

**PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING*  
PADA MATERI SISTEM RESPIRASI MANUSIA UNTUK MELATIH  
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK KELAS XI  
SMAS HANG TUAH 1 SURABAYA**

***DEVELOPMENT OF E-LKPD BASED ON PROBLEM BASED LEARNING ON  
HUMAN RESPIRATION SYSTEM MATERIAL TO TRAIN CRITICAL THINKING SKILLS OF  
CLASS XI STUDENTS OF SMAS HANG TUAH 1 SURABAYA***

**Nur Mazidah Rizqiyah**

Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: [nurmazidah.20012@mhs.unesa.ac.id](mailto:nurmazidah.20012@mhs.unesa.ac.id)

**Dyah Hariani**

Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: [dyahhariani@unesa.ac.id](mailto:dyahhariani@unesa.ac.id)

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan E-LKPD yang baik didukung fitur-fitur berupa *Bio News*, *Bio Think*, *Bio Activity*, *Bio Communication*, dan *Bio Revaltion (Reflection and Evaluation)* ditinjau dari kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik. Penelitian ini menggunakan metode pengembangan 4D (*define, design, develop, disseminate*). Tahap *define* dilakukan melalui analisis awal akhir dari permasalahan, analisis kognitif peserta didik, analisis konsep materi sistem respirasi manusia, analisis tugas dari E-LKPD, perumusan tujuan pembelajaran. Analisis data secara deskriptif kualitatif. Tahap *design* data didapatkan melalui pembuatan rancangan awal produk E-LKPD berbasis PBL materi sistem respirasi manusia. Analisis data secara deskriptif kualitatif. Tahap *develop* dilakukan pengumpulan data hasil validasi melalui penilaian E-LKPD oleh para validator berdasarkan skala likert 1-5 diuji cobakan dengan memberikan angket respons peserta didik. Analisis data secara deskriptif kuantitatif, serta pemberian soal *pretest* dan *posttest* dianalisis melalui uji statistik uji t berpasangan dan uji *N-gain*. Tahap *dissemination* dilakukan publikasi artikel hasil penelitian ini di jurnal berkala ilmiah pendidikan biologi (BioEdu). Hasil penelitian validitas E-LKPD menunjukkan skor sebesar 89,62% (sangat valid). Hasil kepraktisan E-LKPD melalui angket respons peserta didik sebesar 98,46% (sangat praktis). Hasil keefektifan E-LKPD dilihat berdasarkan hasil analisis uji t berpasangan sebesar  $0,000 < 0,005$  menunjukkan bahwa terdapat pengaruh sangat signifikan sebelum dan sesudah pemberian E-LKPD. Hasil uji *N-gain* sebesar 0,86 termasuk kategori tinggi menunjukkan adanya peningkatan keterampilan berpikir kritis. Simpulan dari penelitian ini adalah E-LKPD yang dihasilkan baik ditinjau dari validitas yang berada pada kategori sangat valid; kepraktisan dengan kategori sangat praktis; keefektifan dengan kategori sangat efektif.

**Kata Kunci:** penelitian pengembangan, E-LKPD, *problem based learning*, sistem respirasi manusia, berpikir kritis

**Abstract**

*This study aims to develop a high-quality E-LKPD (Electronic Student Worksheet) supported by features such as Bio News, Bio Think, Bio Activity, Bio Communication, and Bio Revelation (Reflection and Evaluation), evaluated based on validity, practicality, and effectiveness in fostering students' critical thinking skills. The research employs the 4D development method, which includes define, design, develop, and disseminate stages. In the define stage, an analysis of initial and final problems, students' cognitive abilities, human respiratory system concepts, E-LKPD tasks, and learning objectives was conducted, with data analyzed qualitatively and descriptively. In the design stage, an initial draft of the PBL-based (Problem-Based Learning) E-LKPD focusing on the human respiratory system was created, with data analysis performed descriptively and qualitatively. The develop stage involved collecting validation data through assessments by validators using a Likert scale of 1–5 and testing the E-LKPD with students through response questionnaires. Data were analyzed quantitatively and descriptively, and pretest and posttest results were examined using paired t-tests and N-gain tests. In the dissemination stage, the research findings were published in the scientific journal BioEdu (Biology Education). The results showed that the*

validity of the E-LKPD reached 89.62% (very valid), its practicality based on student responses scored 98.46% (very practical), and its effectiveness, analyzed through a paired t-test result of  $0.000 < 0.005$ , indicated a highly significant effect before and after the E-LKPD implementation. Additionally, the N-gain test result of 0.86 (high category) demonstrated an improvement in students' critical thinking skills. In conclusion, the E-LKPD developed in this study is of excellent quality in terms of validity (very valid), practicality (very practical), and effectiveness (very effective).

**Keywords:** development research, E-LKPD, problem-based learning, human respiratory system, critical thinking.

## PENDAHULUAN

Pembelajaran abad 21 mempengaruhi berkembangnya teknologi dalam bidang pendidikan di Indonesia yang menuntut setiap peserta didik mempunyai keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, komunikasi dan kreatif pada kegiatan pembelajaran (Siregar, 2023). Kemampuan berpikir kritis seringkali bermula dari keterampilan individu mengkritisi fenomena-fenomena yang ada pada lingkungannya, lalu menilai fenomena tersebut berdasarkan sudut pandangnya. Kemampuan kolaborasi yakni kemampuan dalam kerja sama, sinergi dan tanggung jawab terhadap dirinya, orang lain, maupun lingkungannya. Kemampuan komunikasi berupa bentuk nyata berhasilnya pendidikan karena ketika civitas akademika memiliki kemampuan berkomunikasi maka kualitas pendidikan meningkat. Kemampuan kreativitas bisa memperoleh kebaruan sesuatu dengan mengasah kreativitas peserta didik dalam proses pembelajaran sehingga diperoleh hal baru di bidang pendidikan (Rosnaeni, 2021).

Saat ini pendidik dengan peserta didik secara bersama-sama diharuskan untuk menciptakan konsep pembelajaran aktif dengan mengedepankan perkembangan pengetahuan, kreativitas, pemikiran kritis, komunikasi, dan kecakapan teknologi (Rahmatika *et al.*, 2022). Berdasarkan hal tersebut dibutuhkan kondisi belajar yang mampu menyediakan peluang untuk guru dapat melatih proses berpikir kritis kepada siswa, sehingga mampu menggali potensi-potensi lain serta dapat digunakan dalam pencapaian diri menjadi lebih baik pada persoalan pribadi, sosial, karir, maupun belajar (Kurniawan *et al.*, 2020). Berpikir kritis yaitu proses terstruktur agar siswa dapat mengevaluasi permasalahan yang didapat dari pengalaman nyata pada kehidupan dan upaya pemecahan permasalahannya (Shafira, 2023).

Apabila seseorang dapat memenuhi indikator interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, eksplanasi, dan regulasi diri, maka seseorang bisa disebut memiliki kemampuan berpikir kritis (Islamiyah dan Wijayanti, 2022). Namun, nyatanya kegiatan belajar yang dilaksanakan guru belum menerapkan keterampilan berpikir kritis pada saat proses pembelajaran yang

ditunjukkan dengan metode pengajaran lebih dominan bersifat "teacher-centered", guru belum memberikan contoh, penjelasan, merangsang peserta didik dalam mencari dan melakukan pemecahan permasalahan autentik, kurang memberi ruang kepada peserta didik bertanya dan mendapat pengetahuan tentang masalah yang diberi oleh guru dalam melatih berpikir kritisnya.

