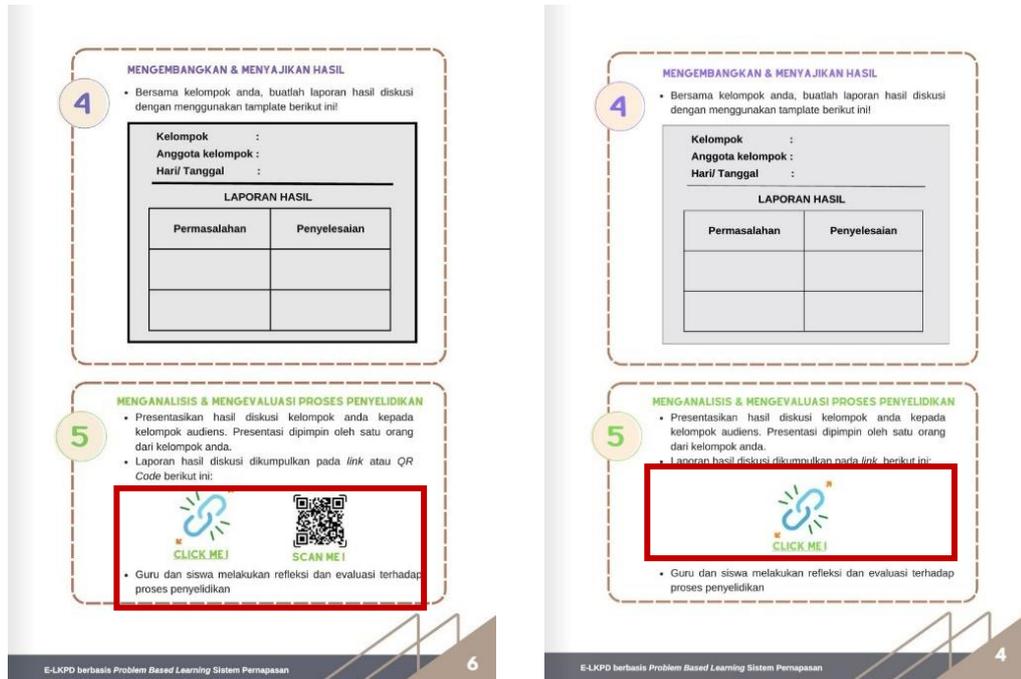
(a) Sebelum Diperbaiki (b) Setelah Diperbaiki
Gambar 4. 31 Perbaikan Capaian Pembelajaran E-LKPD berbasis PBL

5. Pada pedoman penggunaan E-LKPD ahli media memberikan saran untuk menambahkan ikon kembali dari video ke materi.



(a) Sebelum Diperbaiki (b) Setelah Diperbaiki
Gambar 4. 32 Perbaikan Petunjuk Penggunaan E-LKPD berbasis PBL

6. Dalam langkah kelima pada sintaks PBL, yaitu menganalisis dan mengevaluasi proses penyelidikan, disediakan tautan untuk pengumpulan laporan. Awalnya, peneliti memberikan dua opsi pengumpulan, melalui barcode dan tautan. Setelah perbaikan pada E-LKPD, pengumpulan laporan dilakukan menggunakan tautan.



(a) Sebelum Diperbaiki

(b) Setelah Diperbaiki

Gambar 4. 33 Perbaikan Pengumpulan Laporan E-LKPD berbasis PBL

6. Gambar pada video materi diperjelas dan penulisan rumus kimia pada video materi disesuaikan dengan tatanannya.



(a) Sebelum Diperbaiki



(b) Sesudah Diperbaiki

Gambar 4. 34 Perbaikan Video E-LKPD berbasis PBL (a) Sebelum diperbaiki dan (b) Sesudah Diperbaiki

7. Pada bagian latihan, sebelum revisi pengembang membuat desain kotak jawaban bagi siswa, namun E-LKPD ini tidak bisa langsung mengerjakan latihan dilembar E-LKPD. Menurut saran ahli media, kotak jawaban sebaiknya dihapuskan dan memilih satu caea menjawab latihan. Peneliti mencantumkan *link* dan instruksi pengerjaan latihan di *website quizizz*.

LATIHAN 1

Anda dapat mengerjakan latihan secara online dan menerima umpan balik melalui link berikut ini: <https://quizizz.com/join?gc=99469379>

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan jelas dan benar!

- Mengapa pleura tidak rusak saat bernapas normal?
- Mengapa udara yang kita hembuskan tetap hangat meskipun berada di lingkungan yang dingin?
- Mengapa seseorang tersedak saat makan sambil berbicara?
- Buatlah model 3D dari sistem pernapasan manusia, termasuk organ-organ utama dan jaringan-jaringan yang terlibat, dan jelaskan interaksi mereka dalam mendukung fungsi pernapasan.

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan jelas dan benar!

- Mengapa pleura tidak rusak saat bernapas normal?
- Mengapa udara yang kita hembuskan tetap hangat meskipun berada di lingkungan yang dingin?
- Mengapa seseorang tersedak saat makan sambil berbicara?
- Buatlah model 3D dari sistem pernapasan manusia, termasuk organ-organ utama dan jaringan-jaringan yang terlibat, dan jelaskan interaksi mereka dalam mendukung fungsi pernapasan.

