

PENGEMBANGAN E-LKPD INTERAKTIF PERUBAHAN LINGKUNGAN BERBASIS PROBLEM BASED LEARNING UNTUK MELATIH KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK***The Development Problem-Based Learning Based Environmental Change Interactive e-LKPD to Train Students' Critical Thinking Skills*****Salis Zuhroh Sahadah**

Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya
E-mail: saliszuhroh.20054@mhs.unesa.ac.id

Yuliani

Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya
E-mail: yuliani@unesa.ac.id

Abstrak

Kurikulum merdeka belajar menjadi kebijakan terbaru di Indonesia guna terwujudnya proses pembelajaran inovatif yang berfokus pada peserta didik dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis. *Problem Based Learning* merupakan model pembelajaran yang tepat untuk mencapai tujuan tersebut. Model PBL yang diaplikasikan dalam bentuk e-LKPD dengan materi perubahan lingkungan yang memanfaatkan *platform live worksheet* dapat memotivasi peserta didik berpikir secara kritis. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menghasilkan e-LKPD interaktif dengan *live worksheet* berbasis *Problem Based Learning* yang layak untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik berdasarkan aspek kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan. Penelitian pengembangan ini menggunakan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*). Metode pengumpulan data dilakukan dengan validasi oleh dosen ahli materi dan media, serta guru biologi SMA untuk mendapatkan data validitas, observasi oleh observer untuk mendapatkan data kepraktisan, pemberian tes dan angket respons untuk mendapatkan data keefektifan. Analisis data dilakukan melalui analisis deskriptif kuantitatif. Hasil validitas sebesar 3,77 terkategori sangat valid. Hasil kepraktisan sebesar 94% terkategori sangat praktis. Hasil keefektifan berdasarkan ketuntasan hasil tes sebesar 100%, ketercapaian indikator keterampilan berpikir kritis sebesar 88%, dan respon positif peserta didik terhadap e-LKPD sebesar 97% terkategori sangat efektif. Berdasarkan hasil yang didapatkan e-LKPD dinyatakan layak berdasarkan aspek kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan.

Kata Kunci: E-LKPD, *Problem Based Learning*, perubahan lingkungan

Abstract

The independent learning curriculum is the latest curriculum in Indonesia to realize an innovative learning process that focuses on students and improves critical thinking skills. Problem Based Learning is the right learning model to achieve this goal. The PBL model applied in the form of e-LKPD with environmental change materials that utilize the liveworksheet platform can motivate students to think critically. This research aims to produce an interactive e-LKPD with a Problem Based Learning-based liveworksheet that is feasible to train students' critical thinking skills based on aspects of validity, practicality, and effectiveness. This development research uses the ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation) model. The data collection method is carried out by validation by lecturers who are experts in materials and media, as well as high school biology teachers to obtain validity data, observation by observers to obtain practicality data, giving tests and response questionnaires to obtain effectiveness data. Data analysis was carried out through quantitative descriptive analysis. The validity result of 3.77 is categorized as very valid. The result of practicality of 94% is categorized as very practical. The effectiveness results based on the completeness of the test results were 100%, the achievement of critical thinking skills indicators was 88%, and the positive response of students to e-LKPD of 97% was categorized as very effective. Based on the results obtained, the e-LKPD was declared feasible based on aspects of validity, practicality, and effectiveness.

Keywords: E-LKPD, environmental changes, Problem Based Learning,

PENDAHULUAN

Kurikulum merdeka belajar menjadi kebijakan terbaru di Indonesia guna terwujudnya proses pembelajaran yang inovatif dan berpusat pada peserta didik, berbeda dengan sebelumnya yang hanya terpusat pada guru (Indarta, et al., 2022). Menurut Risdianto (2019) kurikulum merdeka belajar juga dapat melatih bahkan meningkatkan keterampilan berpikir kritis guna memenuhi tuntutan skill pada abad 21.

Keterampilan berpikir kritis didefinisikan sebagai keterampilan dalam menganalisis situasi serta menyimpulkan berdasarkan kejadian nyata dan bukti (Agnafia, 2019). Sedangkan menurut Asmasari (2011), keterampilan berpikir kritis adalah keterampilan seseorang untuk berpikir efektif guna mencipta, mengevaluasi dan mengambil keputusan terhadap apa yang diyakini atau dilakukannya. Membiasakan berpikir kritis adalah cara yang tepat bagi peserta didik untuk melatih kemampuan pengambilan keputusan berdasarkan logika dan pertimbangan valid sehingga setiap keputusan dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya. Selain itu, Facione, (2015) menyebutkan bahwa keterampilan berpikir kritis dapat dikembangkan menggunakan indikator seperti interpretasi, inferensi, analisis, eksplanasi evaluasi, dan regulasi diri.

Faktanya, keterampilan peserta didik di Indonesia untuk berpikir secara kritis masih jauh di bawah standar. Hasil penelitian *Programme for International Student Assessment (PISA)* juga menyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik di Indonesia pada tahun 2022 berada pada peringkat ke 68 dari 81 negara dengan skor matematika (379), sains (398), dan membaca (371) (OECD, 2023). Skor tersebut mengalami penurunan beberapa poin dibandingkan dengan hasil PISA pada tahun 2018. Berdasarkan hal tersebut, terlihat bahwa terjadi kesenjangan besar antara kinerja peserta didik di Indonesia dalam keterampilan dasar dengan tujuan yang ingin diwujudkan. Oleh karena itu, perbaikan dalam bentuk asesmen dan proses pembelajaran yang dilakukan perlu dilakukan. Hal inilah yang alasan mendasar mengapa bentuk asesmen pembelajaran mengalami perubahan. Jika sebelumnya asesmen menggunakan model berbasis konten, kini asesmen harus berbasis kompetensi yang diwujudkan dalam bentuk rancangan Asesmen Kompetensi Minimum (AKM) dengan tujuan untuk mendapatkan informasi kemajuan belajar peserta didik sehingga mutu dan hasil belajarnya dapat meningkat (Pusmenjar, 2020). Selain itu, menurut (Andiani et al., 2020), AKM merupakan metode yang

tepat guna membekali peserta didik dengan berbagai keterampilan seperti keterampilan berpikir kritis (*critical thinking*).

Keterampilan berpikir kritis dapat ditingkatkan dengan pembelajaran biologi mengenai perubahan lingkungan. Dalam capaian pembelajaran pada fase E kurikulum merdeka kelas X, topik perubahan lingkungan disebutkan bahwa pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan lokal, nasional atau global yang relevan untuk memahami perubahan lingkungan. Dalam materi perubahan lingkungan, peserta didik dituntut berperan aktif dalam menciptakan solusi berdasarkan permasalahan yang terjadi tidak hanya sekadar paham dengan konsep yang diajarkan. Solusi yang diciptakan peserta didik merupakan solusi kreatif sebagai bentuk implementasi profil pelajar pancasila dalam kurikulum merdeka. Materi perubahan lingkungan cocok diterapkan dengan model pembelajaran berbasis masalah. Hal ini karena adanya hubungan antara materi perubahan lingkungan dengan kehidupan sehari-hari (Hidayanti, et al., 2023). Materi perubahan lingkungan banyak mengangkat permasalahan terkait lingkungan yang nyata terjadi dalam kehidupan sehari-hari, dimana sejalan dengan PBL yang dimulai dengan menghadirkan masalah dari kehidupan nyata peserta didik dan mendorong mereka untuk memecahkan masalah berdasarkan pengetahuan dan pengalaman baru (Maryati, 2018). Keterampilan berpikir kritis dapat dikembangkan melalui diskusi (Schoenberger-Orgad & Spiller, 2014), dan menyajikan masalah yang dapat diterapkan menggunakan model *Problem Based Learning* (Saputra, et al., 2019).