Sejalan dengan hasil kegiatan Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) penulis dan wawancara bersama guru biologi SMA Swasta Hang Tuah 1 Surabaya menyatakan bahwa kegiatan belajar mengajar bersifat pasif (*teacher centered*) karena guru kurang mengajak siswa dalam pengembangan kemampuan berpikir kritis, belum memberikan contoh-contoh permasalahan autentik dan soal-soal yang dilatihkan belum mampu merangsang siswa berpikir secara kritis. Hal ini perlu pengoptimalan keterampilan berpikir kritis siswa menggunakan suatu model belajar yang efektif melatih keterampilan berpikir kritis siswa yaitu *Problem Based Learning* (PBL).

*Problem Based Learning* (PBL) yaitu model pembelajaran yang menuntun siswa untuk menghadapi masalah autentik dalam kesehariannya, sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa (Anwar *et al.*, 2023). Model pembelajaran PBL bisa membuat siswa memberikan peran aktif dan turut serta pada berbagai penyelidikan masalah untuk mengembangkan pengetahuannya (Istiqah *et al.*, 2021). Tahapan sintaks pada model PBL adalah mengorientasi siswa pada masalah, mengorganisasikan untuk belajar, membimbing penyelidikan individu maupun kelompok, mengembangkan dan menyajikan hasil karya, serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah (Sujianti *et al.*, 2022).

Pelaksanaan kegiatan belajar mengajar yang bisa melatih siswa dalam berpikir secara kritis melalui penerapan model PBL dapat didukung menggunakan suatu bahan ajar LKPD. LKPD termasuk bahan ajar mencakup pemberian tugas didalamnya dengan maksud membuat siswa punya kemampuan dalam memecahkan permasalahan dengan baik (Nababan dan Putri, 2022). Pada kondisi pembelajaran saat ini, LKPD konvensional kurang efektif digunakan karena kurang sesuai dengan pembelajaran yang bersifat interaktif dan kurang menarik,

sehingga kurang menunjang minat belajar dan kemampuan peserta didik (Herlina *et al.*, 2023). Maka dari itu penting untuk mengembangkan LKPD yang diintegrasikan pada penggunaan teknologi untuk bisa dipakai siapapun, kapanpun, dan dimana saja melalui berbagai jenis alat teknologi komunikasi yaitu biasa disebut E-LKPD.

E-LKPD adalah bahan ajar elektronik dikembangkan menggunakan soal aspek kognitif melalui pemanfaatan teknologi elektronik berisi materi, latihan soal serta lembar kerja disertai fitur-fitur menarik guna menunjang peningkatan berpikir kritis pada siswa (Fitriyah dan Ghofur, 2021). Penelitian ini mengungkap beberapa fitur E-LKPD yang bisa menunjang kemampuan berpikir kritis siswa pada pembelajaran berbasis PBL yaitu *Bio News*, *Bio Think*, *Bio Activity*, *Bio Communication* dan *Bio Revaltion (Reflection and Evaluation)*. Fitur-fitur ini berisi kegiatan yang memuat sintaks PBL dan indikator berpikir kritis dengan menyajikan permasalahan autentik, kegiatan praktikum, serta soal-soal latihan yang dirancang dalam merangsang keterampilan berpikir kritis peserta didik disertai dengan tampilan, video, maupun gambar interaktif yang dapat membangkitkan semangat belajar siswa serta memfasilitasi mereka saat proses pembelajaran. Pengembangan E-LKPD dapat membantu proses belajar siswa khususnya pada pelajaran biologi materi sistem respirasi manusia. Sistem respirasi manusia merupakan materi pembelajaran yang tercantum pada fase F berdasarkan elemen pemahaman biologi dengan Capaian Pembelajaran (CP) yaitu menganalisis keterkaitan struktur organ pada sistem organ dengan fungsinya serta kelainan atau gangguan yang muncul pada sistem organ tersebut.

Pada materi sistem respirasi manusia, peserta didik belajar dengan cara menghafal, proses pembelajaran masih kurang memperhatikan masalah autentik, serta tidak ada kegiatan praktikum. Proses pembelajaran pada materi sistem respirasi manusia perlu ditunjang dengan adanya kegiatan praktikum karena materi ini merupakan materi biologi yang abstrak serta tidak bisa dilihat langsung proses kerjanya, sehingga siswa kurang dilatihkan untuk menyelesaikan permasalahan biologi. Oleh karena itu, proses pembelajaran pada materi sistem respirasi manusia perlu adanya kegiatan praktikum secara langsung berpedoman pada E-LKPD yang didalamnya terdapat fitur-fitur interaktif, sehingga bisa menarik minat belajar peserta didik agar mampu tercipta suasana belajar aktif dan interaktif, serta dapat merangsang keterampilan peserta didik dalam berpikir untuk penyelesaian masalah.

Pemaparan di atas dapat menjadi dasar dikembangkannya E-LKPD guna menyelesaikan permasalahan-permasalahan peserta didik dalam materi sistem respirasi manusia. Pemberian E-LKPD dengan menyajikan materi lengkap, relevan, serta terdapat kegiatan praktikum sederhana didukung fitur-fitur interaktif dengan tujuan meningkatkan minat belajar, membuat siswa turut aktif pada kegiatan belajar mengajar, serta dapat merangsang keterampilan berpikir penyelesaian masalah yang berdampak dengan meningkatnya hasil belajar. Pengembangan E-LKPD berbasis PBL mengaitkan indikator berpikir kritis berupa interpretasi, inferensi, analisis, evaluasi, dan eksplanasi yang bisa membuat siswa mengembangkan kemampuan berpikir secara kritis dan membuat hasil belajarnya menjadi tinggi. Hal tersebut merupakan *novelty* dari penelitian ini.

## METODE

Penelitian ini termasuk kategori penelitian pengembangan yang mengimplementasikan model 4-D, meliputi *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Penelitian ini dilaksanakan di Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya dan dilakukan uji coba secara terbatas pada 15 peserta didik kelas XI di SMAS Hang Tuah 1 Surabaya.

Tahap *define* (pendefinisian) dilakukan dengan cara analisis awal akhir dari permasalahan yang dihadapi ketika pelaksanaan pembelajaran berlangsung mengenai materi sistem respirasi manusia, analisis kognitif peserta didik, analisis konsep materi sistem respirasi manusia, analisis tugas dari E-LKPD, perumusan tujuan pembelajaran, kemudian dianalisis secara deskriptif kualitatif. Tahap kedua yaitu *design* (perencanaan) dilakukan melalui penyusunan format isi E-LKPD dan pembuatan rancangan awal produk E-LKPD berbasis PBL materi sistem respirasi manusia, kemudian dianalisis secara deskriptif kualitatif. Tahapan ini menghasilkan draft awal (draft I) yang kemudian akan dilakukan validasi kepada dosen ahli pendidikan, dosen ahli materi, dan guru biologi pada tahap pengembangan.

Tahap *develop* (pengembangan) dilakukan pengumpulan data hasil validasi melalui penilaian E-LKPD oleh para validator berdasarkan skala likert 1-5 diuji cobakan dengan memberikan angket respons peserta didik dianalisis secara deskriptif kuantitatif, serta pemberian soal *pretest* dan *posttest* dianalisis melalui uji statistik uji *t* berpasangan dan uji *N-gain*. Tahap *disseminate* (penyebaran) dilakukan dengan

mempublikasikan artikel hasil penelitian pengembangan E-LKPD berbasis PBL pada jurnal berkala ilmiah pendidikan biologi (BioEdu) diterbitkan oleh Pendidikan Biologi, FMIPA, Unesa.