Untuk menjawab soal tersebut, silahkan klik link Quizizz berikut ini: <https://quizizz.com/join?gc=99469379>

(a) Sebelum Diperbaiki

(b) Setelah Diperbaiki

Gambar 4. 35 Perbaikan Latihan E-LKPD berbasis PBL

C. Respon Guru Mata Pelajaran Biologi

E-LKPD berbasis PBL yang telah dinyatakan layak pada tahap validasi selanjutnya dinilai oleh guru mata pembelajaran biologi kelas XI untuk mengetahui tanggapan dan data respon guru. Penilaian ini dilakukan menggunakan angket respon guru. Respon guru terhadap E-LKPD berbasis PBL dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Angket Respon Guru Mata Pelajaran Biologi

Aspek	No.	Deskripsi Penilaian	Skor
Relevansi	1	Kesesuaian antara capaian pembelajaran dan indikator pada penyusunan materi organ pernapasan dan penyakit pernapasan	3
	2	Kesesuaian pemilihan materi dengan capaian pembelajaran	3
Bahasa	3	Keterbacaan penulisan pada E-LKPD berbasis PBL	4
Isi Materi	4	Kebenaran konsep materi dan teori pada materi organ pernapasan dan penyakit pernapasan	4
	5	Kesesuaian materi sistem pernapasan dengan kebutuhan siswa	3
	6	Ketepatan gambar atau animasi untuk memperjelas materi	3
Evaluasi	7	Kesesuaian soal dengan capaian pembelajaran	4
	8	Kesesuaian pemilihan kasus dengan capaian pembelajaran	4
Tampilan	9	Desain E-LKPD berbasis PBL menarik	3
	10	Kesesuaian pemilihan jenis <i>font</i> pada E-LKPD berbasis PBL	3
Jumlah Skor Penilaian			34
Jumlah Skor Maksimum			40
Persentase Kualitas Produk (%)			85
Kategori			Sangat Baik

Persentase respon guru terhadap E-LKPD berbasis PBL pada setiap aspek dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Penilaian Respon Guru Pada Setiap Aspek

Aspek	Penilaian (%)
Relevansi	75
Bahasa	100
Isi Materi	83
Evaluasi	100
Tampilan	75
Rata-rata	85
Kategori	Sangat Baik

Berdasarkan hasil angket respon guru terhadap E-LKPD berbasis PBL, dapat disimpulkan bahwa respon tersebut sangat positif dengan kategori "Sangat

Baik" dan persentase sebesar 85%. Evaluasi dilakukan terhadap beberapa indikator, termasuk kesesuaian antara capaian pembelajaran dengan indikator, kesesuaian pemilihan materi dengan capaian pembelajaran, keterbacaan penulisan, kebenaran konsep materi, kesesuaian materi dengan kebutuhan siswa, ketepatan gambar atau animasi, kesesuaian soal dengan capaian pembelajaran, kesesuaian pemilihan kasus, desain yang menarik, dan pemilihan jenis font.

Dari hasil evaluasi, terlihat bahwa respon guru terhadap setiap aspek E-LKPD ini sangat positif. Guru menganggap bahwa E-LKPD ini relevan dengan capaian pembelajaran, materi yang disajikan dipilih secara tepat, penulisan dalam E-LKPD mudah dibaca, konsep materi yang disampaikan benar, dan materi tersebut sesuai dengan kebutuhan siswa. Selain itu, gambar atau animasi yang digunakan dalam materi dianggap tepat untuk memperjelas konsep, dan soal-soal yang disajikan sesuai dengan capaian pembelajaran.

Aspek lain yang dinilai positif adalah pemilihan kasus yang sesuai dengan capaian pembelajaran, desain yang menarik, dan pemilihan jenis font yang tepat. Hal ini menunjukkan bahwa E-LKPD berhasil menarik perhatian guru sebagai pengguna, serta memenuhi kriteria-kriteria yang diharapkan dalam sebuah media pembelajaran.

Secara keseluruhan, respon guru menunjukkan bahwa E-LKPD berbasis PBL ini dapat dijadikan sebagai media pembelajaran alternatif yang sangat baik pada materi sistem pernapasan. Dengan memperhatikan masukan yang diberikan oleh para guru, E-LKPD ini dapat terus diperbaiki dan ditingkatkan kualitasnya untuk memberikan kontribusi yang lebih besar dalam proses pembelajaran siswa.

D. Uji Coba Kelompok Kecil

Responden uji coba kelompok kecil adalah siswa kelas XI SMA N 5 Kota Jambi, berjumlah 6 siswa yang dipilih oleh guru secara *purposive sampling*. Pemilihan siswa pada uji coba kelompok kecil berdasarkan rata-rata nilai ulangan harian materi sistem pernapasan tertinggi, sedang, dan terendah. Data uji coba kelompok kecil didapatkan melalui angket respon siswa kelompok kecil, dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Respon Siswa Uji Coba Kelompok Kecil

Aspek	No.	Deskripsi Penilaian	Skor
Desain E-LKPD	1	Tampilan E-LKPD menarik	24
	2	Perpaduan warna E-LKPD baik	24
	3	Huruf yang digunakan jelas dan mudah dibaca	24
	4	Video di dalam E-LKPD jelas dan tidak buram	21
	5	Video di dalam E-LKPD menampilkan visual yang menarik	22
	6	Video di dalam E-LKPD sesuai dengan materi sistem pernapasan	24
Penyajian materi dalam E-LKPD	7	Materi yang disajikan di dalam E-LKPD runtut	24
	8	Bahasa yang digunakan mudah dimengerti	23
	9	Istilah-istilah yang digunakan pada E-LKPD jelas	21
	10	Contoh yang diberikan di dalam E-LKPD sesuai dengan materi	24
	11	Contoh yang diberikan di dalam E-LKPD relevan dengan kehidupan sehari-hari	23
Kebermanfaatan E-LKPD	12	Petunjuk E-LKPD mudah dimengerti	24
	13	E-LKPD mudah dioperasikan atau tidak ada kesulitan dalam penggunaannya	22
	14	E-LKPD memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan	22
	15	E-LKPD meningkatkan motivasi mempelajari materi sistem pernapasan	23
Jumlah Skor Penilaian			345
Jumlah Skor Maksimum			360
Persentase Kualitas Produk (%)			95,8
Kategori			Sangat Baik

Tabel 4. 10 Hasil Respon Siswa Uji Kelompok Kecil pada Setiap Aspek

Aspek	Penilaian (%)
Desain	96,5
Penyajian Materi	95,8
Kebermanfaatan	94,7
Rata-rata	95,8
Kategori	Sangat Baik

Berdasarkan hasil uji coba kelompok kecil oleh siswa, E-LKPD berbasis PBL mengenai materi sistem pernapasan mendapat respon yang sangat positif. Evaluasi dilakukan terhadap beberapa indikator, seperti tampilan yang menarik, perpaduan warna yang baik, kejelasan huruf, kejelasan video, relevansi video dengan materi, urutan materi, kejelasan bahasa, penggunaan istilah yang jelas, relevansi contoh dengan materi, relevansi contoh dengan kehidupan sehari-hari, kejelasan petunjuk, kemudahan pengoperasian, pengalaman belajar yang menyenangkan, dan peningkatan motivasi belajar.