Dalam penelitian pengembangan ini, model PBL diaplikasikan dalam wujud *e-LKPD* dengan memanfaatkan *platform live worksheet*. *E-LKPD* didefinisikan sebagai lembar kerja peserta didik yang dijadikan bahan ajar dalam bentuk elektronik (Adawiyah, et al., 2021). *E-LKPD* dapat menghemat ruang dan waktu, serta membuat proses pembelajaran menjadi efektif (Suryaningsih & Riska, 2021), animasi, gambar bahkan video dapat ditambahkan di dalam *e-LKPD* sehingga materi yang disampaikan menjadi lebih konkret (Amalia, et al., 2022). Adanya gambar yang jelas dalam *e-LKPD* menarik minat untuk belajar serta kemudahan dalam memahami materi (Faradiba dan Rachmadiarti, 2020). Selain itu, *e-LKPD* juga memiliki keunggulan lain, seperti memungkinkan pendidik menambah interaktivitas pada *e-LKPD*. *E-LKPD* interaktif mencakup penggunaan berbagai elemen multimedia

seperti gambar, audio, dan video, yang menarik peserta didik untuk berpartisipasi aktif dalam pembelajaran. *Platform live worksheet* dapat menjadi opsi yang tepat untuk membuat *e-LKPD* interaktif. *Live Worksheets* merupakan *platform online* untuk membuat LKPD yang interaktif (Andriyani et al., 2020). Saleh (2020) menyatakan bahwa *liveworksheet* lebih sering dimanfaatkan dibandingkan dengan *platform* yang lain. Dengan *liveworksheet* guru dapat membuat materi pada LKPD menjadi lebih interaktif. Selain itu, juga bisa membuat beberapa bentuk soal yang diinginkan (Widyaningrum, et al., 2020). *Live Worksheet* tampak lebih menarik karena bersifat interaktif dan dinamis. Jika telah mengerjakan tugas dalam *liveworksheet*, maka nilai peserta didik akan langsung ditampilkan, sehingga memotivasi mereka untuk mengerjakan dengan kemampuan yang maksimal (Diana, et al., 2021).

E-LKPD akan lebih optimal jika didasarkan pada model pembelajaran tertentu yang bertujuan untuk mengajarkan cara masalah seperti *Problem Based Learning* (Zulfah, et al., 2018). LKPD berbasis *Problem Based Learning* dapat melatih keterampilan berpikir kritis dan membantu peserta didik belajar secara mandiri (Maulina, et al., 2019). Nurjanah (2022) melaporkan hasil penelitian yang membuktikan bahwa *e-LKPD* hereditas manusia berbasis PBL dinyatakan valid, praktis, dan efektif untuk melatih keterampilan berpikir kritis serta dapat digunakan sebagai bahan ajar. Terbukti dari rerata skor hasil keterampilan berpikir kritis peserta didik sebelum dilakukan uji coba (*pretest*) yaitu 60,9 sedangkan setelah peserta didik menggunakan *e-LKPD* (*posttest*) menunjukkan adanya peningkatan hasil dengan rerata skor yaitu 89,4. Sejalan dengan hasil penelitian Ayirahma, et al. (2023) *E-LKPD* yang mengadopsi pendekatan PBL terbukti dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis.

Berdasarkan hal tersebut penerapan pembelajaran menggunakan model PBL dalam bentuk *e-LKPD* menjadi suatu kebutuhan yang penting agar dapat mendorong peserta didik untuk berpikir kritis. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan *e-LKPD* interaktif perubahan lingkungan berbasis *Problem Based Learning* yang layak untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik berdasarkan aspek kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan.

METODE

Penelitian pengembangan ini menggunakan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*). Tahap analisis

(*analysis*) secara garis besar meliputi tahapan analisis kebutuhan, kurikulum, konsep, serta tugas. Tahap perancangan (*design*) *e-LKPD* dirancang sesuai dengan model PBL serta mengembangkan instrumen guna menilai *e-LKPD* yang dikembangkan. Tahap pengembangan (*development*) meliputi pengembangan *e-LKPD* yang telah dirancang sebelumnya menggunakan *platform Liveworksheets* yang kemudian divalidasi oleh validator dan dilakukan revisi sebelum diuji coba secara terbatas kepada peserta didik. Tahap penerapan (*implementation*) meliputi uji coba terbatas, penilaian kepraktisan melalui lembar observasi keterlaksanaan *e-LKPD*, dan penilaian keefektifan melalui lembar *pretest-posttest*, dan angket respons peserta didik. Tahap evaluasi (*evaluation*) meliputi kegiatan evaluasi yang berfokus terhadap hasil validitas, kepraktisan, dan keefektifan yang didapatkan sebelumnya. Penelitian dilakukan pada bulan April-Mei 2024 menggunakan rancangan *One Group Pretest-Posttest Design*. Pengembangan *e-LKPD* dilaksanakan di Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Unesa. Pelaksanaan uji coba secara terbatas diterapkan kepada 30 peserta didik kelas X-1 SMAN 12 Surabaya.

Kevalidan *e-LKPD* diperoleh berdasarkan hasil validasi dosen ahli materi dan media, serta guru biologi SMA melalui lembar validasi yang mengacu pada 3 komponen kelayakan yaitu kelayakan penyajian, isi, serta kebahasaan. Penilaian validitas berdasarkan kriteria skala Likert. Skor yang didapatkan dihitung menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Skor rata - rata} = \frac{\text{Jumlah skor yang didapat}}{\text{Jumlah validator}} \dots\dots\dots(1)$$

Hasil validitas yang telah diketahui skor rata-ratanya, akan diinterpretasikan berdasarkan kriteria kevalidan adaptasi dari Riduwan (2016). *E-LKPD* berbasis PBL dapat dikategorikan valid apabila mencapai skor > 2,51,

Kepraktisan diperoleh berdasarkan nilai keterlaksanaan aktivitas peserta didik selama mengoperasikan *e-LPKD* yang diamati oleh 3 observer. Penilaian dilakukan melalui lembar observasi dengan berpedoman pada skala Guttman. Skor yang didapatkan dihitung dengan rumus berikut ini:

$$P (\%) = \frac{\text{Jumlah jawaban "Ya"}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Hasil kepraktisan yang telah diketahui persentasenya, kemudian diinterpretasikan berdasarkan kriteria kepraktisan adaptasi dari Riduwan (2016). *E-LKPD* berbasis PBL dapat dikategorikan praktis apabila mendapatkan skor > 75%.