Analisis Validitas E-LKPD dan soal tes dilaksanakan oleh dosen ahli untuk menilai E-LKPD dan soal tes yang telah dikembangkan. Hasil data yang diperoleh berdasarkan skor dan kriteria yang telah ditentukan menggunakan Skala Likert. Total skor validasi yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif sehingga memperoleh nilai validitas atau kelayakan dari E-LKPD. Persamaan yang dipakai dalam melakukan perhitungan validitas E-LKPD yakni:

$$\text{Validitas (\%)} = \frac{\sum \text{skor yang diperoleh}}{\sum \text{skor maksimal}} \times 100\% \dots (1)$$

Perolehan persentase validitas diinterpretasikan dengan kriteria validitas yang mengadaptasi dari (Riduwan, 2016). Hasil yang diperoleh dinyatakan valid jika dihasilkan persentase  $\geq 70\%$ . Analisis kepraktisan E-LKPD didapatkan melalui hasil angket respons peserta didik yang dianalisis lebih dalam untuk memperoleh kualitas E-LKPD sesuai respons peserta didik. Penyusunan instrumen angket respons peserta didik dengan skala Guttman yang dilakukan pada perhitungan di bawah:

$$\text{Kepraktisan (\%)} = \frac{\sum \text{jawaban ya}}{\sum \text{skor keseluruhan}} \times 100\% \dots (2)$$

Persentase tersebut diinterpretasikan dalam kriteria yang mengadaptasi dari (Riduwan, 2016). Hal ini diketahui bahwa E-LKPD dapat dikatakan praktis jika respons peserta didik dihasilkan persentase  $\geq 70\%$ . Analisis data keefektifan E-LKPD sesuai dengan hasil pembelajaran peserta didik saat sebelum dan sesudah pemberian E-LKPD melalui *pretest* dan *posttest*. Hasil tes tiap peserta didik yang diperoleh dinyatakan tuntas jika nilai *posttest*  $\geq 78$  berdasarkan KKM (Kriteria Ketuntasan Minimal) di SMAS Hang Tuah 1 Surabaya kemudian menghitung persentase ketuntasan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Ketuntasan (\%)} = \frac{\sum \text{peserta didik tuntas}}{\sum \text{peserta didik}} \times 100\% \dots (3)$$

Persentase ketuntasan diolah dalam kriteria yang mengadaptasi dari (Riduwan, 2016). Hal ini dapat diketahui bahwa peserta didik dinyatakan tuntas jika dihasilkan persentase  $\geq 70\%$ . Analisis hasil uji coba E-LKPD dilakukan menggunakan skala pengukuran interval dengan uji normalitas, uji homogenitas, uji t berpasangan melalui aplikasi SPSS 25, dan uji *N-gain*.

Uji normalitas data ditentukan berdasarkan nilai signifikansi  $> 0,05$  yang berarti data diartikan memiliki

distribusi normal. Apabila nilai signifikansi  $< 0,05$ , data diartikan tidak berdistribusi normal (Aulia dan Ratmono, 2022). Uji homogenitas memiliki ketentuan nilai signifikansi  $> 0,05$ , sehingga bisa dianggap variansi antar kelompok data tersebut bersifat homogen atau serupa (Aulia dan Ratmono, 2022).

Uji t berpasangan memiliki ketentuan jika nilai signifikansi  $< 0,05$ , maka variabel independen memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel dependen. Sebaliknya, jika nilai signifikansi  $> 0,05$ , maka variabel independen tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap variabel dependen (Aulia dan Ratmono, 2022). Peningkatan terhadap keterampilan berpikir kritis siswa ditinjau berdasar atas nilai *pretest* dan *posttest* dengan menghitung *gain-score* melalui rumus sebagai berikut:



$$\text{Gain score} = \frac{\text{nilai posttest} - \text{nilai pretest}}{\text{nilai maksimal} - \text{nilai pretest}} \dots (4)$$

Skor *N-gain* diinterpretasikan pada kategori yang diadaptasi dari (Ramdhani *et al.*, 2020). Melalui kriteria ini, diperoleh informasi bahwa E-LKPD dapat dikatakan efektif jika dihasilkan skor *N-Gain*  $\geq 0,7$ .

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini yaitu lembar kerja peserta didik elektronik (E-LKPD) yang dikembangkan dengan pendekatan *problem based learning* (PBL) materi sistem respirasi manusia. Terdapat 2 E-LKPD dengan topik yang berbeda yakni “Sistem Organ Respirasi Manusia dan Fungsinya” dan “Gangguan pada Sistem Organ Respirasi”. Penelitian ini memiliki tujuan memperoleh E-LKPD yang valid, praktis dan efektif. E-LKPD berbasis PBL ini mencakup fitur-fitur interaktif yaitu *Bio News*, *Bio Think*, *Bio Activity*, *Bio Communication*, dan *Bio Revaltion* (*Reflection and Evaluation*). Fitur-fitur E-LKPD menggunakan pendekatan PBL disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Fitur-Fitur E-LKPD Berbasis PBL Untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis

No	Fitur-Fitur E-LKPD	Deskripsi
1.		Fitur <i>Bio News</i> menyajikan permasalahan fenomena terkait sistem respirasi manusia yang terjadi disekitar dengan memuat indikator interpretasi.
2.		Fitur <i>Bio Think</i> menyajikan pertanyaan-pertanyaan berkaitan dengan permasalahan



No	Fitur-Fitur E-LKPD	Deskripsi
		pada fenomena yang terjadi pada artikel dengan memuat indikator analisis dan inferensi
3.		Fitur <i>Bio Activity</i> menyajikan kegiatan praktikum sederhana disertai pertanyaan-pertanyaan berkaitan dengan hasil praktikum dengan memuat indikator inferensi, eksplanasi dan analisis.
4.		Fitur <i>Bio Communication</i> menyajikan kegiatan mempresentasikan hasil pengamatan dan poster dengan memuat indikator evaluasi dan eksplanasi.
5.		Fitur <i>Bio Revaltion (Reflection and Evaluation)</i> menyajikan pertanyaan refleksi dan kegiatan untuk mengevaluasi pembelajaran yang telah terlaksana dengan memuat indikator evaluasi.