Dari hasil evaluasi, terlihat bahwa siswa memberikan penilaian yang tinggi untuk setiap aspek E-LKPD. Desain E-LKPD dinilai sangat baik dengan persentase 96,5%, menunjukkan bahwa tampilan dan perpaduan warna E-LKPD menarik bagi siswa. Penyajian materi juga dinilai tinggi, dengan persentase 95,8%, menandakan bahwa siswa menganggap materi yang disajikan di dalam E-LKPD berjalan dengan baik dan runtut.

Selain itu, E-LKPD dinilai memberikan manfaat yang besar bagi siswa, dengan persentase 94,7%. Hal ini menunjukkan bahwa siswa merasa E-LKPD membantu mereka memahami materi sistem pernapasan dengan baik. Secara keseluruhan, nilai rata-rata respon siswa terhadap E-LKPD adalah 95,8%, yang menunjukkan bahwa E-LKPD telah berhasil memenuhi harapan siswa dalam menyajikan materi pembelajaran yang menarik, jelas, dan memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan. Dengan demikian, E-LKPD ini dapat dijadikan sebagai salah satu sumber pembelajaran yang efektif dalam memahami materi sistem pernapasan.

E. Uji Coba Kelompok Besar

Responden uji coba kelompok besar adalah siswa kelas XI SMA N 5 Kota Jambi, berjumlah 29 siswa yang sudah mempelajari materi sistem pernapasan. Data uji coba kelompok besar didapatkan melalui angket respon siswa kelompok besar, dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Respon Siswa Uji Kerja Kelompok Besar

Aspek	No.	Deskripsi Penilaian	Skor
Desain E-LKPD	1	Tampilan E-LKPD menarik	114
	2	Perpaduan warna E-LKPD baik	115
	3	Huruf yang digunakan jelas dan mudah dibaca	113
	4	Video di dalam E-LKPD jelas dan tidak buram	113
	5	Video di dalam E-LKPD menampilkan visual yang menarik	112
	6	Video di dalam E-LKPD sesuai dengan materi sistem pernapasan	115
Penyajian materi dalam E-LKPD	7	Materi yang disajikan di dalam E-LKPD runtut	115
	8	Bahasa yang digunakan mudah dimengerti	112
	9	Istilah-istilah yang digunakan pada E-LKPD jelas	112
	10	Contoh yang diberikan di dalam E-LKPD sesuai dengan materi	115
	11	Contoh yang diberikan di dalam E-LKPD relevan dengan kehidupan sehari-hari	113
Kebermanfaatan E-LKPD	12	Petunjuk E-LKPD mudah dimengerti	113
	13	E-LKPD mudah dioperasikan atau tidak ada kesulitan dalam penggunaannya	112
	14	E-LKPD memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan	112
	15	E-LKPD meningkatkan motivasi mempelajari materi sistem pernapasan	112
Jumlah Skor Penilaian			1698
Jumlah Skor Maksimum			1740
Persentase Kualitas Produk (%)			97,5%
Kategori			Sangat Baik

Persentase respon siswa kelompok besar terhadap E-LKPD berbasis PBL

pada setiap aspek dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Hasil Respon Uji Coba Kelompok Besar pada Setiap Aspek

Aspek	Penilaian (%)
Desain	97,9
Penyajian Materi	97,7
Kebermanfaatan	96,7
Rata-rata	97,5
Kategori	Sangat Baik

Hasil respon uji coba kelompok besar menunjukkan bahwa E-LKPD berbasis PBL mengenai materi sistem pernapasan manusia mendapat penilaian yang sangat positif dari siswa. Evaluasi dilakukan terhadap tiga aspek utama, yaitu desain, penyajian materi, dan kebermanfaatan. Secara khusus, aspek desain mendapat penilaian tinggi dengan persentase 97,9%, menandakan kepuasan siswa terhadap tampilan visual dan perpaduan warna yang menarik dalam E-LKPD. Selanjutnya, penyajian materi juga dinilai sangat baik dengan persentase 97,7%, menunjukkan bahwa materi disajikan dengan cara yang jelas, runtut, dan mudah dipahami oleh siswa.

Terakhir, aspek kebermanfaatan mendapat penilaian tinggi dengan persentase 96,7%, mengindikasikan bahwa siswa merasakan manfaat yang besar dari penggunaan E-LKPD dalam membantu mereka memahami materi sistem pernapasan. Dengan rata-rata penilaian sebesar 97,5%, E-LKPD dikategorikan sebagai "Sangat Baik" oleh siswa, menegaskan bahwa E-LKPD berhasil memenuhi harapan siswa dalam menyajikan materi pembelajaran yang menarik, jelas, dan bermanfaat. Oleh karena itu, E-LKPD ini dapat dijadikan sebagai salah satu sumber pembelajaran yang efektif dan dapat digunakan secara luas dalam proses pembelajaran sistem pernapasan manusia.

4.1.4 Implementasi (*Implement*)

Pada penelitian pengembangan E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL), tahap implementasi tidak dilakukan, hal ini dikarenakan tujuan penelitian pengembangan ini hanya menguji kelayakannya. Uji coba bertujuan untuk mengetahui respon guru dan siswa terhadap E-LKPD yang telah dikembangkan.

4.1.5 Evaluasi (*Evaluate*)

Tahap evaluasi pada penelitian pengembangan E-LKPD berbasis PBL adalah evaluasi formatif. Evaluasi dilakukan pada setiap tahap pengembangan, dimulai dari analisis, desain, dan tahap pengembangan. Pada tahap analisis, terdapat evaluasi berupa perbaikan pertanyaan pada angket observasi kebutuhan dan karakteristik siswa, pertanyaan tersebut adalah apa materi pembelajaran yang disukai siswa dan apa alasannya. Tahap desain, evaluasi terdapat pada bagian rancangan *flowchart* dan *storyboard*, berupa ditambahkannya kegiatan evaluasi pada akhir kegiatan pembelajaran dan perbaikan tata letak kegiatan pembelajaran sesuai dengan sintaks model pembelajaran PBL. Pada tahap pengembangan, evaluasi mencakup proses validasi materi, validasi media, respon guru dan respon siswa terhadap E-LKPD. Evaluasi dilakukan sesuai dengan saran dan kometar ahli materi dan ahli media sehingga dihasilkan E-LKPD yang layak.