Keefektifan didapatkan melalui ketuntasan hasil *pretest-posttest* dan ketercapaian indikator keterampilan

berpikir kritis yang dinilai dengan lembar *pretest* dan *posttest*. Setiap indikator kemudian dianalisis untuk mengetahui ketercapaiannya dengan rumus:

$$\% P = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimal}} \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

Hasilnya kemudian diinterpretasikan berdasarkan persentase kriteria keterampilan berpikir kritis yang diadaptasi dari Riduwan (2016). Hasil yang diperoleh dinyatakan baik apabila mencapai nilai > 75%.

Sedangkan untuk menilai ketuntasan, dikategorikan tuntas apabila nilai peserta didik memenuhi nilai KKM yaitu >75.

Peningkatan hasil *pretest-posttest* peserta didik secara inferensial melalui analisis N-gain yang ternormalisasi. Uji ini digunakan untuk mengetahui efektivitas perlakuan yang diberikan dengan rumus:

$$N - \text{Gain} = \frac{(S_{\text{post}} - S_{\text{pre}})}{(S_{\text{max}} - S_{\text{pre}})} \dots \dots \dots (4)$$

Nilai N-Gain yang didapat selanjutnya diinterpretasikan berdasarkan kriteria N-Gain menurut Nismalasari dkk (2016). Hasil yang diperoleh dinyatakan tinggi apabila mencapai nilai >0,70.

Keefektifan juga ditentukan melalui hasil angket respons peserta didik yang diisi setelah mengoperasikan e-LKPD. Penilaian angket respons berpedoman pada skala Guttman dan dihitung menggunakan rumus:

$$P (\%) = \frac{\text{Jumlah jawaban "Ya"}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\% \dots \dots \dots (5)$$

Hasil yang diperoleh, selanjutnya dilakukan interpretasi mengacu pada kriteria keefektifan yang diadaptasi dari Riduwan (2016). E-LKPD dapat dinyatakan efektif apabila mencapai > 75%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini menghasilkan data yaitu hasil pengembangan e-LKPD, kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan e-LKPD yang dikembangkan. Berikut uraian data hasil penelitian:

Hasil Pengembangan

Dalam penelitian ini, dihasilkan e-LKPD kegiatan 1 dan kegiatan 2. Pada e-LKPD 1 menyajikan permasalahan sampah organik dan kegiatan praktikum pembuatan Pupuk Organik Cair (POC). Sedangkan pada e-LKPD 2 menyajikan permasalahan peningkatan gas CO₂ yang memicu terjadinya pemanasan global dan kegiatan praktikum perhitungan jejak karbon. Praktikum yang dilakukan sebagai salah satu solusi mengatasi permasalahan perubahan lingkungan yang termuat dalam e-LKPD.

Karakteristik e-LKPD yang dihasilkan yaitu dikembangkan melalui *platform live worksheet* yang bisa diakses secara *online* dengan *smartphone*, *laptop*, dan *PC*. *Live Worksheets* memberikan layanan kepada guru untuk mengembangkan e-LKPD interaktifnya sendiri secara *online* dan memudahkan peserta didik dalam penggunaannya (Prastika dan Masniladevi, 2021). Pada e-LKPD terdapat sintaks PBL yang lengkap. Model PBL mampu meningkatkan keterampilan pemecahan masalah (Jayadiningrat dan Ati, 2018). E-LKPD menjadi lebih menarik jika di dalamnya termuat berbagai fitur penunjang (Lathifah dkk., 2021). E-LKPD memuat fitur-fitur yang terdapat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Fitur-Fitur Dalam E-LKPD

Deskripsi Fitur-Fitur E-LKPD
Fitur "BIO-STEP" berisikan informasi kegiatan yang dilakukan sesuai dengan sintaks <i>Problem Based Learning</i> .
Fitur "BIO-WARTA" berisikan informasi permasalahan perubahan lingkungan. Fitur ini untuk melatih keterampilan interpretasi. (Interpretation)
Fitur "BIO-OBSERVASI" berisikan video permasalahan perubahan lingkungan. Fitur ini untuk melatih keterampilan interpretasi. (Interpretation)
Fitur "BIO-THINK" berisikan perintah untuk menjawab pertanyaan, membuat rumusan masalah serta hipotesis praktikum. Fitur ini untuk melatih keterampilan inferensi. (Inference)
Fitur "BIO-ANEVA" Berisikan perintah untuk menganalisis data hasil praktikum dan membuat kesimpulan. Fitur ini untuk melatih keterampilan analisis dan evaluasi. (Analysis dan Evaluation)
Fitur "LISTEN AND DO!" berisikan perintah untuk mendengarkan audio yang memuat kata kunci untuk menjawab tugas yang diberikan.

Kevalidan

Setelah melalui proses revisi, e-LKPD divalidasi oleh validator melalui lembar validasi untuk menentukan kevalidannya. Rekapitulasi kevalidan e-LKPD oleh 3 validator terdapat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Validasi e-LKPD

No.	Aspek yang dinilai	Skor			Rata-rata	Interpretasi
		V1	V2	V3		
Kelayakan Penyajian						
1.	Kualitas pengoperasian	3	3	3	3,00	Valid
2.	Kualitas tampilan	3	4	3	3,33	Sangat valid
3.	Kualitas <i>layout</i>	3	4	3	3,33	Sangat valid
4.	Kualitas gambar	4	4	3	3,67	Sangat valid
5.	Kualitas video	4	4	3	3,67	Sangat valid
Skor rata-rata Penyajian					3,40	Sangat valid
Kelayakan Kebahasaan						
6.	Bahasa mudah dipahami oleh peserta didik	4	4	4	4,00	Sangat valid
7.	Bahasa sesuai	4	3	4	3,67	Sangat valid

No.	Aspek yang	Skor			Rata-	Interpretasi
	dengan ejaan yang disempurnakan					
Skor rata-rata Kebahasaan					3,84	Sangat valid
Kelayakan Isi						
8.	Materi sesuai dengan capaian pembelajaran	4	4	4	4,00	Sangat valid
9.	Kebenaran konsep	4	3	4	3,67	Sangat valid
10.	Kesesuaian dengan langkah <i>Problem Based Learning</i>					
	<i>E-LKPD</i> mencerminkan orientasi peserta didik pada masalah	4	4	4	4,00	Sangat valid
	<i>E-LKPD</i> mencerminkan pengorganisasian peserta didik untuk belajar	4	4	4	4,00	Sangat valid
	<i>E-LKPD</i> mencerminkan kegiatan pembimbingan penyelidikan	4	4	4	4,00	Sangat valid
	<i>E-LKPD</i> meminta peserta didik untuk mengembangkan hasil	4	4	4	4,00	Sangat valid
	<i>E-LKPD</i> meminta peserta didik untuk menganalisis dan mengevaluasi proses	4	4	4	4,00	Sangat valid
11.	Kesesuaian dengan indikator keterampilan berpikir kritis					
	Intepretasi	4	4	3	3,67	Sangat valid
	Analisis	4	4	4	4,00	Sangat valid
	Evaluasi	4	4	4	4,00	Sangat valid
	Inferensi	4	4	4	4,00	Sangat valid
Skor Rerata Isi					3,94	Sangat valid
Skor Rerata Keseluruhan					3,77	Sangat valid

Berdasarkan Tabel 2, didapatkan hasil validasi aspek kelayakan penyajian dengan rata-rata 3,40, kelayakan kebahasaan sebesar 3,84, kelayakan isi sebesar 3,94 dan keseluruhan aspek tersebut terkategori sangat valid. Dari hasil tersebut, secara keseluruhan rata-rata dari semua aspek sebesar 3,77 terkategori sangat valid. Penentuan validitas *e-LKPD* ditinjau dari kelayakan penyajian, isi, dan kebahasaan.