### Validitas E-LKPD

Pelaksanaan tahap validasi mempunyai tujuan untuk memperbaiki produk E-LKPD sebelum dilakukan uji coba. Pada tahap selanjutnya dilakukan penilaian validitas produk E-LKPD oleh para ahli. Data hasil validitas tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Validasi E-LKPD Berbasis PBL

No	Aspek Penilaian E-LKPD	Skor			Hasil (%)
		V1	V2	V3	
I. ISI					
1.	Kesesuaian Cakupan Materi	4	5	5	93,33
2.	Cakupan Isi E-LKPD Dapat Melatih Peserta Didik Dalam Memecahkan Masalah	4	5	5	93,33
3.	Kesesuaian Kegiatan Dalam E-LKPD Dengan Sintaks Model Pembelajaran Problem Based Learning	4	5	5	93,33

No	Aspek Penilaian E-LKPD	Skor			Hasil (%)
		V1	V2	V3	
4.	Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis	4	5	5	93,33
Rata-rata skor kebaikan komponen isi (%)					93,33
Kategori					Sangat valid
Standar Deviasi					0
II. PENYAJIAN					
5.	Sistematika Penyajian	4	5	5	93,33
6.	Petunjuk Penggunaan E-LKPD Dapat Dipahami Peserta Didik	4	4	4	80
7.	Tampilan E-LKPD	4	5	4	86,66
Rata-rata skor kebaikan penyajian (%)					86,66
Kategori					Sangat valid
Standar Deviasi					6,67
III. KEBAHASAAN					
8.	Penggunaan Bahasa Dalam E-LKPD Dapat Dipahami Peserta Didik	4	5	5	93,33
9.	Penggunaan Kata Dalam E-LKPD Efektif dan Tidak Bermakna Ganda	4	5	5	93,33
10.	Penggunaan Kalimat Dalam E-LKPD Menarik Perhatian Peserta Didik	4	4	4	80
Rata-rata skor kebahasaan (%)					88,88
Kategori					Sangat valid
Standar Deviasi					7,70
Skor rata-rata validitas E-LKPD (%)					89,62
Kategori					Sangat valid
Standar Deviasi					3,40

Keterangan:

V1 : Validator 1 (Dosen Ahli Pendidikan)

V2 : Validator 2 (Dosen Ahli Materi)

V3 : Validator 3 (Guru Biologi)

Berdasar atas data rekapitulasi validasi menyatakan bahwa E-LKPD memperoleh skor rata-rata semua aspek kevalidan yaitu  $89,62\% \pm 3,40\%$  termasuk kategori sangat valid. E-LKPD dikatakan valid dilihat berdasar atas aspek kebaikan komponen penyajian, isi, dan kebahasaan. (Damayanti dan Raharjo, 2020).

Komponen isi mendapat persentase skor  $93,33 \pm 0,00\%$  termasuk kategori sangat valid. Kelayakan isi yang baik bisa diketahui berdasar atas kesesuaian materi dapat

membantu mencapai tujuan pembelajaran, akurasi materi yang mencakup fakta, ketepatan konsep, kebenaran prinsip, dukungan materi pembelajaran, dan kemutakhiran informasinya (Damayanti dan Raharjo, 2020). Komponen penyajian memperoleh persentase  $86,66 \pm 6,67\%$  dengan kategori sangat valid. Herdiyanto *et al.*, (2020) menyatakan bahwa bahan ajar yang bisa meningkatkan minat siswa dapat menciptakan lingkungan pembelajaran yang menarik dan mampu mendorong motivasi belajar mereka. Dengan demikian, kegiatan belajar mengajar jauh lebih efektif, serta mempermudah siswa dalam memahami materi (Aini *et al.*, 2022).

Komponen kebahasaan memperoleh persentase  $88,88 \pm 7,70\%$  termasuk kategori sangat valid. Pemilihan kata dan kalimat dalam penulisan sangat diperhatikan supaya siswa dalam memahami lebih dalam terkait materi dan materinya juga bisa dibaca dengan baik (Andini dan Qamariyah, 2024). Berdasarkan skor dan nilai standar deviasi dari setiap aspek yang dinilai meliputi aspek isi, penyajian dan kebahasaan, dapat disimpulkan bahwa E-LKPD sangat valid. Hal tersebut selaras dengan pernyataan Damayanti dan Raharjo (2020) yaitu E-LKPD yang dibuat dianggap valid jika memenuhi beberapa kategori yang sudah ditentukan oleh BSNP (2014), yaitu kelayakan isi, penyajian dan kebahasaan.

### Validitas Soal Pretest dan Posttest

Proses validitas juga dilakukan pada soal *pretest* dan *posttest* agar diketahui validitas soal sebelum diuji cobakan secara terbatas kepada peserta didik. Validasi soal *pretest* dan *posttest* dinilai berdasarkan tiga aspek yaitu komponen isi, penyajian, dan kebahasaan. Data hasil validasi *pretest* dan *posttest* disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Validasi Soal *Pretest*

No	Aspek Penilaian Soal	Skor		Hasil (%)
		V1	V2	
I. ISI				
1.	a. Butir soal sesuai dengan tujuan pembelajaran	4	4	80
	b. Butir soal sesuai dengan materi	4	4	80
	c. Butir soal sesuai dengan sintaks PBL	4	4	80
	d. Butir soal sesuai dengan indikator berpikir kritis	4	4	80
Rata-rata skor kebaikan komponen isi (%)				80
Kategori				Valid
Standar Deviasi				0
II. PENYAJIAN				
2.	a. Butir soal menggunakan kalimat tanya yang jelas dan mudah dipahami	4	4	80

No	Aspek Penilaian Soal	Skor		Hasil (%)
		V1	V2	
	b. Penyajian butir soal menuntut jawaban uraian	4	4	80
	c. Rincian pokok masalah soal disajikan dengan jelas	4	4	80
	d. Gambar disajikan dengan jelas	4	4	80
Rata-rata skor kebaikan penyajian (%)				80
Kategori				Valid
Standar Deviasi				0
III. KEBAHASAAN				
3.	a. Bahasa yang digunakan jelas dan mudah dipahami	4	4	80
	b. Penggunaan bahasa sesuai kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar	4	4	80
	c. Bahasa yang digunakan interaktif dan komunikatif	4	4	80
	d. Bahasa yang digunakan tidak menimbulkan makna ganda	4	4	80
Rata-rata skor kebahasaan (%)				80
Kategori				Valid
Standar Deviasi				0
Skor rata-rata validitas E-LKPD (%)				80
Kategori				Valid
Standar Deviasi				0

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Validasi Soal *Posttest*

No	Aspek Penilaian Soal	Skor		Hasil (%)
		V1	V2	
I. ISI				
1.	a. Butir soal sesuai dengan tujuan pembelajaran	4	4	80
	b. Butir soal sesuai dengan materi	4	4	80
	c. Butir soal sesuai dengan sintaks PBL	4	4	80
	d. Butir soal sesuai dengan indikator berpikir kritis	4	4	80
Rata-rata skor kebaikan komponen isi (%)				80
Kategori				Valid
Standar Deviasi				0
II. PENYAJIAN				
2.	a. Butir soal menggunakan kalimat tanya yang jelas dan mudah dipahami	4	4	80
	b. Penyajian butir soal menuntut jawaban uraian	4	4	80
	c. Rincian pokok masalah soal disajikan dengan jelas	4	4	80
	d. Gambar disajikan dengan jelas	4	4	80
Rata-rata skor kebaikan penyajian (%)				80
Kategori				Valid
Standar Deviasi				0
III. KEBAHASAAN				
3.	a. Bahasa yang digunakan jelas dan mudah dipahami	4	5	90

No	Aspek Penilaian Soal	Skor		Hasil (%)
		V1	V2	
	b. Penggunaan bahasa sesuai kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar	4	5	90
	c. Bahasa yang digunakan interaktif dan komunikatif	4	5	90
	d. Bahasa yang digunakan tidak menimbulkan makna ganda	4	5	90
Rata-rata skor kebahasaan (%)				90
Kategori				Sangat Valid
Standar Deviasi				0
Skor rata-rata validitas E-LKPD (%)				83,33
Kategori				Sangat Valid
Standar Deviasi				5,77

Keterangan:

V1 : Validator 1 (Dosen Ahli Pendidikan)

V2 : Validator 2 (Dosen Ahli Materi)

Berdasarkan hasil rekapitulasi validitas *pretest* di Tabel 3 didapatkan skor validitas 80% termasuk kategori valid dan validitas soal *posttest* pada Tabel 4 didapatkan skor validitas sebesar 83,88% dengan kategori sangat valid. Hasil tersebut telah disesuaikan pada kriteria Riduwan (2018), soal tes dikatakan valid apabila memperoleh persentase sebesar  $\geq 70\%$  dan mendapat kategori sangat valid apabila persentase yang diperoleh adalah 81%-100%.

