

PENGEMBANGAN E-LKPD *LEARNING CYCLE* 5E SISTEM IMUN UNTUK MELATIH KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

Development of Learning Cycle 5E Based Electronical Student Worksheet Immune System to Train Critical Thinking Skills

Linda Kurnia Wulandari

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

E-mail: lindakurnia.21043@mhs.unesa.ac.id

Sifak Indana

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

E-mail: sifakindana@unesa.ac.id

Abstrak

Kemampuan berpikir kritis merupakan kompetensi esensial yang perlu dimiliki oleh pelajar di era abad ke-21. Pendekatan *learning cycle* 5E (*engagement, exploration, explanation, elaboration, dan evaluation*) sebagai salah satu model pembelajaran berlandaskan konstruktivisme diyakini mampu memfasilitasi siswa dalam mengembangkan daya nalar kritis mereka. Penelitian ini bertujuan merancang dan menghasilkan E-LKPD bertema Sistem Imun yang terintegrasi model *learning cycle* 5E guna melatih keterampilan berpikir kritis secara valid, praktis, dan efektif. Pendekatan penelitian yang digunakan ialah model pengembangan 4-D yang terdiri dari tahapan *define, design, develop, dan disseminate*. Aspek yang dikaji dalam penelitian mencakup tingkat validitas perangkat, keberlangsungan proses pembelajaran dengan E-LKPD Sistem Imun, serta pencapaian hasil tes berpikir kritis peserta didik. Penelitian ini melibatkan 34 siswa kelas XI di SMA Negeri 11 Surabaya. Instrumen yang digunakan meliputi lembar validasi, lembar observasi keterlaksanaan, serta soal tes untuk menilai kemampuan berpikir kritis. Indikator berpikir kritis yang diukur antara lain interpretasi, eksplanasi, analisis, dan evaluasi. Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif. Hasil studi menunjukkan bahwa E-LKPD memperoleh skor validitas 3,78 dengan kategori sangat valid. Rata-rata keterlaksanaan pembelajaran pada topik 1 dan 2 mencapai 99,7% dan 99,99%, masuk dalam kategori sangat praktis. Efektivitas E-LKPD Sistem Imun ditunjukkan melalui peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa, yaitu 9,47% pada indikator interpretasi, 8,12% pada eksplanasi, 8,71% pada analisis, dan 8,88% pada evaluasi. Dengan demikian, E-LKPD Sistem Imun dinyatakan layak digunakan sebagai perangkat ajar Biologi kelas XI dari segi validitas, kepraktisan, dan keefektifan.

Kata Kunci: E-LKPD, *learning cycle* 5E, berpikir kritis, materi sistem imun, pendidikan bermutu

Abstract

Mastery of critical thinking is a pivotal competency for learners navigating the challenges of the 21st century. The 5E instructional framework—comprising *engagement, exploration, explanation, elaboration, and evaluation*—embodies a constructivist paradigm that facilitates the cultivation of these cognitive faculties. This investigation endeavors to construct a digital student worksheet (E-LKPD) themed on the Immune System, anchored in the 5E learning cycle, with the intention of nurturing students' critical thinking prowess, while rigorously evaluating its validity, feasibility, and instructional impact. The study adopted the 4-D model (*define, design, develop, disseminate*) as its methodological backbone. Key metrics of the study encompassed validation scores, observed learning activities utilizing the Immune System E-LKPD, and outcomes of students' critical thinking assessments. A cohort of 34 eleventh-grade students from SMAN 11 Surabaya participated in the study. Data collection instruments included validation forms, observation checklists for E-LKPD implementation, and critical thinking evaluation sheets. The study specifically measured indicators such as interpretation, explanation, analysis, and evaluation. Data interpretation employed quantitative-descriptive analysis. Findings revealed that the developed E-LKPD secured a validity index of 3.78, categorized as highly valid. The implementation rates for the first and second topics were recorded at 99.7% and 99.99% respectively—both reflecting high practicality. The effectiveness of the E-LKPD was substantiated by students' critical thinking test performance, which fell within good to excellent thresholds: 9.47% for interpretation, 8.12% for explanation, 8.71% for analysis, and 8.88% for evaluation. In conclusion, the Immune System E-LKPD qualifies as a valid, practical, and effective educational tool for teaching Biology to Grade XI students.

Keywords: E-LKPD, *learning cycle* 5E, critical thinking, immune system material, quality education

PENDAHULUAN

Pendidikan adalah fondasi utama bagi kemajuan suatu bangsa, dan kurikulum merdeka belajar hadir untuk memberikan kesempatan bagi siswa mengembangkan konsep dan kompetensi secara mendalam. Kurikulum ini memungkinkan guru untuk menyesuaikan cara mengajar sesuai dengan minat dan kebutuhan siswa. (Kemendikbud, 2022). Didesain untuk menghadapi tantangan abad ke-21, Struktur pembelajaran ini berfokus pada penguatan nalar kritis dan kemampuan merumuskan solusi, kecakapan berkomunikasi, kerja sama tim, serta pengembangan daya cipta dan gagasan inovatif (Aisyah et al., 2021)

Kemampuan bernalar secara mendalam—atau dikenal dengan istilah *critical thinking*—merupakan proses strategis yang mendorong peserta didik untuk menelusuri serta menimbang validitas informasi yang diperoleh selama berlangsungnya aktivitas pembelajaran (Arini, 2023). Dimensi-dimensi dalam berpikir kritis meliputi kemampuan menafsirkan, menganalisis, menyimpulkan, menilai, menjelaskan, serta mengendalikan diri secara reflektif (Facione, 2013). Namun demikian, merujuk pada hasil PISA tahun 2022, Indonesia berada pada posisi ke-68 dari total 81 negara peserta. Capaian ini mengindikasikan bahwa kapasitas berpikir kritis pelajar di Indonesia masih membutuhkan penguatan serius agar mutu pendidikan nasional dapat mengalami peningkatan yang signifikan (OECD, 2023).