Penilaian kelayakan penyajian meliputi lima aspek yang dinilai yaitu kualitas pengoperasian, tampilan, *layout*, gambar, dan video. Pada aspek kualitas pengoperasian memperoleh rata-rata 3,00 terkategori valid. *E-LKPD* yang mudah dioperasikan menjadikan

peserta didik tidak terburu-buru dan dapat mengestimasi waktu mengerjakan sehingga dapat selesai tepat waktu (JK dan Yuliani, 2021).

Pada aspek kualitas tampilan memperoleh rata-rata 3,33 terkategori sangat valid. Tampilan *e-LKPD* harus menarik agar peserta didik termotivasi untuk belajar selama proses pembelajaran (Damayanti dan Ratnasari, 2021). *E-LKPD* yang mempunyai tampilan menarik, interaktif, serta tidak sulit untuk dioperasikan meningkatkan motivasi peserta didik dalam belajar (Nuzulia, 2016).

Pada aspek kualitas *layout* memperoleh rata-rata 3,33 terkategori sangat valid. Dalam mengembangkan *e-LKPD*, perlu memperhatikan *layout* atau desain tata letak. Ketepatan *layout* dalam penyusunan *e-LKPD* berfungsi agar peserta didik mampu memahami kegiatan yang disajikan (Kurnia, 2019). Dengan desain yang menarik dan tata letak yang rapi menjadikan *e-LKPD* nyaman untuk dipelajari oleh peserta didik (Restianingrum dan Isnawati, 2023).

Pada aspek kualitas gambar memperoleh rata-rata 3,67 terkategori sangat valid. Penambahan gambar yang jelas dapat memotivasi peserta didik untuk belajar serta menjadikan mereka lebih mudah memahami materi (Faradiba dan Rachmadiarti, 2020). Pada aspek kualitas video memperoleh rata-rata 3,67 terkategori sangat valid. Video dan gambar pada *e-LKPD* berfungsi sebagai penghubung untuk menyampaikan isi dari materi yang dipelajari dan membantu menjelaskan materi yang abstrak sehingga peserta didik dapat menyelesaikan dengan baik kegiatan yang termuat di dalam *e-LKPD* (Fitriasari dan Yuliani, 2021). Penggunaan video atau gambar dapat memotivasi peserta didik untuk aktif berinteraksi dengan sumber belajarnya (Fakhrurrazi, 2018). Video dan gambar dapat memudahkan peserta didik dalam memahami sesuatu dengan jelas dan memperoleh pengetahuan baru terkait aspek berpikir kritis (Amalia et al., 2022).

Penilaian kelayakan isi meliputi empat aspek yang dinilai yaitu kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran, kebenaran konsep, kesesuaian dengan langkah PBL serta kesesuaian dengan indikator keterampilan berpikir kritis. Pada aspek kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran memperoleh rata-rata 4,00 terkategori sangat valid. Terbukti bahwa *e-LKPD* telah mencakup materi yang sesuai dengan capaian pembelajaran yang ada. Dalam *e-LKPD*, sistematika penyajian harus disajikan secara konsisten sesuai kebutuhan makna materi, konsep dan alenia runtun (Khafida, 2021). Pada aspek kebenaran konsep

memperoleh rata-rata 3,67 terkategori sangat valid. Terbukti bahwa *e*-LKPD sesuai dengan konsep materi. Kebenaran materi sangat penting agar peserta didik tidak miskonsepsi dan bingung saat mendapatkan materi pembelajaran (Susiani dkk., 2017). Miskonsepsi dapat menyebabkan kesalahan dalam konsep lain, karena beberapa konsep biologi berhubungan satu sama lain (Ramadhani dkk., 2016). Pada aspek kesesuaian dengan langkah PBL terdapat lima sub aspek yang dinilai. Pada semua sub aspek memperoleh rata-rata 4,00 terkategori sangat valid. Terbukti bahwa *e*-LKPD yang dikembangkan telah mencerminkan tahapan PBL yang lengkap dan sesuai.

Pada aspek kesesuaian dengan indikator keterampilan berpikir kritis terdapat empat sub aspek yang dinilai. Pada sub aspek interpretasi memperoleh rata-rata 3,67, dan sub aspek analisis, evaluasi, dan inferensi memperoleh rata-rata 4,00 terkategori sangat valid. Terbukti bahwa pertanyaan dalam *e*-LKPD sudah sesuai dengan indikator keterampilan berpikir kritis yang akan dilatihkan. Keterampilan berpikir kritis pada peserta didik perlu untuk dilatihkan karena di masa yang akan datang sangat dibutuhkan untuk menyelesaikan permasalahan nyata yang dihadapinya (Tivani dan Paidi, 2016).

Penilaian kelayakan kebahasaan meliputi dua aspek yang dinilai. Pada aspek bahasa mudah dipahami oleh peserta didik memperoleh rata-rata 4,00 terkategori sangat valid. Terindikasi bahwa bahasa yang digunakan jelas sehingga peserta didik dapat memahami dengan baik. Arik dan Fitrihidajati (2021) berpendapat bahwa penggunaan bahasa yang jelas dan lugas dapat diterima oleh peserta didik tanpa menimbulkan multitafsir. Kemudahan bahasa dalam *e*-LKPD dapat mempermudah pemahaman materi peserta didik (Damayanti dan Ratnasari, 2021). Pada aspek kesesuaian bahasa dengan ejaan yang disempurnakan memperoleh rata-rata 3,67 terkategori sangat valid. Persentase yang diperoleh tergolong lebih rendah dari aspek penilaian kelayakan kebahasaan yang lain. Hal ini karena terdapat beberapa penggunaan kalimat yang belum sesuai dengan pengejaan. Bahasa yang digunakan pada *e*-LKPD harus sesuai dengan PUEBI agar pemahaman peserta didik terhadap informasi yang disajikan lebih mudah (Junita & Yuliani, 2022). Faktor penting dalam aspek kebahasaan yang harus dihindari terdiri dari pengejaan yang salah, kata-kata yang susah dimengerti, kata rancu, dan ambigu (Syamsi dan Fitrihidajati, 2021).