Komponen isi pada soal *pretest* dan *posttest* mendapat persentase skor  $80 \pm 0,00\%$  termasuk kategori valid. Wirawan dan Suhartini (2020) menyatakan bahwa butir soal *pretest* dan *posttest* yang selaras dengan materi dan tujuan pembelajaran dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik. Komponen penyajian pada soal *pretest* dan *posttest* memperoleh persentase  $80 \pm 0,00\%$  termasuk kategori sangat valid. Hal ini dikarenakan pada soal *pretest* dan *posttest* telah menyajikan kalimat pertanyaan yang interaktif sehingga mudah dipahami peserta didik disertai soal yang menuntut jawaban uraian ditunjang dengan gambar soal yang jelas. Sejalan dengan pendapat Kusuma dan Widyastuti (2019) bahwa kalimat interaktif dalam soal uraian berdampak signifikan pada kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Komponen kebahasaan pada soal *pretest* memperoleh persentase  $80 \pm 0,00\%$  termasuk kategori valid dan pada soal *posttest* memperoleh persentase  $90 \pm 83,33\%$  termasuk kategori sangat valid. Hal ini dikarenakan soal *pretest* dan *posttest* disusun dengan memperhatikan pedoman Bahasa Indonesia yang benar, interaktif, mudah dimengerti, dan tidak ambigu. Menurut Harianti dan Nugroho (2020) menyatakan bahwa butir soal yang menggunakan ejaan bahasa Indonesia yang tepat dan tidak

bermakna ganda dapat memudahkan peserta didik dalam mengerjakan soal.

### Kepraktisan E-LKPD

Kepraktisan pengembangan E-LKPD dinilai berdasar atas hasil respons siswa melalui angket respons. Lembar angket dipakai peneliti untuk memperoleh hasil respons siswa setelah belajar dengan memanfaatkan lembar angket respons dapat mengindikasikan minat belajar melalui suatu metode pengukuran untuk memastikan bahwa responden merasa puas (Hidayah dan Kuntjoro, 2022). E-LKPD. Rekapitulasi hasil respons tersaji di Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Respons Peserta Didik terhadap E-LKPD Berbasis PBL

No	Butir Pernyataan	Respons Positif (%)	
		Ya	Tidak
1.	Petunjuk dalam mengerjakan E-LKPD ini mudah dipahami.	93,33	6,66
2.	Prosedur percobaan yang dijelaskan dalam E-LKPD mudah dipahami.	100	0
3.	E-LKPD pada materi sistem respirasi manusia sesuai dengan materi yang diajarkan.	100	0
4.	Alokasi waktu yang diberikan cukup untuk mengerjakan semua kegiatan dalam E-LKPD.	86,66	13,33
5.	Gambar yang disajikan dalam E-LKPD ini jelas dan sesuai dengan topik yang dikembangkan.	100	0
6.	Pembelajaran menggunakan E-LKPD membuat anda lebih mudah untuk menguasai konsep materi.	100	0
7.	Permasalahan dalam E-LKPD berkaitan dengan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari.	100	0
8.	Penggunaan E-LKPD dapat membantu lebih aktif dan interaktif dalam pembelajaran.	100	0
9.	E-LKPD dapat menarik minat belajar dan minat membaca.	100	0
10.	Secara umum E-LKPD ini sudah baik.	100	0
11.	Siswa lebih semangat belajar ketika sudah berhasil memecahkan permasalahan yang ada di E-LKPD.	93,33	6,66
12.	E-LKPD yang diberikan dapat membantu dalam memahami materi.	100	0

No	Butir Pernyataan	Respons Positif (%)	
		Ya	Tidak
13.	Kegiatan dalam E-LKPD dapat melatih membuat rumusan masalah.	100	0
14.	Kegiatan dalam E-LKPD dapat melatih terampil dalam berpikir kritis.	100	0
15.	Kegiatan dalam E-LKPD melatih terampil dalam menyelesaikan permasalahan kehidupan sehari-hari.	100	0
16.	Bahasa dalam E-LKPD ini mudah dipahami.	80	20
17.	Tulisan dalam E-LKPD ini dapat terbaca dengan jelas,	86,66	13,33
18.	Petunjuk aktivitas dalam E-LKPD jelas dan mudah dipahami.	93,33	6,66
Rata-rata (%)		98,46	1,54
Standar Deviasi		5,55	5,55

Berdasarkan Tabel 5 diperoleh informasi sebagian peserta didik merespons secara positif terhadap penggunaan E-LKPD. Dari rekapitulasi respons peserta didik, terdapat 12 pertanyaan yang memperoleh 100% jawaban “Ya”, 3 pertanyaan memperoleh 93,33%, 2 pertanyaan memperoleh 86,66% dan 1 pertanyaan memperoleh 80%, sehingga persentase rata-rata jawaban “Ya” adalah  $98,46 \pm 5,55\%$ . Dapat diketahui E-LKPD sangat praktis dipakai siswa untuk menunjang kegiatan belajar. Respons positif ini menunjukkan ketertarikan dan minat mereka dalam menjalankan pembelajaran yang disajikan. Hal ini disebabkan karena adanya langkah-langkah PBL yang lengkap serta penyelesaian masalah nyata sehari-hari dalam E-LKPD.

Zahroh dan Yuliani (2021) menyatakan mengenai pemilihan masalah yang relevan dalam E-LKPD memiliki pengaruh terhadap respons peserta didik yang dapat meningkatkan motivasi mereka karena dapat mengaitkan materi pembelajaran langsung dengan situasi kehidupan nyata dan manfaat yang dapat diperoleh dari penerapannya. Model PBL juga memfasilitasi pemahaman materi pembelajaran oleh peserta didik karena dapat dikaitkan dengan konteks kehidupan sehari-hari (Nisak dan Susantini, 2023). Penggunaan LKPD dalam pembelajaran dapat melatih keterampilan berpikir kritis dibanding dengan metode pembelajaran yang tidak memakai LKPD (Andini dan Qamariyah, 2024).

#### Keefektifan E-LKPD

Keefektifan E-LKPD didapat berdasar atas penilaian hasil belajar siswa terkait materi sistem respirasi manusia

yang melatih keterampilan berpikir kritis interpretasi, inferensi, analisis, eksplanasi, dan evaluasi yang diukur memakai lembar *pretest* dan *posttest*. Siswa dinyatakan tuntas jika skor tes memenuhi standar kriteria ketuntasan minimal (KKM) biologi kelas XI SMAS Hang Tuah 1 Surabaya yaitu  $> 78$ . Data hasil *pretest* dan *posttest* dilakukan uji statistik melalui aplikasi SPSS 25 untuk menelaah signifikansi perbedaan antara dua kumpulan data yang diperoleh sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) pemberian media pembelajaran menggunakan uji normalitas, uji homogenitas, uji t berpasangan, dan uji *N-Gain*.