Model *learning cycle 5E* mendorong pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa melalui pendekatan konstruktivisme yang membantu mereka membangun ulang pemahaman (Bybee, 2018). Terdiri dari lima tahap—*engagement*, *exploration*, *explanation*, *elaboration*, dan *evaluation*—model ini terbukti efektif melatih daya nalar kritis peserta didik (Tegegne & Kelkay, 2023), peserta didik diberi kesempatan untuk membangun pemahaman mereka secara mandiri yang mendorong mereka untuk lebih fokus dan termotivasi dalam mempelajari materi (Latifa et al., 2023).

Materi sistem imun dalam biologi mendorong peserta didik mengembangkan keterampilan berpikir kritis, karena melibatkan proses kompleks tubuh melawan patogen dan benda asing. Untuk memahami sistem imun peserta didik perlu menerapkan berpikir kritis dengan mengevaluasi bukti ilmiah, menganalisis konsep dan teori, serta menarik kesimpulan yang rasional dan terstruktur (Suryaningsih, 2022). Berdasarkan hasil wawancara guru biologi di SMAN 11 Surabaya, Teridentifikasi belum adanya aktivitas yang mendorong siswa mengasah kemampuan berpikir kritis dalam topik

sistem imun, serta masih bergantung pada LKPD konvensional buatan penerbit sebagai sarana pembelajaran. LKPD yang disusun oleh guru biasanya mengacu pada buku paket atau LKS dengan soal yang cenderung menengah dan kurang mendukung pembelajaran yang efektif dan kontekstual. LKPD sering kali hanya berisi materi dan soal untuk memperkuat konsep tanpa melibatkan pemikiran kritis atau aplikasi dunia nyata (Istiqomah, 2021).

Indonesia kini kita telah memasuki zaman digital yang mempengaruhi jalannya proses pembelajaran., yang mana para pendidik dapat memanfaatkan media pembelajaran berintegrasi teknologi untuk menarik minat siswa (Ummah et al., 2022). Inovasi dalam pembelajaran berintegrasi digital bisa berupa LKPD digital (Lavtania et al., 2021). E-LKPD ini mampu dipakai melalui gawai elektronik yang menyediakan panduan, topik pembelajaran, dan pertanyaan yang disesuaikan pada tujuan pembelajaran guna mendukung peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa (Safitri, 2022). Dalam tujuan untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis perlu dikembangkan LKPD digital (E-LKPD) yang berintegrasi model pembelajaran yang juga memfasilitasi tujuan tersebut, yaitu *learning cycle 5E*. Pemanfaatan materi pembelajaran berbasis model siklus belajar 5E terbukti mampu merangsang keterampilan berpikir kritis secara optimal. Penelitian Susilowati dan Wisanti (2023) menandakan bilamana E-LKPD berintegrasi *learning cycle 5E* menghasilkan peningkatan signifikan, dengan indikator analisis dan eksplanasi mencapai 100%, serta interpretasi 86,67%.

Berdasarkan latar belakang meliputi rendahnya keterampilan berpikir kritis siswa di Indonesia, Kompleksitas topik sistem imun serta minimnya penggunaan media ajar berbasis teknologi yang mendukung nalar kritis siswa menuntut hadirnya E-LKPD inovatif. Maka, pengembangan E-LKPD berbasis *learning cycle 5E* yang teruji validitas, kepraktisan, dan efektivitasnya menjadi urgensi. Instrumen ini diharapkan mampu mengasah keterampilan berpikir kritis siswa secara maksimal melalui pembelajaran langsung. Penelitian ini bertujuan menghasilkan E-LKPD *learning cycle 5E* yang sah, mudah digunakan, dan berdampak nyata.

METODE

Riset ini adalah penelitian dan pengembangan. Model pengembangan yang diterapkan adalah 4D (*Define, Design, Develop, dan Disseminate*) (Thiagarajan et al., 1974) yang memungkinkan evaluasi dan revisi berulang tanpa memulai dari awal (Susilowati & Wisanti, 2023). Produk yang dihasilkan terbukti efektif dan dapat diuji

empiris (Sohilait, 2020). Penelitian ini berlangsung dari bulan Oktober 2024 hingga Juni 2025 dengan subjek 34 peserta didik kelas XI.1.3 SMAN 11 Surabaya.

Pada tahap *define* dilaksanakan kajian terhadap kurikulum, konsep, tugas, serta siswa. Analisis kurikulum fokus pada capaian pembelajaran fase F dalam kurikulum merdeka. Tahap *design* melibatkan perancangan E-LKPD sistem imun yang mencakup konten E-LKPD, Pelaksanaan siklus pembelajaran 5E yang terpadu, serta aktivitas pengembangan keterampilan berpikir kritis. E-LKPD didesain menggunakan aplikasi canva kemudian dimasukkan pada laman *liveworksheets*. E-LKPD ini terdiri dari dua topik, di mana E-LKPD pertama membahas materi sistem imun nonspesifik, dan E-LKPD kedua mengulas materi sistem imun spesifik.