Kepraktisan

Kepraktisan *e*-LKPD dinilai dari keterlaksanaan aktivitas peserta didik yang diamati selama mengerjakan *e*-LKPD dalam kegiatan pembelajaran. Pengamatan dilakukan oleh tiga observer. Aktivitas peserta didik yang diamati berkaitan dengan tahapan PBL yang digunakan sebagai dasar pengembangan *e*-LKPD dan berkaitan dengan indikator berpikir kritis yang ingin ditingkatkan. Terdapat 2 *e*-LKPD yang diamati keterlaksanaannya yaitu keterlaksanaan *e*-LKPD kegiatan 1 dan 2. Rekapitulasi hasil keterlaksanaan *e*-LKPD terdapat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Keterlaksanaan *e*-LKPD

No.	Aktivitas	Keterlaksanaan	
		<i>e</i> -LKPD 1	<i>e</i> -LKPD 2
1.	Peserta didik mengoperasikan <i>e</i> -LKPD dengan lancar	100	100
2.	Peserta didik membaca petunjuk pengerjaan <i>e</i> -LKPD	100	100
3.	Peserta didik membaca bacaan dan video permasalahan perubahan lingkungan yang terdapat pada orientasi masalah	100	100
4.	Peserta didik menjawab pertanyaan terkait permasalahan perubahan yang terdapat pada orientasi masalah	100	100
5.	Peserta didik membuat rumusan masalah terkait solusi permasalahan perubahan lingkungan yang disajikan (organisasi belajar)	83	86
6.	Peserta didik membuat hipotesis terkait solusi permasalahan perubahan lingkungan yang disajikan (organisasi belajar)	86	90
7.	Peserta didik dapat merancang praktikum untuk menguji hipotesis (membimbing penyelidikan)	89	96
8.	Peserta didik dapat melakukan praktikum membuat POC dan menghitung jejak karbon untuk menguji hipotesis (membimbing penyelidikan)	100	100
9.	Peserta didik mengembangkan hasil karya dari praktikum yang telah dilakukan	100	100

No.	Aktivitas	Keterlaksanaan	
		e-LKPD 1	e-LKPD 2
10.	Peserta didik melakukan analisis dan evaluasi terkait hasil praktikum	83	90
11.	Peserta didik menarik kesimpulan sesuai dengan hasil praktikum yang telah dilakukan	86	96
12.	Peserta didik mempresentasikan hasil praktikum yang dilakukan untuk mendapatkan kritik dan saran	93	100
Rata-rata		93	97
Rata-rata Total		95	
Kategori		Sangat praktis	

Keterlaksanaan aktivitas pada e-LKPD kegiatan 1 dan kegiatan 2 berturut-turut memperoleh rata-rata 93% dan 97 % yang tergolong dalam kategori sangat praktis. Sedangkan rata-rata total sebesar 95% terkategori sangat praktis (Tabel 3).

Hal ini membuktikan bahwa hampir seluruh aktivitas di dalam e-LKPD telah dilaksanakan peserta didik bersama kelompoknya dengan baik, serta langkah PBL pada e-LKPD terbukti berdampak positif pada aktivitas peserta didik dalam pembelajaran. Fariana (2017) menyatakan bahwa aktivitas belajar peserta didik meningkat akibat penerapan PBL. Selain itu, orientasi terhadap masalah yang ada dalam PBL membantu meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan menyelesaikan masalah secara relevan dengan berlatih menemukan solusi secara mandiri (Herzon et al., 2018). Sejalan dengan Sanjaya (2021), PBL dapat melatih berpikir kritis karena peserta didik dituntut untuk menghadirkan masalah nyata dalam mendapatkan pengetahuan dan konsep melalui pemecahan masalah. Dalam proses pembelajaran, model PBL memiliki keunggulan yaitu menjadikan peserta didik belajar mandiri dan berpikir untuk menyelesaikan masalah (Khusnia dan Susantini, 2018).

Perbedaan pemerolehan persentase rata-rata pada e-LKPD kegiatan 1 dan kegiatan 2 terjadi karena peserta didik baru pertama kali menggunakan LKPD dalam bentuk elektronik. Hal ini menyebabkan peserta didik sempat bingung dalam mengoperasikan e-LKPD. Selain itu, perbedaan pemerolehan persentase rata-rata terjadi karena peserta didik belum terbiasa untuk melakukan

aktivitas-aktivitas yang ada dalam e-LKPD sehingga sebagian peserta didik merasa bingung bagaimana melakukan setiap aktivitas dan menjawab pertanyaan-pernyataan yang ada dalam e-LKPD meskipun sudah terdapat petunjuk pengerjaannya. Namun, pada saat pengerjaan e-LKPD kegiatan 2 persentase rata-rata yang diperoleh meningkat. Hal ini karena peserta didik sudah lebih terbiasa menggunakan LKPD dalam bentuk elektronik dan sudah lebih terlatih bagaimana melaksanakan aktivitas serta menjawab pertanyaan yang termuat dalam e-LKPD, karena e-LKPD kegiatan 1 dan 2 dikembangkan pada laman yang sama dan berisi kegiatan yang sama. Peningkatan pengoperasian e-LKPD disebabkan karena pemahaman peserta didik terhadap kegiatan tersebut sudah baik, sehingga meningkatkan minatnya dalam menggunakan e-LKPD (Mursitaningrum dkk., 2019).

Keefektifan

Keefektifan e-LKPD ditentukan berdasarkan ketuntasan hasil *pretest-posttest*, ketercapaian indikator keterampilan berpikir kritis melalui tes. Peserta didik dikatakan tuntas jika mendapat nilai mencapai batas KKM yang ditentukan yaitu >75. Rekapitulasi hasil tes yang diperoleh terdapat dalam Tabel 4.

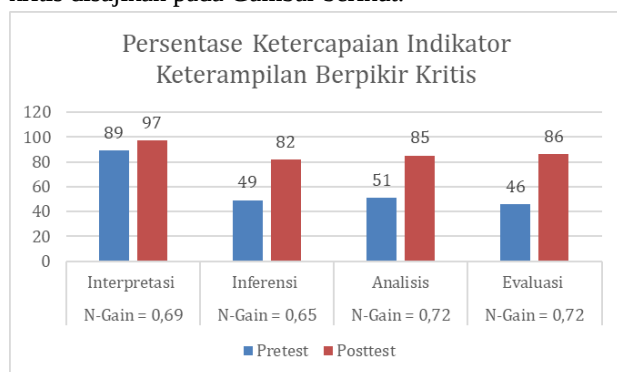
Tabel 4. Rekapitulasi Hasil *Pretest* dan *Posttest*

Peserta didik ke-	Pretest		Posttest		N-Gain	Kategori
	Nilai	Ket	Nilai	Ket		
1	62	TT	85	T	0,60	Sedang
2	67	TT	98	T	0,94	Tinggi
3	49	TT	85	T	0,70	Tinggi
4	51	TT	85	T	0,70	Tinggi
5	33	TT	77	T	0,66	Sedang
6	49	TT	79	T	0,59	Sedang
7	44	TT	79	T	0,53	Sedang
8	62	TT	87	T	0,66	Sedang
9	64	TT	92	T	0,58	Sedang
10	64	TT	90	T	0,72	Tinggi
11	64	TT	87	T	0,64	Sedang
12	64	TT	90	T	0,72	Tinggi
13	67	TT	90	T	0,70	Tinggi
14	64	TT	87	T	0,64	Sedang
15	62	TT	92	T	0,79	Tinggi
16	64	TT	85	T	0,58	Sedang
17	62	TT	95	T	0,87	Tinggi
18	59	TT	85	T	0,63	Sedang
19	54	TT	82	T	0,60	Sedang
20	54	TT	87	T	0,72	Tinggi
21	59	TT	90	T	0,76	Tinggi
22	59	TT	92	T	0,80	Tinggi
23	41	TT	79	T	0,64	Sedang
24	41	TT	82	T	0,69	Sedang
25	44	TT	87	T	0,77	Tinggi
26	69	TT	90	T	0,68	Sedang