Data hasil *pretest* dan *posttest* dilakukan uji normalitas agar diketahui apakah distribusi data memenuhi pola normal atau tidak. Berdasar atas hasil uji normalitas menggunakan Kolmogorov Smirnov memperoleh nilai signifikansi  $> 0.05$  yaitu sebesar 0.105, sehingga bisa ditarik kesimpulan bahwa data *pretest* dan *posttest* memiliki distribusi normal. Menurut Puspa et al., (2021), uji normalitas Kolmogorov Smirnov digunakan dalam mengevaluasi data yang memiliki distribusi normal ataupun tidak melalui suatu syarat jika nilai signifikansinya melebihi 0,005, data dianggap memiliki distribusi normal dan begitu pula sebaliknya.

Sesudah didapatkan hasil uji normalitas bahwa data memiliki distribusi normal, selanjutnya dilakukan uji homogenitas. Berdasar atas hasil uji homogenitas ditunjukkan dengan perolehan nilai signifikansi  $> 0.05$  yaitu sebesar 0.768. hal ini dapat dikatakan bahwa data *pretest* dan *posttest* memiliki variansi yang sama (homogen). Adiansha et al., (2020) menyatakan bahwa uji homogenitas bertujuan menentukan variabilitas data dalam berbagai populasi memiliki variansi yang sama ataupun tidak dengan mempertimbangkan kriteria nilai signifikansi kurang dari 0,05 maka variansi populasi data dianggap berbeda (tidak homogen), namun, bila nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, maka variansi populasi data dianggap sama (homogen).

Setelah itu, dilaksanakan uji t berpasangan untuk melihat adanya perbedaan secara signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest*. Hasil uji t berpasangan ditunjukkan dengan perolehan nilai signifikansi  $< 0.005$  yaitu sebesar 0,000, sehingga mengindikasikan bahwa hasil *pretest* dan *posttest* memiliki perbedaan signifikan. Hal ini sesuai pernyataan menurut Cholifah dan Novita (2022) bahwa analisis uji t berpasangan yaitu bila nilai signifikansi  $< 0,05$ , maka *pretest* dan *posttest* punya perbedaan signifikan, begitu juga sebaliknya. Apabila hasil data uji t berpasangan mengindikasikan terdapat perbedaan yang signifikan, maka dilanjutkan dengan menggunakan uji *N-*



gain. Peningkatannya bisa diperoleh melalui perhitungan menggunakan *N-gain score* yang disajikan pada data hasil pretest dan posttest tersaji pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Belajar Peserta Didik Sebelum (*Pretest*) dan Sesudah (*Posttest*) Menggunakan E-LKPD Berbasis PBL

No	Peserta Didik	Pretest		Posttest		N-gain	Kategori
		Nilai	Kategori	Nilai	Kategori		
1	PD1	40	TT	95	T	0,92	T
2	PD2	30	TT	90	T	0,86	T
3	PD3	15	TT	85	T	0,82	T
4	PD4	35	TT	85	T	0,77	T
5	PD5	50	TT	90	T	0,80	T
6	PD6	20	TT	95	T	0,94	T
7	PD7	35	TT	95	T	0,92	T
8	PD8	25	TT	90	T	0,87	T
9	PD9	45	TT	95	T	0,91	T
10	PD10	20	TT	90	T	0,88	T
11	PD11	25	TT	80	T	0,73	T
12	PD12	30	TT	90	T	0,86	T
13	PD13	25	TT	90	T	0,87	T
14	PD14	35	TT	95	T	0,92	T
15	PD15	20	TT	90	T	0,88	T
Rata-rata		30,00	TT	90,33	T	0,86	T
Σ Peserta Didik Tuntas		0		15			
Ketuntasan (%)		0%		100%			

Keterangan:

PD : Peserta Didik

T : Tuntas

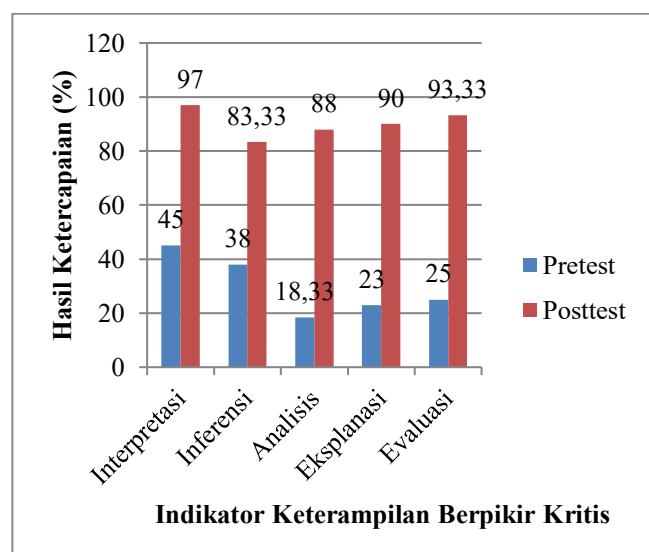
TT : Tidak Tuntas

Berdasarkan hasil tes berpikir kritis, nilai *pretest* yang diperoleh siswa memiliki rentang 15-50 dengan persentase ketuntasan 0% (tidak ada siswa yang tuntas). Menurut penelitian Norrazifti dan Dian (2019), rendahnya hasil *pretest* merupakan hal yang umum terjadi karena pelaksanaan pembelajaran belum dilakukan. Sedangkan nilai *posttest* yang diperoleh peserta didik memiliki rentang 80-95 dengan persentase ketuntasan 100% atau seluruh peserta didik tuntas. Skor *N-gain* 0.86 termasuk kriteria tinggi. Digunakannya E-LKPD dapat membuat hasil tes meningkat. Peningkatan ini disebabkan oleh stimulasi keaktifan peserta didik melalui model PBL. Ketika peserta didik terlibat aktif, mereka akan mengalami peningkatan dalam aktivitas berpikir yang akan meningkatkan kemampuan kognitif mereka dan berdampak pada peningkatan hasil belajar (Nisak dan Susantini, 2023). Peningkatan hasil belajar ada pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik

No	Indikator Berpikir Kritis	Rata-rata Pretest (%)	Rata-rata Posttest (%)	N-gain	Kategori
1.	Interpretasi	45	97	0,95	Tinggi
2.	Inferensi	38	83,33	0,73	Tinggi
3.	Analisis	18,33	88	0,85	Tinggi
4.	Eksplanasi	23	90	0,87	Tinggi
5.	Evaluasi	25	93,33	0,91	Tinggi
Rata-rata		30,00	90,33	0,86	Tinggi

Berdasarkan Tabel 7 diperoleh informasi peneliti menetapkan lima indikator berpikir kritis dengan rata-rata *pretest* dan *posttest* yang menunjukkan peningkatan sebesar 60,33% dan nilai N-gain 0,86 yang masuk pada kriteria tinggi. Keterampilan interpretasi meningkat sebesar 52% dengan nilai N-gain 0,95 yang masuk pada kriteria tinggi. Keterampilan inferensi meningkat sebesar 45,33% dengan nilai N-gain 0,73 yang masuk pada kriteria tinggi. Keterampilan analisis meningkat sebesar 69,67% dengan nilai N-gain 0,85 yang masuk pada kriteria tinggi. Keterampilan eksplanasi meningkat sebesar 67% dengan nilai N-gain 0,87 yang masuk pada kriteria tinggi. Keterampilan evaluasi meningkat sebesar 68,33% dengan nilai N-gain 0,91 yang masuk pada kriteria tinggi. Adapun grafik hasil ketercapaian indikator berpikir peserta didik disajikan di Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Ketercapaian Indikator Keterampilan Berpikir Kritis

Pada grafik diketahui terdapat peningkatan keterampilan berpikir kritis yang terdiri dari indikator interpretasi, inferensi, analisis, eksplanasi, dan evaluasi.