Fase pengembangan mencakup pembuatan E-LKPD yang terintegrasi dengan siklus pembelajaran 5E pada materi sistem imun guna menilai keabsahan, kepraktisan, dan efektivitas produk agar siap digunakan. Kegiatan di tahap ini meliputi peninjauan draft, revisi draft, uji coba terbatas, dan revisi akhir. Pada tahap akhir yaitu *disseminate* hasil penelitian dipublikasikan dalam bentuk artikel ilmiah.

Penelitian ini mengukur parameter validitas, kepraktisan, dan efektivitas E-LKPD berintegrasi *learning cycle* 5E materi sistem imun. Penilaian validitas dilaksanakan oleh pakar yang ahli pada bidang materi dan media dari jurusan Biologi FMIPA Unesa. Instrumen validitas melibatkan tiga aspek: penyajian, isi, dan bahasa, yang terdiri dari 12 komponen. Setiap komponen dinilai memakai Skala Likert 4 poin, yaitu 1-4 (dari kurang baik hingga sangat baik).

Kepraktisan E-LKPD berintegrasi *learning cycle* 5E materi sistem imun diukur berdasarkan hasil pelaksanaan dan respons positif dari siswa. Pengisian lembar pelaksanaan menggunakan Skala Guttman, dengan pilihan Tidak Terlaksana (0) dan Terlaksana (1). Nilai rata-rata dibagi dalam kategori: 26%-40% (kurang memuaskan), 41%-55% (cukup kurang), 56%-70% (agak memadai), 71%-85% (memadai), dan 86%-100% (sangat memadai). E-LKPD yang menggabungkan siklus pembelajaran 5E pada materi sistem imun dianggap efektif jika memperoleh skor minimal 71% (Riduwan, 2016) Respons positif dari 34 siswa dikumpulkan menggunakan Skala Guttman, di mana Tidak (0) mewakili respons negatif dan Ya (1) sebagai respons positif.

Keefektifan E-LKPD yang diukur melalui tes keterampilan berpikir kritis berupa 4 soal essay berindikator interpretasi, eksplanasi, analisis, dan evaluasi. Hasil tes setiap indikator dikategorikan sebagai







berikut: 0-1,9 (Tidak baik), 2-3,9 (Kurang baik) 4-5,9 (Cukup baik) 6-7,9 (Baik), 8-10 (Sangat baik). E-LKPD dinyatakan efektif apabila memperoleh hasil tes indikator kategori baik-sangat baik sebesar $\geq 75\%$ (Riduwan, 2013).


HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk penelitian ini adalah E-LKPD yang terintegrasi dengan siklus pembelajaran 5E, dilengkapi fitur-fitur untuk mengasah kemampuan berpikir kritis siswa. Indikator keterampilan berpikir kritis yang dikembangkan mencakup interpretasi, penjelasan, analisis, dan evaluasi. Setiap fitur pada E-LKPD 5E merepresentasikan satu indikator tersebut. Fitur Engagement dan Let's Find Out fokus melatih kemampuan interpretasi, Exploration dan Let's Explore melatih indikator analisis, Explanation dan Let's Practice melatih indikator eksplanasi, Elaboration dan Let's Think melatih indikator analisis, serta Evaluation dan Evaluate. Terdapat fitur tambahan seperti Let's Prove It dan Post-Test yang berisi soal tes akhir untuk membuktikan terlatihnya keterampilan berpikir kritis, serta notes yang berisi perintah rinci pada setiap kegiatan.

Tampilan fitur-fitur pada E-LKPD berintegrasi *learning cycle* 5E bisa diamati pada **Tabel 1** berikut.

Tabel 1. Komponen unggulan dalam E-LKPD

Fitur	Deskripsi
	Sarana untuk menggali pengetahuan awal dan membangkitkan minat peserta didik pada topik yang dipelajari.
	Sarana untuk menggali informasi melalui video animasi kerja komponen imun sebagai dasar konsep peserta didik.
	Sarana yang berisi kegiatan untuk menjelaskan hasil eksplorasi konsep yang telah didapatkan dan dipahami.
	Sarana yang berisikan kegiatan untuk mengaplikasikan konsep yang telah dipelajari dalam kondisi yang berbeda.
	Sarana yang berisikan kegiatan untuk mengevaluasi pemahaman peserta didik.
	Sarana untuk kegiatan menjawab soal yang mengukur peningkatan berpikir kritis peserta didik.

Fitur	Deskripsi
	Sarana berisi penjelasan kegiatan tiap siklus.

E-LKPD berintegrasi model pembelajaran harus memiliki fitur dan kegiatan yang sesuai dengan sintaks model tersebut secara runtut (Humairah, 2024).

Adapun tampilan E-LKPD dapat dilihat pada **Gambar 1** berikut.



Gambar 1. Komponen E-LKPD yang mengadopsi Siklus Pembelajaran 5E meliputi: (a) Sampul E-LKPD, (b) Fase Pengikatan, (c) Fase Penjelajahan, (d) Fase Penjelasan, (e) Fase Pendalaman, dan (f) Fase Penilaian.