27	72	TT	95	T	0,82	Tinggi
28	54	TT	87	T	0,72	Tinggi
29	67	TT	92	T	0,76	Tinggi
30	64	TT	90	T	0,72	Tinggi

Berdasarkan Tabel 4 diperoleh rata-rata hasil N-Gain sebesar 0,70 terkategori tinggi. Rata-rata nilai pengerjaan *pretest* sebesar 58 termasuk kategori tidak tuntas. Rata-rata nilai pengerjaan *posttest* sebesar 86 termasuk kategori tuntas. Dari data tersebut menandakan adanya peningkatan hasil dari tes awal (*pretest*) ke tes akhir (*posttest*). Rizki dkk., (2016) menyebutkan bahwa penggunaan *e*-LKPD berbasis PBL akan berdampak pada peningkatan hasil tes sehingga menyebabkan adanya selisih rata-rata hasil dari nilai *pretest* dan nilai *posttest*. Peningkatan ini terjadi karena model PBL dapat membuat peserta didik berpartisipasi secara aktif selama proses pembelajaran. Saat berpartisipasi secara aktif, maka aktivitas berpikirnya akan meningkat dan sehingga berdampak pada peningkatan hasil belajarnya (Supiandi dan Julung, 2016).

Ketercapaian indikator keterampilan berpikir kritis juga ditentukan berdasarkan hasil nilai tes yang telah dikerjakan pada saat sebelum dan sesudah menggunakan *e*-LKPD. Ketercapaian indikator keterampilan berpikir kritis disajikan pada Gambar berikut.



Gambar 1. Persentase Ketercapaian Indikator Berpikir Kritis

Hasil *pretest* menunjukkan bahwa indikator interpretasi, inferensi, dan evaluasi memperoleh persentase berturut-turut sebesar 89% terkategori sangat baik, 49%, 51% terkategori kurang dan indikator analisis sebesar 46% terkategori sangat kurang. Sedangkan rata-rata nilai persentase semua indikator sebesar 59% terkategori sangat kurang. Hal ini menandakan bahwa peserta didik telah mempunyai keterampilan berpikir kritis sebelum dilakukannya pembelajaran menggunakan *e*-LKPD. Namun, keterampilan yang dimiliki masih sangat kurang dan belum maksimal. Norrazifti dan Dian (2019) menyebutkan bahwa sebelum dilakukan kegiatan

pembelajaran memperoleh nilai tes awal (*pretest*) yang rendah tergolong wajar.

Pada hasil *posttest* menunjukkan bahwa indikator interpretasi, inferensi, analisis, dan evaluasi memperoleh persentase berturut-turut sebesar 97% terkategori sangat baik, 82%, 85%, dan 86% terkategori baik. Apabila dirata-rata nilai semua indikator sebesar 88% terkategori sangat baik. Dari data tersebut membuktikan bahwa ketercapaian setiap indikator meningkat dengan nilai N-Gain sebesar 0,69, 0,65, terkategori sedang dan 0,72, 0,72 termasuk kategori tinggi. Peningkatan paling tinggi terdapat pada keterampilan analisis dan evaluasi. Hal ini karena pada *e*-LKPD terdapat kegiatan menganalisis dan mengevaluasi hasil praktikum yang telah peserta didik dilakukan.

Pada indikator interpretasi memperoleh nilai N-Gain yang lebih rendah dibandingkan indikator analisis dan evaluasi. Hal ini karena pada nilai *pretest* telah memperoleh persentase yang tinggi sebesar 89% sehingga peserta didik merasa mampu dalam mengerjakan. Sedangkan peningkatan paling rendah terdapat pada keterampilan inferensi. Hal ini karena terdapat beberapa peserta didik yang masih belum paham bagaimana menyusun rumusan masalah yang mengaitkan keberadaan antar variabel, serta pada *e*-LKPD tidak dicantumkan penjelasan mengenai definisi dan perbedaan masing-masing variabel.

Jika dirata-rata nilai persentase semua indikator keterampilan berpikir kritis pada saat *posttest* sebesar 88%. Hal tersebut menandakan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik jauh lebih baik setelah diberikan *e*-LKPD berbasis PBL yang dikembangkan. Nilai ketercapaian setiap indikator yang mengalami peningkatan merupakan akibat dari pengaruh model PBL yang diterapkan. Sejalan dengan penelitian Astuti dkk., (2018) yang menyebutkan bahwa setelah mempelajari LKPD berbasis PBL, peserta didik memperoleh nilai lebih baik dari sebelumnya. Hal tersebut juga tidak terlepas dari fakta bahwa model PBL dapat membuat peserta didik berpartisipasi secara aktif selama pembelajaran, melatih kemampuan memecahkan masalah, dan membangun pola berpikir secara kritis (Shoimin, 2014).

Selain itu, keefektifan *e*-LKPD juga ditentukan dari hasil angket respons peserta didik. Data yang diperoleh terdapat dalam Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Angket Respons Peserta Didik

No.	Pernyataan	Penilaian		Pesen- ntase (%)	Kategori
		Ya	Tidak		
1.	E-LKPD menarik minat belajar	27	3	90	Sangat efektif
2.	Menyajikan permasalahan yang erat kaitannya di kehidupan nyata	30	0	100	Sangat efektif
3.	Membangun pengetahuan secara mandiri	29	1	96	Sangat efektif
4.	Memudahkan memahami materi dan menguasai konsep	30	0	100	Sangat efektif
5.	Membantu meningkatkan keterampilan berpikir kritis	29	1	96	Sangat efektif
6.	Aktivitas e-LKPD berbasis PBL memudahkan untuk memahami masalah	30	0	100	Sangat efektif
7.	Aktivitas e-LKPD berbasis PBL mengorganisir untuk belajar	28	2	93	Sangat efektif
8.	Aktivitas e-LKPD berbasis PBL membimbing untuk melakukan penyelidikan	30	0	100	Sangat efektif
9.	Aktivitas e-LKPD berbasis PBL memudahkan untuk mengembangkan hasil	30	0	100	Sangat efektif
10.	Aktivitas e-LKPD berbasis PBL memudahkan untuk melakukan analisis dan evaluasi	30	0	100	Sangat efektif
11.	Aktivitas e-LKPD berbasis PBL melatih untuk merumuskan masalah	29	1	96	Sangat efektif

No.	Pernyataan	Penilaian		Pesen- ntase (%)	Kategori
		Ya	Tidak		
12.	Aktivitas e-LKPD berbasis PBL melatih untuk membuat hipotesis	30	0	100	Sangat efektif
13.	Aktivitas e-LKPD berbasis PBL melatih untuk menguji hipotesis	28	2	93	Sangat efektif
14.	Aktivitas e-LKPD berbasis PBL melatih untuk menarik kesimpulan	30	0	100	Sangat efektif
Rata-rata				97	Sangat efektif

Angket respons peserta didik terdiri dari 14 pernyataan mengenai keefektifan e-LKPD yang dikembangkan. Dari 14 pernyataan, terdapat 8 pernyataan yang memperoleh persentase 100%. Hal ini menandakan adanya respons positif peserta didik terhadap e-LKPD. Pada pernyataan nomor 1, 3, 5, 7, 11 dan 13 memperoleh persentase di bawah 100% (Tabel 5). Penyebabnya karena sebagian peserta didik masih terpaku menggunakan pembelajaran metode ceramah dan belum terbiasa menggunakan e-LKPD dengan langkah PBL yang melatih keterampilan berpikir kritis sehingga minat belajarnya rendah.