Interpretasi merupakan kemampuan untuk memahami dan menyampaikan maksud yang terkandung dalam berbagai pengalaman, keadaan, informasi, kejadian, penilaian, kesepakatan, keyakinan, prinsip, metode, atau standar yang ada (Isslamiyah dan Wijayanti, 2022). Peserta didik mampu memahami, menafsirkan makna suatu informasi dari permasalahan autentik dan membuat rumusan masalah. Hal tersebut dapat terjadi karena peserta didik terlatih mengerjakan soal interpretasi dalam E-LKPD terkait artikel mengenai peristiwa kekurangan oksigen akibat konser berdesakan dan bayi terkena infeksi paru akibat terpapar rokok. Hal tersebut merupakan masalah yang ada di kehidupan, sehingga siswa mampu mengungkapkan suatu informasi yang diperoleh dengan mudah.

Indikator inferensi merupakan indikator dengan peningkatan terendah. Inferensi adalah kemampuan untuk mengenali elemen-elemen penting yang dibutuhkan dalam menarik kesimpulan, menyusun asumsi dan hipotesis, serta mengevaluasi informasi relevan untuk mencapai kesimpulan akhir dari data, pernyataan, prinsip, bukti, evaluasi, pandangan, gagasan, perasaan, pertanyaan, atau bentuk representasi (Isslamiyah dan Wijayanti, 2022). Pada soal dengan indikator inferensi, beberapa peserta didik belum mampu membuat hipotesis, serta kurang tepat dalam membuat kesimpulan. Hal tersebut karena peserta didik kurang dilatihkan membuat hipotesis serta kurang teliti dalam menarik kesimpulan. Meskipun inferensi memiliki peningkatan terendah, namun hasil menunjukkan bahwa nilai *N-gain* siswa meningkat pada kategori tinggi. Keterampilan peserta didik dalam menarik kesimpulan melibatkan analisis informasi, seleksi bukti, dan pembentukan hubungan logis antara ide, sehingga peserta didik terlatih berpikir secara kritis dan membuat inferensi yang sesuai (Putri dan Syafrani, 2022).

Indikator analisis menunjukkan bahwa peserta didik mampu mengerjakan soal analisis. Analisis adalah kemampuan mengenali keterkaitan sebenarnya antara pernyataan, pertanyaan, gagasan, penjelasan, atau bentuk penyajian lainnya dengan tujuan untuk menyampaikan keyakinan, evaluasi, pengalaman, argumen, fakta, atau pandangan (Isslamiyah dan Wijayanti, 2022). Perolehan nilai *N-gain* indikator analisis yang tinggi disebabkan oleh adanya latihan soal yang dikerjakan saat pembelajaran menggunakan E-LKPD ditunjang dengan penyajian ringkasan materi dan siswa bisa mencari dan mendapat pengetahuan melalui sumber-sumber untuk melakukan analisis semua hal terkait sistem respirasi manusia. Khoirunnisa dan Dwikorantoro (2021) menyatakan

bahwa agar dapat membuat berpikir kritis siswa meningkat diperlukan pendekatan dengan menekankan keterlibatan aktif dalam mencari, mensintesis, dan menganalisis informasi.

Eksplanasi adalah kemampuan untuk mengungkapkan dan membenarkan penalaran dengan mempertimbangkan bukti, gagasan, metodologi, kriteria, dan konteks yang mendasari hasil tersebut, serta mengemukakan argumen yang meyakinkan untuk menjelaskan alasan seseorang (Isslamiyah dan Wijayanti, 2022). Perolehan nilai *N-gain* indikator eksplanasi yang tinggi disebabkan oleh aktivitas pembelajaran pada E-LKPD berupa mengemukakan pendapat dan mempresentasikan hasil kegiatan praktikum dan poster, sehingga peserta didik mampu menjelaskan, memberikan alasan dan solusi pada permasalahan sistem respirasi manusia. Pemahaman yang mendalam melalui metode aktif, latihan mengemukakan pendapat dan umpan balik yang konstruktif dapat meningkatkan keterampilan eksplanasi peserta didik (Putri *et al.*, 2021).

Indikator evaluasi menunjukkan bahwa mayoritas peserta didik dapat menilai kesesuaian data dengan teori untuk membuktikan kebenaran hasil percobaan. Evaluasi adalah kemampuan menilai kredibilitas pernyataan yang berupa hitungan maupun deskripsi dari persepsi seseorang, pengalaman, situasi, penilaian, opini, serta keterkaitan diantara pernyataan atau bentuk representasi lainnya (Isslamiyah dan Wijayanti, 2022). Perolehan nilai *N-gain* indikator evaluasi yang tinggi disebabkan adanya aktivitas pembelajaran pada E-LKPD berbasis PBL menyajikan pertanyaan refleksi dan kegiatan untuk mengevaluasi pembelajaran yang telah terlaksana, sehingga peserta didik terlatih dalam mengevaluasi segala sesuatu mengenai permasalahan sistem respirasi manusia.

Berdasar penjelasan di atas, dapat dikatakan bahwa E-LKPD yang telah dikembangkan termasuk bahan ajar yang valid, praktis, efektif dipakai dalam kegiatan belajar. Penggunaan E-LKPD memiliki tujuan melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik dengan fitur-fitur yang menarik dan unik, sehingga mampu meningkatkan motivasi dan semangat peserta didik dalam mempelajari biologi. Konstruktivisme adalah teori yang berkembang dari teori belajar kognitif, dengan tujuan meyakinkan siswa mampu menguasai, mengaplikasikan, dan menyerap pengetahuan (Masgumelar, 2021). Sejalan dengan teori perkembangan kognitif Piaget menegaskan pendekatan konstruktivisme pada kegiatan belajar efektif membimbing siswa untuk meningkatkan kemampuan investigasi secara mandiri dan membangun pengetahuan mereka sendiri melalui aktivitas pemecahan masalah

berdasarkan konsep dan kerangka berpikir yang mereka pahami (Andini dan Qomariyah, 2024).

Keefektifan E-LKPD yang dikembangkan tercapai karena sejalan dengan teori konstruktivisme, di mana model belajar *Problem Based Learning* (PBL) mengacu pada prinsip-prinsip konstruktivisme. Sejalan dengan pernyataan Salsabila dan Muqowim (2024) bahwa model pembelajaran PBL yang berlandaskan prinsip konstruktivisme menekankan keterlibatan aktif siswa dalam mengembangkan pengetahuan melalui hubungan dengan lingkungan dan pengalaman pribadi, sekaligus meningkatkan keterampilan dalam berpikir secara kritis, melakukan analisis terhadap masalah, dan mengaplikasikan pemecahan permasalahan dalam kehidupan nyata.

## PENUTUP

### Simpulan

E-LKPD berbasis PBL dikatakan valid dengan persentase skor 89,62% kategori sangat valid pada aspek komponen isi, penyajian, dan kebahasaan. E-LKPD berbasis PBL dinyatakan praktis berdasarkan respons siswa dengan persentase skor 98,46% kategori sangat praktis. E-LKPD berbasis PBL dikatakan efektif berdasarkan hasil pencapaian keterampilan berpikir kritis yang meningkat sebesar 60,33% dengan nilai *N-gain* 0,86 kategori tinggi.