Dokumen E-LKPD terdiri atas tiga segmen pokok: pendahuluan, isi, dan kesimpulan. Bagian pendahuluan memuat sampul dan identitas E-LKPD, panduan pemakaian, durasi waktu, peta konsep, tujuan

pembelajaran, daftar isi, serta fitur-fitur yang tersedia pada E-LKPD. Isi berisi dasar teori serta kegiatan sesuai dengan tahap *learning cycle* 5E. penutup berisi daftar pustaka dan glosarium. Komponen tersebut disesuaikan dengan Prastowo (2011) komponen utama pada E-LKPD yang berisi identitas, petunjuk penggunaan secara jelas dan terarah, tujuan pembelajaran, materi pembelajaran yang sesuai, dan kegiatan maupun tugas untuk anak murid.

E-LKPD yang dibuat bertujuan untuk menghasilkan bahan ajar pada materi sistem imun yang memudahkan peserta didik kelas XI dalam penguasaan konsep. E-LKPD terbagi atas dua bagian, yakni E-LKPD 1 tentang sistem imun nonspesifik dan E-LKPD 2 mengenai sistem imun spesifik. Materi serta tugas di dalamnya dirancang sesuai dengan model *learning cycle* 5E untuk mengasah keterampilan berpikir kritis pada aspek interpretasi, eksplanasi, analisis, dan evaluasi.

Rincian kegiatan dan tugas E-LKPD dapat dilihat pada **Tabel 2** berikut.

Tabel 2. Pemetaan kegiatan belajar mengajar E-LKPD yang terintegrasi *learning cycle* 5E

Tahap <i>Learning Cycle</i> 5E	Keterampilan Berpikir Kritis & Aktivitas Peserta Didik	
	E-LKPD 1	E-LKPD 2
<i>Engagement</i>	Indikator interpretasi. Menafsirkan informasi tentang bentol merah akibat gigitan nyamuk dan menjelaskan penyebab peradangan serta langkah yang tepat untuk menanganinya.	Indikator interpretasi. Menafsirkan artikel untuk mengidentifikasi komponen sistem imun spesifik dalam penanganan infeksi virus dan menyusun langkah pencegahan penyebaran cacar monyet.
<i>Exploration</i>	Indikator analisis. Menganalisis penyebab dan cara menanggulangi jerawat berdasarkan video animasi <i>YouTube</i> .	Indikator analisis. Menganalisis perbedaan mekanisme serangan infeksi virus (ebola) dan penyakit autoimunitas (lupus) melalui dua video <i>YouTube</i> yang disematkan.
<i>Explanation</i>	Indikator eksplanasi. Menjelaskan mekanisme fagositosis dalam jerawat berdasarkan tabel serta video pada tahap <i>exploration</i> .	Indikator eksplanasi. Menjelaskan cara kerja sistem imun tubuh terhadap virus ebola dan penyakit autoimun lupus.

Tahap Learning Cycle 5E	Keterampilan Berpikir Kritis & Aktivitas Peserta Didik	
	E-LKPD 1	E-LKPD 2
<i>Elaboration</i>	Indikator analisis. Menerapkan pengetahuan mekanisme pertahanan nonspesifik dengan menganalisis peristiwa terkait sistem pencernaan dan ekskresi.	Indikator analisis. Mengaitkan cara kerja sistem imun tubuh pada penyakit AIDS yang disebabkan oleh HIV
<i>Evaluation</i>	Indikator evaluasi. Mengevaluasi efektivitas tiga mekanisme pertahanan nonspesifik (fisik, mekanik, kimiawi) melalui argumen berdasarkan gambar contoh.	Indikator evaluasi. Mengevaluasi peran antigen dan antibodi dalam sistem imun, membandingkan efektivitas limfosit T dan B, serta menyimpulkan hasil dari 4 siklus sebelumnya.

Pengembangan E-LKPD diselenggarakan dengan kepesatan teknologi yang terus berkembang. Hal ini seiring dengan tantangan di era abad 21, di mana baik siswa maupun guru diharuskan menguasai keterampilan teknologi di kegiatan belajar mengajar (Kurniawan & Kuswandi, 2021). E-LKPD memanfaatkan laman *liveworksheets* untuk mengoperasikannya karena siswa dapat langsung menjawab pertanyaan tersebut tanpa perlu menggunakan media lain (Zahroh, 2021).

1. Validitas E-LKPD Berintegrasi Learning Cycle 5E

Secara konseptual, keabsahan E-LKPD dievaluasi oleh tiga penguji, yakni dua akademisi yang berkompeten di bidang terkait. Proses validasi ini bertujuan untuk melakukan peninjauan serta penyempurnaan LKPD sebelum tahap uji coba guna mengukur tingkat kepraktisan dan efektivitasnya. Berdasarkan ringkasan hasil penilaian dari ketiga validator tersebut, LKPD yang menggunakan pendekatan *guided discovery* masuk dalam kategori sangat valid pada aspek penyajian, konten atau isi, dan kebahasaan. Rekapitulasi data validitas termuat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Validitas ELKPD berintegrasi *learning cycle* 5E