Hasil respons peserta didik secara keseluruhan, didapatkan rata-rata sebesar 97% tergolong sangat efektif (Tabel 5). Dengan demikian membuktikan bahwa kebanyakan peserta didik memberi respons positif terhadap e-LKPD. Respons positif tersebut menandakan bahwa mereka senang dan tertarik mengikuti seluruh aktivitas pembelajaran yang termuat di dalam e-LKPD. Hal ini karena pada e-LKPD menampilkan langkah-langkah PBL dan menyajikan permasalahan nyata sehingga minat belajar peserta didik meningkat serta memfasilitasinya untuk menyelesaikan masalah. Dalam Zahroh dan Yuliani (2021) disebutkan bahwa permasalahan yang digunakan di dalam e-LKPD berpengaruh pada bagaimana respons yang diberikan peserta didik, e-LKPD yang menggunakan permasalahan nyata berpotensi meningkatkan motivasi peserta didik karena mereka dapat mengetahui makna materi yang dipelajari secara langsung. Dengan model PBL, memudahkan peserta didik memahami materi karena

dapat mengaitkannya dengan situasi di kehidupan nyata (Isma dkk., 2021).

PENUTUP

Simpulan

Telah dihasilkan e-LKPD interaktif dengan *Live Worksheet* materi perubahan lingkungan berbasis PBL yang layak untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik. Validitas e-LKPD memperoleh rata-rata 3,77 sehingga dapat dinyatakan sangat valid. Kepraktisan e-LKPD memperoleh rata-rata persentase total sebesar 94% sehingga dapat dinyatakan sangat praktis. Keefektifan e-LKPD yang ditinjau berdasarkan ketuntasan hasil tes 100%, ketercapaian indikator keterampilan berpikir kritis 88%, dan respons positif peserta didik terhadap e-LKPD 97% sehingga dapat dinyatakan sangat efektif.

Saran

Perlu dilakukan tes diagnostik sebelum pembelajaran dimulai untuk mengetahui kelemahan dan kelebihan peserta didik dalam belajar.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih ditujukan kepada Dr. Sifak Indana, M.Pd., Dr. Tarzan Purnomo, M.Si. selaku dosen penguji Sumartini, S.Pd. selaku guru biologi SMAN 12 Surabaya yang berkenan menjadi validator, serta peserta didik kelas X-1 SMAN 12 Surabaya yang membantu peneliti dalam pelaksanaan uji coba terbatas.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R., Amin, S. M., Ibrahim, M., & Hartatik, S. 2021. Peningkatan ketuntasan hasil belajar siswa sekolah dasar pada pembelajaran tematik melalui E-LKPD dengan bantuan aplikasi google meet. *Jurnal Basicedu*. 5(5), 3393-33989. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i5.1339>
- Agnafia, D. N. 2019. Analisis kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran biologi. *Florea*, 6(1), 45-53. <http://doi.org/10.25273/florea.v6i1.4369>
- Amalia, D., Zaini, M., & Halang, B. 2022. Kualitas E-LKPD (Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik) konsep plantae berbasis keterampilan berpikir kritis jenjang SMA. *Journal of Mathematics, Science, and Computer Education (JMSCEdu)*, 2(1), 1-11. <https://doi.org/10.26740/jipb.v3n1.p12-20>
- Andiani, D., Hajizah, M. N., & Dahlan, J. A. 2020. Analisis rancangan assesmen kompetensi minimum (AKM) numerasi program merdeka belajar. *Majamath: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*. 4(1), 80-90.
- Andriyani, N, Hanafi, Safitri, & Hartini, S. 2020. Penerapan Model Problem Based Learning Berbantuan LKPD Live Worksheet untuk Meningkatkan Keaktifan Mental Siswa Pada Pembelajaran Tematik Kelas Va. *E-prints Pros. Pendidik. Profesi Guru*. September, pp. 122-130.
- Ariq, M. I., & Fitrihidajati, H. 2021. Validitas E-LKPD ekosistem berbasis saintifik untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa kelas X SMA. *BioEdu*. 10(3), 562-571. <https://doi.org/10.26740/bioedu.v10n3.p562-571>
- Ayirahma, Rintis Mega, & Muchlis. 2023. Pengembangan E-LKPD yang Berfokus pada Model PBL untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dalam Materi Asam Basa. *Jurnal Pendidikan Indonesia*. 4(6), 675-683.
- Astuti, S., Danial, M., & Anwar, M. 2018. Pengembangan LKPD Berbasis PBL (Problem Based Learning) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Keseimbangan Kimia. *Chemistry Education Review*. 15(2), 3-11.
- Diana, A.W., Hakim, L., & Linda, L. 2021. Pengembangan E-Lkpd Interaktif Hukum Newton Berbasis Mobile Learning Menggunakan Live Worksheets di SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*. 10(2).
- Damayanti, J., & Ratnasari, E. 2021. Profil dan Validitas Lembar Kegiatan Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Berbasis Bioentrepreneurship untuk Melatihkan Keterampilan Kewirausahaan dalam Era Industri 4.0. *Bioedu*. 10(3), 530-541.
- Facione, P. A. 2015. *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts*. Insight Assessment.
- Fakhrurrazi, F. 2018. Hakikat Pembelajaran yang Efektif. *Jurnal At-Tafkir*. 11(1), 85-98.
- Faradiba, Dewi Farokha & Rachmadiarti, Fida. 2020. Kelayakan Teoritis E-Book Interaktif Materi Ekosistem untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMA. *BioEdu*. 9(2), 179-185.