4.2 Pembahasan

E-LKPD adalah lembar kerja peserta didik yang telah dimodifikasi penyajiannya menjadi bentuk perangkat elektronik. E-LKPD terdiri dari beberapa komponen, termasuk identitas, petunjuk belajar, tujuan pembelajaran, ringkasan materi, kegiatan peserta didik, dan alat penilaian. Penggunaan E-LKPD memberikan kemudahan bagi guru dalam menyampaikan informasi dan mengevaluasi kegiatan belajar, sehingga meningkatkan efektivitas pembelajaran. E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi sistem pernapasan menggunakan model pengembangan ADDIE. Pengembangan E-LKPD dimulai dengan analisis. Aktivitas peneliti pada tahap ini adalah memberikan angket observasi kepada siswa kelas XI sains di SMA N 5 Kota Jambi. Angket observasi terdiri atas angket kebutuhan siswa dan angket karakteristik siswa. Data yang

didapatkan dari angket ini dimanfaatkan untuk mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada mata pelajaran biologi.

Hasil data observasi angket kebutuhan menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan memahami materi sistem pernapasan (17,65%), karena materi tersebut sulit dipahami, mengandung banyak istilah yang kurang dimengerti dan materi yang kompleks. Pembelajaran biologi dikenal sebagai mata pelajaran yang banyak “menghafal”, pembelajaran biologi memiliki materi yang kompleks yang membutuhkan pemahaman mendalam. Mempelajari ilmu biologi tidak cukup dengan menghafal materi tetapi harus melibatkan kemampuan berpikir seperti menalar, karena konsep biologi berkaitan dengan kehidupan di lingkungan nyata (Ulin et al., 2022:149). Mata pelajaran biologi termasuk kedalam bidang ilmu yang mengalami perkembangan signifikan dalam pembelajaran abad 21, sehingga guru dituntut mampu mengkomunikasikan dan memvisualisasikan materi dengan baik agar mudah dimengerti oleh siswa (Sahil et al., 2022:13).

Guru mata pelajaran biologi di SMA N 5 Kota Jambi menerapkan metode diskusi dan presentasi dalam mengajar biologi. Meskipun metode diskusi memiliki sejumlah kelebihan dan bukanlah metode pembelajaran yang buruk, namun dalam melaksanakan pembelajaran, guru perlu mempertimbangkan kebutuhan dan kondisi siswa serta tujuan pembelajaran sebelum memilih model dan metode pembelajaran tertentu. Model pembelajaran juga memiliki peran penting sebagai faktor ekstrinsik dalam memotivasi belajar siswa. Pemilihan model pembelajaran harus sesuai dengan upaya mengembangkan keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis, kolaborasi, komunikasi, kreativitas, pemahaman budaya, dan konektivitas. Salah satu model pembelajaran yang mendukung pengembangan keterampilan 6C

tersebut adalah *Problem Based Learning* (PBL). PBL berfokus pada pembelajaran melalui proses pemecahan masalah untuk memperoleh pemahaman yang dibutuhkan (Hermansyah, 2020:2259).

Model PBL dapat melatih kemampuan pemecahan masalah siswa. Model ini mendorong siswa terbiasa menggunakan berbagai sumber pengetahuan baik dari internet, perpustakaan, observasi dan wawancara. PBL berfokus pada masalah disetiap materi, sehingga efektif untuk mempelajari materi yang kompleks. Siswa dapat menilai kemajuan belajarnya dan kemampuan komunikasi yang terbentuk melalui kegiatan diskusi (Rachmawati & Rosy, 2020:250). Berdasarkan keunggulannya, model PBL cocok digunakan dalam pembelajaran biologi. Materi sistem pernapasan memiliki materi yang kompleks. Pembelajaran dengan model PBL membantu siswa fokus memahami materi sistem pernapasan, melalui aktivitas menganalisis permasalahan yang berkaitan materi. Model ini mengajak untuk menyikapi permasalahan yang ada di kehidupan sehari-hari agar siswa dapat menerapkannya dalam pembelajaran nyata dan bukan pembelajaran abstrak (Yulanda et al., 2023). Keberhasilan penyampaian informasi pembelajaran dipengaruhi oleh berbagai hal, salah satunya pemilihan media pembelajaran.

Pada pembelajaran biologi di SMA N 5 Kota Jambi kelas XI Sains, sebagian besar siswa (61,76%) mengandalkan buku sebagai sumber materi, sementara sekitar (38,24%) memanfaatkan internet. Lebih lanjut, hasil menunjukkan bahwa siswa lebih menyukai media pembelajaran elektronik (70,59%) dibandingkan dengan media pembelajaran cetak (29,41%). Tidaknya kesesuaian metode pengajaran, media pembelajaran, dan beban materi yang harus disampaikan oleh guru menyebabkan pelaksanaan pembelajaran menjadi kurang efektif. E-LKPD, sebagai

media pembelajaran, telah terbukti membantu guru dalam proses pembelajaran (Mayasari et al., 2023). E-LKPD merupakan lembar kerja peserta didik berbasis elektronik yang memfasilitasi penyajian informasi melalui teks, audio, gambar, dan video. Dalam penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Lathifah et al., (2021:26), ditemukan bahwa penggunaan E-LKPD dapat meningkatkan partisipasi aktif siswa dan menciptakan suasana belajar yang lebih menyenangkan dan tidak membosankan.