No.	Aspek Yang Dinilai	Skor		Rata-Rata	Kat
		V ₁	V ₂		
A. PENYAJIAN					
1.	Halaman depan (<i>cover</i>) E-LKPD	4	4	4	SV
2.	Pengoperasian E-LKPD	4	4	4	SV
3.	Gambar pada E-LKPD	4	3	3.5	SV
4.	Video pada E-LKPD	4	4	4	SV

No.	Aspek Yang Dinilai	Skor		Rata-Rata	Kat
		V ₁	V ₂		
5.	Link dan QR pada E-LKPD	4	3	3.5	SV
6.	Kejelasan penyajian petunjuk E-LKPD	4	4	4	SV
Rata-Rata Aspek Penyajian				3.86	
Kategori				SV	
B. ISI					
7.	Kesesuaian materi E-LKPD	4	4	4	SV
8.	Kecocokan materi dengan siklus pembelajaran 5E dalam mengasah kemampuan berpikir kritis	4	4	4	SV
9.	Kesesuaian E-LKPD 1 dengan model <i>learning cycle</i> 5E	4	4	4	SV
10.	Kesesuaian E-LKPD 2 dengan model <i>learning cycle</i> 5E	4	3.8	3.9	SV
11.	Kesesuaian E-LKPD 1 indikator keterampilan berpikir kritis	4	4	4	SV
12.	Kesesuaian E-LKPD 2 indikator keterampilan berpikir kritis	4	4	4	SV
Rata-Rata Aspek Isi				3.98	
Kategori				SV	
C. KEBAHASAAN					
13.	Penggunaan kaidah tata Bahasa E-LKPD	4	3	3.5	SV
Rata-Rata Aspek Kebahasaan				3.50	
Kategori				SV	
Rata-Rata Keseluruhan Aspek				3.78	
Kategori				SV	

Keterangan: Kat: Kategori, SV: Sangat Valid

Validasi E-LKPD menunjukkan tingkat keakuratan yang sangat tinggi, dengan skor rata-rata keseluruhan mencapai 3,71. Penilaian mencakup tiga dimensi utama: penyajian, konten, dan bahasa, masing-masing memperoleh nilai rata-rata 3,86; 3,98; dan 3,50. Pada subdimensi gambar, tautan, dan QR, skor rata-ratanya 3,5, tergolong sangat valid, meskipun gambar pada bagian dasar teori kurang representatif dan berpotensi menimbulkan kesalahpahaman bagi peserta didik. Miskonsepsi dapat mempengaruhi penerimaan pengetahuan baru (Nugroho, 2021), sehingga media yang digunakan harus tepat (Mahmood, 2011). Pada link dan QR, beberapa smartphone memerlukan aplikasi tertentu untuk memindai barcode *post-test*. Link dan QR digunakan untuk memanfaatkan teknologi dan menarik minat peserta didik (Ghofur, 2020), namun perlu kemudahan akses agar tidak menurunkan ketertarikan peserta didik.

Aspek kelayakan isi E-LKPD menunjukkan kesesuaian dengan *learning cycle* 5E dan indikator

berpikir kritis dengan hasil rerata 4 (sangat valid). Namun, pada E-LKPD 2 yaitu fase *exploration* mendapat skor lebih rendah 3,8 karena perlu ditambahkan soal tertulis untuk jelas mengarahkan peserta didik, mengingat tidak semua memahami soal yang tersirat. Fase *exploration* bertujuan menggali informasi dan berpendapat (Bybee et al., 2006).

Dimensi kelayakan bahasa meraih nilai rata-rata 3,5 dengan klasifikasi sangat valid, meski terdapat istilah asing yang menyulitkan pemahaman peserta didik. Oleh karena itu, glosarium ditambahkan sebelum uji coba. Aspek kebahasaan E-LKPD sangat penting untuk mempermudah pemahaman dengan menggunakan bahasa yang mudah dimengerti dan jelas. (Syaifuddin, 2022). Pemahaman konsep akan lebih mudah tercapai jika bahasa yang digunakan sesuai dan tepat (Sihafudin & Trimulyono, 2020). Oleh karena itu, penambahan glosarium sangat diperlukan untuk mempermudah siswa dalam memahami istilah-istilah asing dan konsep-konsep baru (Pratiwi et al., 2021).

2. Kepraktisan E-LKPD Berintegrasi Learning Cycle 5E

Kepraktisan diukur melalui hasil pengamatan terhadap pelaksanaan proses pembelajaran oleh siswa serta respons positif yang diberikan oleh mereka terhadap E-LKPD berintegrasi *learning cycle* 5E. Hasil mengenai kepraktisan dapat ditemukan pada **Tabel 4** dan **Tabel 5** di bawah ini.

Tabel 4. Observasi Keterlaksanaan E-LKPD.