- Fariana, M. 2017. Implementasi Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Aktivitas Siswa. *Journal of Medives*. 1(1), 25-33.
- Fitriasari, D. N. M., & Yuliani. 2021. Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Berbasis Guided Discovery untuk melatih Keterampilan Proses Sains Terintegrasi pada Materi Fotosintesis Kelas XII SMA. *BioEdu*. 10(3), 510-523.
- Hidayanti, Elis, Sariwulan, D., & Siti, Z. 2023. Peranan Model Problem-Based Learning dalam Memperbaiki Kemampuan pemecahan Masalah Siswa Kelas X SMA Negeri 7 Bandung pada Materi Perubahan Lingkungan. *EduBiologia*. 3(2), 122-130.
- Indarta, Yose, Jalinus, N., Waskito, Samala, A. D., Riyanda, A. R., & Adi, N. H. 2022. Relevansi Kurikulum Merdeka Belajar dengan Model Pembelajaran Abad 21 dalam Perkembangan Era Society 5.0. *Jurnal Ilmu Pendidikan*. 4(2), 3011-3024.
- Isma, T.W., Putra, R., Wicaksana, T. I., Tasrif, E., & Huda, A. 2021. Peningkatan Hasil Belajar Siswa melalui Problem Based Learning (PBL). *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran*. 6(1), 155-164.
- Istiana, R., Herawati, D., Nadiroh, & Mahendra, P. R. A. 2019. Efektivitas Problem-Based Learning terhadap Keterampilan Argumentasi Mahasiswa tentang Isu Sosiosaintifik Lingkungan. *Edusains*. 11(2), 286-296.
- JK, Adi K.R. & Yuliani. 2021. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Berbasis Inkuiri pada Submateri Fotosintesis untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Peserta Didik. *BioEdu*. 10(3), 663-673.
- Junita, I.W. & Yuliani. 2022. Pengembangan e-LKPD Berbasis Etnosains untuk Melatihkan Keterampilan Literasi Sains pada Materi Transpor Membran. *Bioedu: Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*. 11(2), 356-367
- Kurnia, R. F. I. 2019. Pengembangan Bahan Ajar Fluida Statis Berorientasi Lingkungan Lahan Basah untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMK Isfi Banjarmasin. Skripsi. Universitas Lampung Mangkurat, Banjarmasin. Dipublikasikan.
- Maryati, I. 2018. Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah pada Materi Pola Bilangan di Kelas VII Sekolah Menengah Pertama. *Jurnal Mosharafa*. 7(1), 63-74.
- Maulina, R., Nazar, M., & Hanum, L. 2019. Pengembangan lembar kerja peserta didik (lkpd) berbasis masalah pada materi koloid di kelas XI SMAN 5 banda aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Kimia*. 4(4).
- Muhammad, R.A. & Ambarwati, R. 2021. Pengembangan E-Book Keanearagaman Hayati sebagai Sumber Belajar dan untuk Melatihkan Literasi Digital Peserta Didik Kelas X SMA. *Bioedu: Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*. 10(2), 326-334.
- Nismalasari, Santiani, & Rohamdi, M. 2016. Penerapan Model Pembelajaran Learning Cycle Terhadap Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Siswa pada Pokok Bahasan Getaran Harmonis. *Jurnal EduSains*. 4(2), 74 – 94.
- Norrazifti, S., & 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.
- Nurjanah, Sofa, dan Guntur, T. 2022. Pengembangan E-LKPD berbasis problem based learning untuk melatih keterampilan berpikir kritis pada materi hereditas manusia. *BioEdu*. 11(3), 765-774.
- Nuzulia, R. U. 2016. Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Pendekatan Saintifik pada Materi Mekanisme Kerja Sistem Saraf untuk Meningkatkan Minat dan Hasil Belajar Siswa Kelas XI SMAN 3 Yogyakarta. *Jurnal Pendidikan Biologi*. 5(6), 46-53.
- Prastika, Y. & Masniladevi. 2021. Pengembangan E-LKPD Interaktif Segi Banyak Beraturan dan Tidak Beraturan Berbasis Liveworksheets Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Kelas IV Sekolah Dasar. *Journal of Basic Education Studies*. 4(1).
- Pusmenjar, Kemendikbudristek. 2020. Asesmen Nasional: AKM dan Implikasinya pada Pembelajaran. Indonesia: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Ramadhani, R., Hasanuddin, & Asiah, M.D. 2016. Identifikasi Miskonsepsi Siswa pada Konsep Sistem Reproduksi Manusia Kelas XI IPA SMA Unggul Ali Hasjmy Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Biologi*. 1(1), 1-9.
- Restianingrum, I., & Isnawati. 2023. The Development of E-LKPD Based on Local Wisdom in Conventional

- Biotechnology Sub-Materials to Train Student's Creative Thinking Skills. *BioEdu*. 12(1), 138-150.
- Riduwan. 2013. *Dasar-dasar statistika*. Alfabeta
- Riduwan. 2016. *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Risdianto, E. 2019. Analisis Pendidikan Indonesia di Era Revolusi Industri 4.0. Retrieved from https://www.academia.edu/38353914/Analisis_Pendidikan_Indonesia_di_Era_Revolusi_Industri_4.0.pdf.
- Rizki, W., Nurmaliah, C., & Sarong, M. A. 2016. Pemanfaatan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Problem Based Learning (PBL) Terhadap Peningkatan Hasil Belajar Siswa pada Materi Sistem Ekskresi Manusia di MTsN Rukoh Kota Banda Aceh. *Jurnal Biotik*. 4(2), 136-142.
- Saleh al Darayseh, A. 2020. The Impact of Covid-19 Pandemic on Modes of Teaching Science in UAE Schools. *Journal of Education and Practice*. 1(20), 110 – 115.
- Saputra, M. D., Joyoatmojo, S., Wardani, D. K., & Sangka, K. B. 2019. Developing critical-thinking skills through the collaboration of jigsaw model with problem-based learning model. *International Journal of Instruction*. 12(1), 1077-1094.
- Schoenberger-Orgad, M., & Spiller, D. 2014. Critical thinkers and capable practitioners. *Journal of Communication Management*. 18(3), 210–221.
- Shoimin, A. 2014. 68 Model Pembelajaran Inovatif Dalam Kurikulum 2013. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.
- Supiandi, M. I., & Julung, H. 2016. Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) terhadap Kemampuan Memecahkan Masalah dan Hasil Belajar Kognitif Siswa Biologi SMA. *Jurnal Pendidikan Sains*. 4(2), 60-64.
- Suryaningsih, S, & Riska N. 2021. Pentingnya Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Inovatif dalam Proses Pembelajaran Abad 21. *Jurnal Pendidikan Indonesia (Japendi)*. 2(7), 1256-1268.
- Susiani, Indana, S., & Indah, N. K. 2017. Validitas dan Efektivitas LKS Berbasis Literasi Sains pada Materi Tumbuhan untuk Siswa Kelas X. *BioEdu*. 6(1), 60-67.
- Syamsi, A. N., & Fitrihidajati, H. 2021. Validitas Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) Berbasis Problem Based Learning pada Materi Perubahan Lingkungan untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMA. *BioEdu*. 10(2), 397-402.
- Tivani, I & Paidi. 2016. Pengembangan LKS Biologi Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Karakter Peduli Lingkungan. *Jurnal Inovasi Pendidikan*. 2(1), 35-45.
- Widyaningrum, H. K., Hasanudin, C., Fitriyaningsih, A., Novianti, D. E., Saddhono, K., & Supratmi, N. 2020. The use of Edmodo apps in flipped classroom learning. How is the students' creative thinking ability? *Ingenierie Des Systemes d'Information*. 25(1), 69–74.
- Widoyoko, Eko Putro. 2016. *Evaluasi Program Pembelajaran: Panduan Praktis Bagi Pendidik dan Calon Pendidik*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Zahroh, D. A., & Yuliani. 2021. Pengembangan e-LKPD Berbasis Literasi Sains untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan. *BioEdu*. 10(3), 605-616.
- Zulfah, Fauzan, A., & Armianti. 2018. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Problem Based Learning Untuk Materi Matematika Kelas VIII. *Jurnal Pendidikan Matematika*. 12(2), 33-46.