Penggunaan media pembelajaran berbasis elektronik memerlukan fasilitas pendukung seperti ketersediaan perangkat dan koneksi internet. Berdasarkan data observasi siswa terhadap kepemilikan teknologi yang mendukung pembelajaran, semua siswa kelas XI Sains di SMA N 5 Kota Jambi memiliki perangkat *smartphone* atau laptop untuk belajar. Persentase sebesar 76,47% siswa setuju bahwa penggunaan *smartphone* atau laptop membantu dan memudahkan dalam mencari materi pembelajaran. Sekolah memiliki fasilitas Wi-Fi yang bisa digunakan dalam proses pembelajaran. Berdasarkan kondisi tersebut E-LKPD dapat menjadi opsi media pembelajaran biologi di SMA N 5 Kota Jambi.

Berdasarkan keunggulan media E-LKPD dan model PBL, integrasi E-LKPD berbasis PBL dapat menjadi solusi kendala kesulitan siswa memahami materi sistem pernapasan, masalah kurang keaktifan siswa dan meningkatkan motivasi belajar siswa. Penelitian oleh Melina et al., (2021:227) mengenai integrasi model PBL dan E-LKPD menunjukkan bahwa dapat melatih keterampilan berpikir kritis, siswa semangat dalam menyelesaikan soal, serta meningkatkan hasil belajar siswa. Latihan soal yang dimuat di dalam E-LKPD sebaiknya adalah soal HOTS dan memiliki level kognitif yang bervariasi seperti C4, C5 dan C6. LKS yang

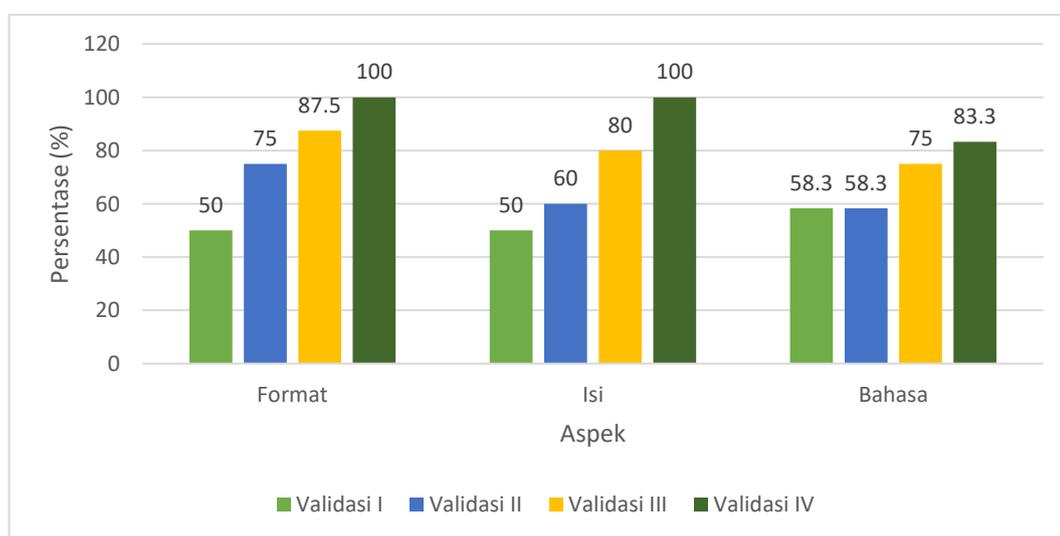
digunakan di SMA N 5 Kota Jambi belum memuat soal HOTS, sehingga perlu dikembangkan LKS atau LKPD yang memiliki soal HOTS untuk membantu penguasaan keterampilan berpikir kritis siswa.

Tahap kedua pengembangan E-LKPD berbasis PBL adalah desain, pada tahap ini peneliti menyusun jadwal pengembangan, tim pengembangan, spesifikasi dan rancangan atau desain E-LKPD. Susunan media telah disesuaikan dengan E-LKPD yang baik dan benar, selanjutnya dirancang dalam *flowchart* dan *storyboard*. E-LKPD terdiri atas tiga bagian utama, yaitu bagian pembuka, isi, dan penutup. Bagian pembuka terdiri atas sampul depan, kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan E-LKPD berbasis PBL dan capaian pembelajaran. Bagian isi terdiri atas kegiatan pembelajaran yang terintegrasi dengan sintaks PBL, yaitu orientasi terhadap masalah, pengorganisasian siswa ke dalam kelompok belajar, pelaksanaan investigasi, pelaksanaan penyelidikan, mengembangkan dan menyajikan hasil, menganalisis dan mengevaluasi. Pada bagian penutup terdiri atas evaluasi, daftar rujukan, rubric penilaian guru dan profil pengembang.

Materi yang disajikan di dalam E-LKPD adalah materi sistem pernapasan. Cakupan materi dan evaluasi sesuai dengan capaian pembelajaran yang ada di ATP SMA N 5 Kota Jambi. E-LKPD yang dikembangkan menyisipkan video yang berisi penjelasan materi. Penyajian video pembelajaran membantu efektifitas waktu belajar, memberikan pengalaman belajar yang baru dan penyajian informasi menarik bagi siswa (Mayasari et al., 2023). E-LKPD berbasis PBL didesain menggunakan aplikasi *Canva*. Soal latihan dan evaluasi di dalam E-LKPD memanfaatkan aplikasi *Quizizz* dan *Google Drive* untuk pengumpulan laporan. E-LKPD ini menggunakan aplikasi *Flip PDF Professional* untuk memberikan efek

seperti membuka lembaran buku dan menambahkan *link*. Format akhir E-LKPD berbasis PBL adalah .html atau berupa *link*.