No.	Aktivitas Peserta Didik	% Keterlaksanaan	
		E-LKPD 1	E-LKPD 2
1.	Peserta didik mengakses E-LKPD melalui laman <i>liveworksheets</i> tanpa ada kendala	94.1	97.1
2.	Peserta didik membaca topik serta mengisi identitas pada E-LKPD	100	100
3.	Siswa menelaah indeks materi dalam E-LKPD	100	100
4.	Para pelajar menelaah panduan pemanfaatan E-LKPD secara seksama	100	100
5.	Peserta didik membaca deskripsi fitur-fitur pada E-LKPD	100	100
6.	Peserta belajar menelaah sasaran pembelajaran dalam E-LKPD	100	100
7.	Peserta belajar meninjau pembagian waktu dalam E-LKPD	100	100
8.	Engagement Peserta didik ditarik minatnya terhadap materi yang akan dipelajari melalui informasi, pengalaman, atau fenomena.	100	100
9.	Exploration Peserta didik menggali informasi melalui video pembelajaran berupa video animasi repons imun dan proses penyerangan penyakit.	100	100

No.	Aktivitas Peserta Didik	% Keterlaksanaan	
		E-LKPD 1	E-LKPD 2
10.	Explanation Peserta didik menjelaskan ulang hasil analisis video pembelajaran dari fase sebelumnya.	100	100
11.	Elaboration Peserta didik mengembangkan konsep dan mengaitkannya dengan situasi dan permasalahan baru.	100	100
12.	Evaluation Peserta didik mengukur pemahaman dan kebenaran konsep melalui pertanyaan atau penyusunan kesimpulan	100	100
13.	Interpretasi Peserta didik dapat mengidentifikasi informasi penting suatu peristiwa dan informasi.	100	100
14.	Analisis Peserta didik dapat menganalisis hubungan permasalahan yang sebenarnya dengan konsep imun.	100	100
15.	Eksplanasi Peserta didik dapat menjelaskan ulang konsep yang telah didapatkan dalam bentuk penalaran.	100	100
16.	Evaluasi Peserta didik dapat menilai kebenaran konsep dan menyusun kesimpulan.	100	100
Rata-Rata Keseluruhan (%)		99.6	99.8
Kriteria Interpretasi		Sangat Baik	

Berdasarkan **Tabel 4** keterlaksanaan E-LKPD 1 dan 2 masing-masing mencapai 99,6% dan 99,8%, menunjukkan E-LKPD praktis digunakan. Meskipun sebagian besar peserta didik berjalan lancar, ada kendala akses internet tidak stabil pada pertemuan pertama E-LKPD 1, yang mempengaruhi dua peserta didik. Pada pertemuan kedua akses E-LKPD meningkat seiring pengalaman peserta didik meski masih ada kendala pada satu peserta. Sehingga, pemerataan fasilitas WIFI diperlukan untuk kelancaran pembelajaran (Mursitaningrum et al., 2019).

Kepraktisan E-LKPD yang terintegrasi dengan *learning cycle* 5E dinilai berdasarkan tanggapan 34 peserta didik melalui angket respons, dengan rekapitulasi sebagai berikut.

Tabel 5. Angket respons positif dan negatif.

No.	Pernyataan	Persentase (%)	
		RP	RN
A. ISI			
1.	Petunjuk penggunaan E-LKPD mudah untuk dipahami	97.1	2.9
2.	Deskripsi fitur-fitur pada E-LKPD memudahkan dalam penggunaan E-LKPD	97.1	2.9

No.	Pernyataan	Persentase (%)	
		RP	RN
3.	Tujuan pembelajaran dalam E-LKPD dapat dipahami?	100	0
4.	E-LKPD yang dikembangkan memudahkan dalam memahami materi Sistem Imun	97.1	2.9
Rata-Rata Aspek Isi		97.8	1.5
Kriteria Interpretasi		Sangat Praktis	
B. PENYAJIAN			
5.	E-LKPD yang dikembangkan menarik sehingga menjadi lebih termotivasi mempelajari materi Sistem Imun	94.1	5.9
6.	Font dan ukuran tulisan pada E-LKPD mudah untuk dibaca	79.4	20.6
7.	Laman <i>Liveworksheets</i> E-LKPD mudah untuk diakses dan dioperasikan dalam berbagai gawai	94.1	5.9
Rata-Rata Aspek Penyajian		89.2	10.8
Kriteria Interpretasi		Sangat Praktis	
C. KEBAHASAAN			
8.	Bahasa yang diterapkan dalam E-LKPD jelas dan mudah dimengerti serta mengikuti kaidah PUEBI yang benar	100	0
9.	Istilah yang terdapat pada E-LKPD dapat dipahami	97.1	2.9
10.	Bahasa yang dipakai pada materi, kegiatan dan pertanyaan pada E-LKPD tidak menimbulkan miskonsepsi	94.1	5.9
Rata-Rata Aspek Kebahasaan		97.1	2.9
Kriteria Interpretasi		Sangat Praktis	
D. LEARNING CYCLE 5E			
11.	E-LKPD memiliki kegiatan <i>engagement</i> untuk memfokuskan perhatian dan menarik minat dalam memulai pembelajaran	100	0
12.	E-LKPD memiliki kegiatan <i>exploration</i> untuk menggali informasi terkait topik yang sedang dipelajari	100	0
13.	E-LKPD memiliki kegiatan <i>explanation</i> untuk menjelaskan informasi dan konsep yang telah didapatkan sebelumnya	97.1	2.9
14.	E-LKPD memiliki kegiatan <i>elaboration</i> untuk mengembangkan konsep yang telah dimiliki pada situasi yang baru ataupun berbeda	97.1	2.9
15.	E-LKPD memiliki kegiatan <i>evaluation</i> untuk menilai kebenaran konsep yang telah dimiliki	100	0
Rata-Rata Aspek <i>Learning Cycle 5E</i>		98.8	1.2
Kriteria Interpretasi		Sangat Praktis	
E. KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS			
16.	E-LKPD melatih <i>menginterpretasi</i> penjelasan sederhana dari berbagai informasi, situasi, maupun pengalaman	88.2	11.8
17.	E-LKPD melatih <i>menganalisis</i> hubungan konsep materi dengan data atau informasi yang didapatkan?	91.2	8.8
18.	E-LKPD melatih <i>mengeksplanasi</i> data yang didapatkan dalam bentuk pernyataan?	94.1	5.9