### Saran

Perlu adanya penelitian pengembangan E-LKPD berbasis PBL dengan tujuan melatih keterampilan berpikir kritis pada materi lain, E-LKPD perlu diimplementasikan dengan jumlah peserta didik dalam skala besar, perlu dilakukan pembiasaan untuk melatih HOTS (*higher order thinking skills*) pada peserta didik, dan penelitian ini melatih indikator berpikir kritis interpretasi, inferensi, analisis, eksplanasi, dan evaluasi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut yang mengukur keterampilan indikator keterampilan berpikir kritis lain yaitu regulasi diri pada materi biologi lain yang sesuai.

### Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Dr. Rinie Pratiwi Puspitawati, M.Si., Nur Qomariyah S.Pd., M.Sc., dan Yenny Indah S., S.Si. selaku validator, serta peserta didik kelas XI SMAS Hang Tuah 1 Surabaya yang berkenan sebagai subyek penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

Aini, U. N., Utami, T. W., Khalidiyah, T., dan Huriyah, L. 2022. Pemanfaatan Media Pembelajaran Berbasis

Video Menggunakan Aplikasi Benime dalam Meningkatkan Pemahaman pada Mata Pelajaran Pendidikan Agama Islam dan Budi Pekerti (PAIBP) Siswa SMP. *Edudeena: Journal of Islamic Religious Education*. 6(1): 57-65.

Adiansha, A. A., Khatimah, K., dan Asriyadin. 2020. Pengembangan Kreativitas dalam Pembelajaran Matematika Melalui Model *Brain Based Learning* Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan MIPA*. 10(1): 45-52.

Andini, P., dan Qamariyah, N. 2024. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik untuk Melatihkan keterampilan Berpikir Kritis pada Pembelajaran untuk Konsep Sel. *BioEdu*. 13(1): 135-146.

Anwar, A. F., Maharani, N. D., dan Toding, M. P. 2023. Analisis Kebutuhan Pengembangan LKPD Berbasis *Problem Based Learning* dengan Materi Sistem Pernapasan. *Prosiding Seminar Nasional Biologi FMIPA UNM*.

Cholifah, S. N., dan Novita, D. Pengembangan E-LKPD *Guided Inquiry-Liveworksheet* untuk Meningkatkan Literasi Sains pada Submateri Faktor Laju Reaksi. *Chemistry Education Practice*. 5(1): 23-34.

Damayanti, A. N., dan Raharjo. 2020. Validitas Flipbook Interaktif pada Materi Sistem Pernapasan Manusia untuk Melatihkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI SMA. *BioEdu*. 9(3): 443-450.

Fitriyah, I. M. N., dan Ghofur, M. A. 2021. Pengembangan E-LKPD Berbasis Android dengan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) untuk Meningkatkan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Ilmu Pendidikan*. 3(5): 1957-1970.

Herlina, P., Hamdu, G., dan Nugraha, A. 2023. Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD) Interaktif Berbasis *Education for Sustainable Development* (ESD) di SD. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*. 8(6): 504-513.

Hidayah, I. F., dan Kunjtoro, S. 2022. Pengembangan E-LKPD Perubahan Lingkungan Berbasis *Science Literacy* untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas X SMA. *BioEdu*. 11(2): 384-393.

Isslamiah, N. I., dan Wijayanti, P. 2022. Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA dalam Menyelesaikan Soal Matematika *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) Ditinjau dari Jenis Kelamin. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*. 11(3): 754-764.

Khoirunnisa, J. P. N., dan Dwikorantoro. 2021. Profil Keterampilan Berpikir Kritis Siswa dalam Penyelesaian Masalah Materi Hukum Newton. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*. 3(3): 806-8016.

- Kurniawan, N. A., Saputra, R., Aiman, U., Alfaiz, A., dan Sari, D. K. 2020. Urgensi Pendidikan Berpikir Kritis Era Merdeka Belajar bagi Peserta Didik. Tarbawi: *Jurnal Ilmu Pendidikan*. 16(1): 104–109.
- Masgumelar, N. K. 2021. Teori Belajar Konstruktivisme dan Implikasinya Dalam Pendidikan dan Pembelajaran. *GHAITSA: Islamic Education Journal*. Vol. 2(1).
- Nababan, S. T., dan Putri, D. H. 2022. Analisis Kebutuhan E-LKPD Terhadap Pembelajaran Fisika di Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah*. Vol. 6(1): 32-40.
- Nisak, E. F. K., dan Susantini, E. 2023. Pengembangan E-LKPD Perubahan Lingkungan Berbasis *Problem Based Learning* untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik. *BioEdu*. 12(3): 683-694.
- Norrazifti, S., dan Dian, R. N. 2019. Pengaruh Model *Problem Based Learning* (PBL) terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Pencemaran Lingkungan Kelas VII SMPN Haruyan. *Jurnal Pendidikan Hayati*. 5(4): 148-156.
- Putri, I. A., dan Widyanto, R., dan Mahmud, M. 2021. Efektivitas Model Pembelajaran SETS terhadap Kemampuan Berpikir Kritis pada Siswa Berkemampuan Rendah (*Single Subject Research*). *Jurnal Pendidikan Dasar*. 1(2): 144-160.
- Putri, S. R., dan Syafrani. 2022. Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik SMA/MA. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*. 8(2): 141-151.
- Puspa, S. D., Riyono, J., dan Puspitasari, F. 2021. Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pemahaman Konsep Matematis Mahasiswa dalam Pembelajaran Jarak Jauh pada Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Cendekia*. Vol. 5(1): 302-320.
- Rahmatika, D., Setiawati, M., Ekonomi, P., Mahaputra, U., dan Yamin, M. 2022. Peran Guru dalam Peningkatan Motivasi Belajar Siswa Mata Pelajaran IPS Kelas VIII SMPN 7 Kubung. *Journal Papeda*. 4(2): 132–138.
- Ramdhani, E. P., Khoirunnisa, F., dan Siregar, N. A. N. 2020. Efektivitas Modul Elektronik Terintegrasi Multiple Representation pada Materi Ikatan Kimia. *Journal of Research and Technology*. Vol. 6(1): 162-167.
- Riduwan. 2018. *Skala Pengukuran Variabel-variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Salsabila, Y. R., dan Muqowim. 2024. Korelasi Antara Teori Belajar Konstruktivisme Lev Vygotsky dengan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL). *Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran*. Vol. 4(3): 813-827.
- Shafira, I. H. 2023. Penggunaan E-LKPD Berbasis Masalah terhadap Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Sistem Ekskresi Kelas XI di SMA Negeri 1 Pangkalpinang. *Jurnal Edukasi Biologi*. 9(1): 1-14.
- Siregar, R. A. 2023. Pengembangan E-LKPD Berbasis Pendekatan Saintifik Siswa MAN 2 Model Medan. *Jurnal Penelitian Lanjutan Indonesia*. 2(4): 237 - 252.
- Sujianti, N. P. I. K., Widiartini, N. K., dan Sudirtha, I. G. 2022. Pengaruh Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) terhadap Hasil Belajar Metodologi Penelitian Ditinjau dari Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Penelitian Dan Evaluasi Pendidikan Indonesia*. 12(2).
- Zahroh, D. A., dan Yuliani. 2021. Pengembangan e-LKPD Berbasis Literasi Sains untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan. *BioEdu*. 10(3): 605-706.