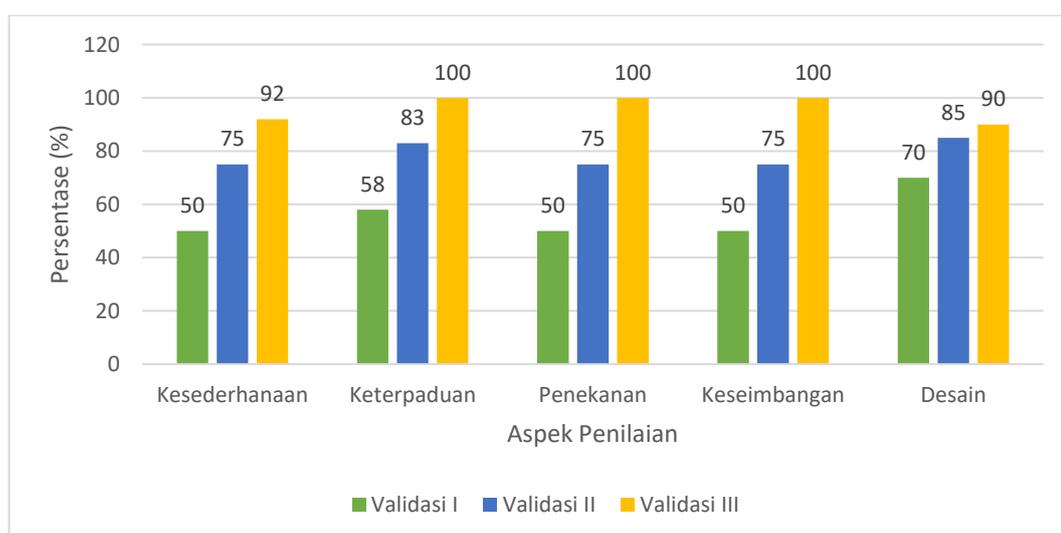
Pada tahap pengembangan, sebelum diujicoba E-LKPD berbasis PBL melalui tahap validasi materi dan validasi media. Validasi materi dinilai oleh ahli materi, yaitu dosen pembimbing skripsi I. Aspek yang dinilai pada validasi materi adalah format, isi, dan bahasa. Hasil validasi materi terhadap E-LKPD ini adalah 95% dengan kategori “Sangat Layak”. Penilaian validasi materi pada setiap aspek dapat dilihat pada Gambar 3. 35.



Gambar 4. 36 Bagan Penilaian Validasi Materi E-LKPD berbasis PBL
E-LKPD berbasis PBL melewati empat tahap validasi sebelum dianggap

layak. Peneliti melakukan revisi berdasarkan saran dan komentar yang diterima dari ahli materi. Saran perbaikan dari ahli materi dapat ditemukan dalam Tabel 4.3. Setelah proses validasi materi yang keempat, E-LKPD yang telah diperbaiki menunjukkan format penyajian yang menarik, kesesuaian visual dan tulisan, materi sesuai dengan capaian pembelajaran, kelengkapan materi, konsep pembelajaran yang jelas, integrasi materi dengan sintaks PBL yang sesuai, serta komponen evaluasi yang baik. Penggunaan bahasa dianggap komunikatif, sesuai dengan PUEBI, dan informasi disajikan dengan cara yang menarik.

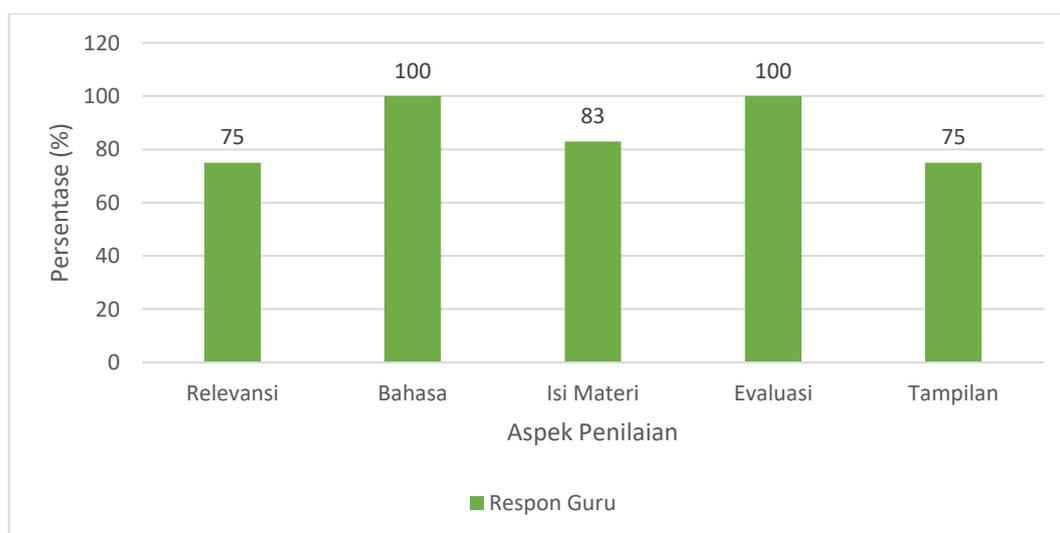
E-LKPD berbasis PBL yang telah lulus validasi materi melanjutkan ke tahap validasi media. Validasi media dilakukan oleh ahli media, yang juga merupakan dosen pembimbing skripsi II. Hasil validasi media terhadap E-LKPD menunjukkan angka 95% dengan kategori "Sangat Layak." Aspek yang dinilai oleh ahli media mencakup kesederhanaan, keterpaduan, penekanan, keseimbangan, dan desain E-LKPD. Rincian penilaian validasi media pada setiap aspek dapat dilihat dalam Gambar 3. 36.



Gambar 4. 37 Bagan Penilaian Validasi Media E-LKPD berbasis PBL

E-LKPD berbasis PBL melewati tiga kali validasi media sebelum dianggap layak. E-LKPD kemudian diperbaiki berdasarkan saran dan komentar yang diberikan oleh ahli media, dan rincian saran perbaikan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.6. Setelah melalui validasi media yang ketiga, E-LKPD yang telah diperbaiki menunjukkan kemudahan pengoperasian, keseragaman halaman, panduan penggunaan yang jelas, kesesuaian gambar, penggunaan multimedia yang mendukung pemahaman, keseimbangan ukuran font dan tata letak, serta desain yang menarik.