No.	Pernyataan	Persentase (%)	
		RP	RN
19.	E-LKPD melatih <i>mengevaluasi</i> melalui kegiatan menilai kebenaran konsep yang telah didapatkan?	97.1	2.9
Rata-Rata Aspek Keterampilan Berpikir Kritis		92.7	7.4
Kriteria Interpretasi		Sangat Praktis	
Rerata Keseluruhan (%)		95.7	
Kriteria Interpretasi		Sangat Praktis	

Keterangan:

RP: Respons Positif, RN: Respons Negatif

Berdasarkan hasil angket yang tercantum dalam Tabel 5, nilai rata-rata penilaian dari kelima aspek penggunaan E-LKPD mencapai 95,7 dengan kategori sangat praktis. Namun pada aspek penyajian poin 6 mendapatkan skor terendah yaitu sebesar 79,4% dengan kategori praktis. Poin tersebut meminta respons mudah untuk dibacanya font pada E-LKPD yang ternyata banyak dari peserta didik merasakan kesulitan dalam membaca. Faktor utamanya adalah gawai yang dipakai oleh peserta didik adalah smartphone dan laman *liveworksheets* sendiri akan menyesuaikan dengan gawai yang dipakai oleh pengguna. Selaras dengan penelitian oleh Mispa *et al.*, (2022) yang menyebutkan bilamana ukuran *liveworksheets* secara otomatis akan menyesuaikan dengan alat elektronik yang digunakan, pada layar yang kecil seperti *smartphone*, elemen-elemen interaktif mungkin harus lebih disesuaikan, peserta didik perlu menggulir lebih sering sementara di layar besar seperti tablet atau laptop elemennya akan terlihat lebih luas dan lebih mudah diakses.

Tidak hanya itu, peneliti juga perlu untuk memperbaiki ukuran font agar lebih besar dan sesuai karena fungsi E-LKPD dalam proses pembelajaran sebagai panduan kegiatan dan penyampaian materi serta tugas oleh karena itu, pemilihan ukuran font yang tepat dan mudah untuk dibaca dalam berbagai tipe gawai sangat diperlukan dalam mendukung efektivitas belajar mengajar di ruang belajar (Salsabila *et al.*, 2023).

3. Keefektifan E-LKPD Berintegrasi Learning Cycle 5E

Efektivitas E-LKPD dinilai melalui tes kemampuan berpikir kritis, meliputi evaluasi awal dan akhir menggunakan empat soal esai yang disesuaikan dengan indikator keterampilan berpikir kritis. Berikut adalah hasil pengujian yang tersaji dalam Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Hasil tes kemampuan berpikir kritis

PD ke-	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis							
	I	K	Ek	K	A	K	Ev	K
1	8	SB	5	CB	8	SB	8	SB
2	8	SB	10	SB	8	SB	8	SB
3	10	SB	8	SB	10	SB	10	SB
4	8	SB	10	SB	10	SB	8	SB
5	10	SB	10	SB	8	SB	10	SB
6	8	SB	8	SB	8	SB	8	SB
7	8	SB	10	SB	10	SB	10	SB
8	10	SB	8	SB	8	SB	10	SB
9	8	SB	8	SB	10	SB	10	SB
0	10	SB	8	SB	10	SB	8	SB
11	10	SB	8	SB	10	SB	8	SB
12	8	SB	8	SB	10	SB	8	SB
13	10	SB	5	CB	10	SB	10	SB
14	10	SB	10	SB	8	SB	10	SB
15	10	SB	10	SB	5	CB	10	SB
16	8	SB	5	CB	8	SB	8	SB
17	8	SB	10	SB	8	SB	8	SB
18	10	SB	8	SB	10	SB	10	SB
19	8	SB	10	SB	10	SB	8	SB
20	10	SB	8	SB	8	SB	10	SB
21	10	SB	8	SB	8	SB	8	SB
22	10	SB	8	SB	8	SB	10	SB
23	10	SB	10	SB	10	SB	8	SB
24	10	SB	10	SB	8	SB	10	SB
25	10	SB	3	KB	10	SB	8	SB
26	10	SB	8	SB	8	SB	10	SB
27	10	SB	8	SB	10	SB	10	SB
28	10	SB	8	SB	10	SB	10	SB
29	10	SB	8	SB	10	SB	8	SB
30	8	SB	5	CB	8	SB	8	SB

PD ke-	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis							
	I	K	Ek	K	A	K	Ev	K
31	10	SB	8	SB	8	SB	8	SB
32	10	SB	8	SB	8	SB	10	SB
33	10	SB	8	SB	3	KB	8	SB
34	10	SB	8	SB	10	SB	8	SB
Rt (%)	9.5	SB	8.1	SB	8.7	SB	8.9	SB
Σ SB (%)	100		88.2		94.1		100	
Σ CB-KB (%)	-		11.8		5.9		-	