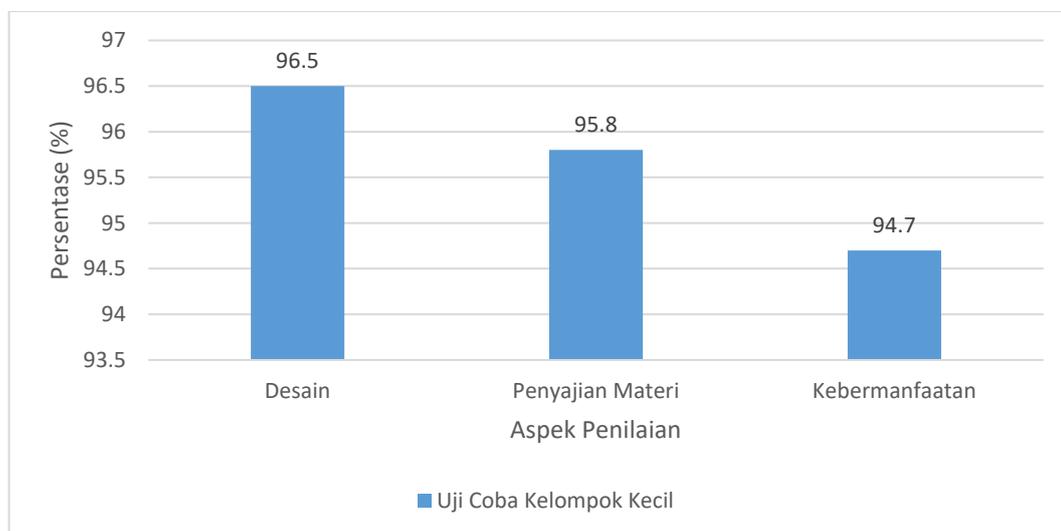
E-LKPD berbasis PBL yang telah dianggap layak selanjutnya diujicobakan untuk mendapatkan respons dari guru dan siswa. Guru mata pelajaran biologi kelas XI sains di SMA N 5 Kota Jambi menilai E-LKPD ini dengan aspek penilaian meliputi relevansi, bahasa, isi materi, evaluasi, dan tampilan. E-LKPD mendapatkan persentase respons guru sebesar 85% dengan kategori "Sangat Baik." Rincian penilaian respons guru pada setiap aspek dapat dilihat dalam Gambar 3. 37. E-LKPD berbasis PBL ini sesuai dengan capaian pembelajaran sistem pernapasan, mudah dipahami, memuat materi yang sesuai, gambar membantu dalam menjelaskan materi, evaluasi dan pemilihan kasus yang tepat, serta desain yang menarik.



Gambar 4. 38 Bagan Penilaian Respon Guru Terhadap E-LKPD berbasis PBL

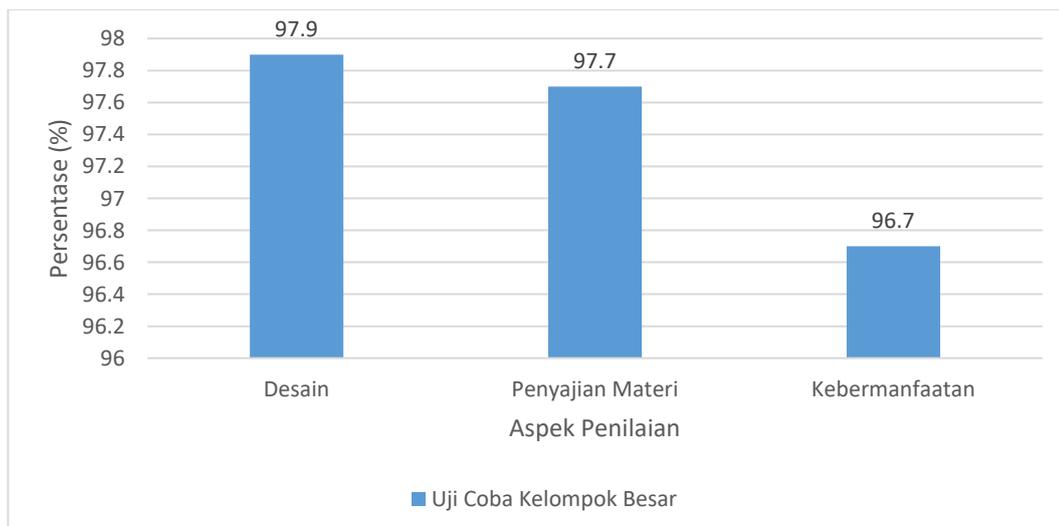
E-LKPD berbasis PBL yang sudah dianggap layak kemudian diujicobakan pada siswa. Uji coba dilakukan pada kelompok kecil, melibatkan penilaian dari 6 siswa yang telah mempelajari materi sistem pernapasan dan memiliki tingkat kemampuan akademik yang berbeda. Evaluasi respons siswa melibatkan aspek seperti desain, penyajian materi, dan manfaat dari E-LKPD. Persentase respons siswa pada uji coba kelompok kecil mencapai 95,8% dengan kategori "Sangat Baik." Selanjutnya, E-LKPD diujicobakan pada kelompok besar tanpa revisi.

Evaluasi respons siswa kelompok kecil pada setiap aspek dapat dilihat pada Gambar 3. 38.



Gambar 4. 39 Bagan Respon Siswa Kelompok Kecil Terhadap E-LKPD berbasis PBL

Pada uji coba kelompok besar, E-LKPD berbasis PBL dinilai oleh 29 siswa yang telah mempelajari materi sistem pernapasan. Respon siswa kelompok besar terhadap E-LKPD mencapai 97,5% dengan kategori "Sangat Baik." Dari evaluasi respons siswa pada uji coba kelompok kecil dan kelompok besar, terlihat bahwa E-LKPD berbasis PBL menarik, video pembelajaran jelas, materi disajikan secara runtut, bahasa mudah dimengerti, contoh sesuai dengan materi, petunjuk mudah dipahami, operasional mudah, meningkatkan motivasi belajar, dan memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Yulanda et al., (2023) yang menyatakan bahwa E-LKPD berbasis Problem Based Learning dapat dianggap praktis dan sangat menarik untuk digunakan dalam pembelajaran materi sistem pernapasan. Penilaian respon siswa kelompok kecil pada setiap aspek dapat dilihat pada Gambar 3. 39.



Gambar 4. 40 Bagan Respon Siswa Kelompok Besar Terhadap E-LKPD berbasis PBL

Tahap implementasi tidak dilakukan dalam pengembangan E-LKPD berbasis PBL karena fokus penelitian hanya pada pengujian kelayakan E-LKPD sebagai media pembelajaran alternatif. Hasilnya menunjukkan bahwa E-LKPD berbasis PBL mendapatkan kategori "Sangat Layak" untuk diimplementasikan di dalam kelas. Evaluasi dilakukan pada setiap tahap pengembangan, memberikan kesempatan bagi peneliti untuk melakukan perbaikan sehingga menghasilkan E-LKPD berkualitas.

Evaluasi pada tahap analisis terfokus pada perbaikan pertanyaan dalam angket observasi kebutuhan dan karakteristik siswa, seperti pertanyaan mengenai materi pembelajaran yang disukai siswa beserta alasan-alasannya. Pada tahap desain, evaluasi mencakup rancangan flowchart dan storyboard, dengan penambahan kegiatan evaluasi di akhir pembelajaran dan penyesuaian tata letak kegiatan sesuai dengan sintaks Problem Based Learning (PBL). Selama tahap pengembangan, evaluasi melibatkan validasi materi, validasi media, serta respons guru dan siswa terhadap E-LKPD. Perbaikan E-LKPD dilakukan berdasarkan komentar yang diberikan oleh tim ahli.

Kelebihan E-LKPD berbasis PBL adalah mengintegrasikan model pembelajaran PBL yang memberikan pengalaman belajar baru, membantu siswa memahami materi sistem pernapasan melalui kegiatan pembelajaran aktif, yaitu penyelidikan. Berdasarkan penelitian oleh Armanda & Putra (2023:15024) integrasi model pembelajaran PBL meningkatkan nilai uji kognitif siswa, menciptakan suasana belajar yang menyenangkan dan meningkatkan minat belajar siswa. E-LKPD berbasis PBL mudah diakses menggunakan berbagai perangkat elektronik seperti *smartphone*, laptop, *tablet* yang memiliki kapasitas penyimpanan kecil, karena media pembelajaran ini berupa *link*. E-LKPD menggunakan berbagai media untuk memberikan visualisasi yang mendukung pemahaman materi, seperti gambar, video dan animasi.

E-LKPD berbasis PBL memiliki kekurangan, yaitu hanya dapat diunduh jika perangkat (laptop, komputer dan *smartphone*) yang digunakan terkoneksi dengan internet (online). E-LKPD hanya dibatasi pada materi sistem pernapasan pada manusia. Kegiatan evaluasi E-LKPD ini menggunakan aplikasi *quizziz* dan masa aktif tugas selama dua minggu, sehingga guru harus memperbarui link evaluasi jika masa aktif tugas berakhir.

BAB V

SIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian pengembangan E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi sistem pernapasan kelas XI sains SMA N 5 Kota Jambi adalah sebagai berikut:

1. Produk pengembangan ini adalah E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi sistem pernapasan kelas XI sains. Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian pengembangan *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE. Model pengembangan ini terdiri atas lima tahap, yaitu analisis, desain, pengembangan, implementasi dan evaluasi. Tahap analisis, berupa analisis kebutuhan, analisis karakteristik siswa dan analisis materi. Tahap desain merancang dan mengembangkan E-LKPD. Tahap pengembangan E-LKPD divalidasi oleh tim ahli dan diujicoba untuk mendapatkan respon guru dan siswa. Tahap implementasi, E-LKPD diterapkan dalam pembelajaran. Tahap evaluasi,
2. E-LKPD berbasis PBL pada materi sistem pernapasan kelas XI sains layak digunakan dalam proses pembelajaran. Hasil validasi materi dan validasi media terhadap E-LKPD berbasis PBL sebesar 95% dengan kategori “Sangat Layak”.
3. Hasil penilaian respon guru terhadap E-LKPD PBL pada materi sistem pernapasan adalah 85% dengan kategori “Sangat Baik”. E-LKPD dapat memenuhi aspek penilaian relevansi, kebahasaan, kesesuaian isi materi, evaluasi dan kemenarikan tampilan.

4. Respon siswa terhadap E-LKPD PBL pada materi sistem pernapasan diberikan oleh dua kelompok uji coba, yaitu kelompok kecil dan kelompok besar. Persentase respon siswa kelompok kecil terhadap E-LKPD adalah 95,8% dengan kategori “Sangat Baik” dan kelompok besar adalah 97,5% dengan kategori “Sangat Baik”. E-LKPD dapat memenuhi aspek penilaian kemenarikan desain, penyajian materi dan kebermanfaatan.

5.2 Implikasi

E-LKPD berbasis PBL pada materi sistem pernapasan layak untuk digunakan dalam pembelajaran biologi setelah melewati serangkaian tahapan, seperti validasi materi, validasi media, penilaian respons guru, dan uji coba kelompok kecil serta kelompok besar. E-LKPD berbasis PBL ini menjadi opsi media pembelajaran alternatif yang dapat membantu siswa memahami konsep sistem pernapasan. Selain itu, E-LKPD berbasis PBL dapat dijadikan referensi untuk mengembangkan media pembelajaran lain yang lebih menarik dengan memanfaatkan teknologi pembelajaran secara optimal.

5.3 Saran

Saran yang ingin disampaikan oleh peneliti setelah mengembangkan E-LKPD berbasis PBL pada materi sistem pernapasan adalah sebagai berikut:

1. Bagi siswa, disarankan memanfaatkan E-LKPD berbasis PBL sebagai salah satu pilihan media pembelajaran mandiri yang dapat diakses dengan mudah kapan saja dan di mana saja melalui perangkat smartphone atau laptop.
2. Bagi guru, dianjurkan untuk mengintegrasikan E-LKPD berbasis PBL sebagai media pembelajaran alternatif atau sebagai tambahan untuk memberikan variasi dalam penggunaan media pembelajaran.

3. E-LKPD berbasis PBL hanya mencakup materi sistem pernapasan untuk siswa kelas XI sains. Oleh karena itu, diharapkan penelitian selanjutnya dapat memperluas cakupan materi dalam pengembangan media pembelajaran ini, sehingga dapat meningkatkan manfaatnya dalam proses pembelajaran.