Keterangan:

SB: Istimewa, CB: Lumayan Memadai, KB: Perlu Perbaikan

Pada **Tabel 6** terlihat bahwa 6 peserta didik masih memperoleh hasil tes kategori cukup baik dan kurang baik setelah uji coba E-LKPD pada pembelajaran sistem imun, khususnya pada indikator eksplanasi dan analisis. Kelemahan mereka terletak pada kesulitan menjelaskan informasi secara runtut dan menghubungkan konsep imun dengan masalah sekitar. Hal ini sepaham dengan Irawan *et al.* (2021) yang menyebutkan bilamana rendahnya keterampilan eksplanasi disebabkan oleh ketidakmampuan menjelaskan secara logis. Selain itu, Sarip *et al.* (2022) mengungkapkan bahwa peserta didik kurang terbiasa dengan soal berpikir kritis, sehingga perlu latihan dan pengembangan kemampuan melalui sumber informasi selain guru, seperti teknologi.

Prestasi tes kemampuan berpikir kritis peserta didik yang sangat unggul pada 4 indikator dipicu oleh latihan analisis fenomena dalam E-LKPD, sehingga memudahkan mereka mengidentifikasi konsep sistem imun. Kurniasih *et al.* (2020) menyatakan bahwa penguasaan konsep memperkuat pemahaman dan kemampuan analisis peserta didik. E-LKPD berintegrasi *learning cycle* 5E mendukung pembelajaran mandiri sesuai teori konstruktivisme, yang mendorong peserta didik membangun pengetahuan berdasarkan pengalaman (Irwanto *et al.*, 2018). Hasil tes pada kategori sangat baik mencapai $\geq 75\%$ menunjukkan E-LKPD sangat efektif dalam melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Usai memperoleh data terkait kapasitas berpikir kritis, perlu dianalisis indeks sensitivitas butir soal untuk indikator keterampilan berpikir kritis. Indeks ini penting karena materi yang diuji bukan bagian dari pembelajaran aktif peserta didik, sehingga perlu memastikan apakah soal peka terhadap perubahan hasil akibat penerapan E-LKPD berintegrasi *learning cycle* 5E. Indeks sensitivitas membantu memastikan perubahan hasil belajar berasal dari efektivitas produk yang diuji. Hasil perhitungan indeks sensitivitas butir soal diperlihatkan di **Tabel 8** berikut.

Tabel 8. Indeks sensitivitas butir soal

Butir Soal	Indikator KBK	Indeks Sensitivitas	Kategori
1	Interpretasi	0.56	Sensitif
2	Eksplanasi	0.55	Sensitif
3	Analisis	0.55	Sensitif
4	Evaluasi	0.66	Sensitif
Rata-Rata		0.58	Sensitif

Keterangan:

KBK: Keterampilan Berpikir Kritis

Menurut Tabel 8, empat item pertanyaan diselaraskan dengan dimensi kecakapan berpikir kritis, yakni interpretasi, penjelasan, analisis, serta penilaian, masing-masing dengan satu soal essay. Berdasarkan **Tabel 8** hasil indeks sensitivitas item pertanyaan yang disesuaikan dengan indikator kemampuan berpikir kritis menunjukkan bahwa keempat butir soal memiliki sensitivitas $>0,30$, dengan rata-rata 0,58, dalam kategori sensitif. Hal ini menunjukkan bahwa butir soal lebih banyak dijawab benar setelah penggunaan E-LKPD. Aiken (1997) mengungkapkan bahwa sensitivitas butir soal digunakan untuk mengukur efektivitas pembelajaran, dan soal dianggap sensitif jika memiliki sensitivitas $\geq 0,3$.

PENUTUP

Simpulan

E-LKPD Sistem Imun yang memadukan model Learning Cycle 5E dalam mengasah kemampuan berpikir kritis menunjukkan validitas yang sangat tinggi menurut penilaian dosen yang berkompeten di bidang materi dan media, sangat praktis digunakan sebagai sumber pembelajaran Biologi untuk kelas XI SMA, dan sangat efektif berdasarkan hasil belajar siswa. Siswa menunjukkan kemampuan berpikir kritis yang sangat baik pada aspek interpretasi, penjelasan, analisis, dan evaluasi.

Saran untuk pengembangan E-LKPD pada penelitian mendatang disarankan untuk mengembangkan bahan ajar untuk memfasilitasi yang disesuaikan dengan tuntutan empat karakteristik utama pendidikan abad 21 selain berpikir kritis.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan apresiasi kepada Ibu Prof. Dr. Wisanti, M.S. dan Ibu Prof. Dr. Mahanani Tri Asrii, M.Si. atas arahan serta evaluasi mendalam terhadap pengembangan E-LKPD. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada siswa kelas XI.1.3 SMA Negeri 11 Surabaya yang aktif berpartisipasi dalam pengujian dan memberikan masukan berharga terkait E-LKPD tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiken, L. R. 1997. *Psychological Testing and Assesment (Ninth Edition)*. Boston: Allyn & Bacon.
- Arini, R., Rahayu, Y. S., & Erman. 2023. Profile Of Critical Thinking Results Analyzed from Facione Indicators and Gender of Learners. *IJORER: International Journal of Recent Educational Research*, 4(4), 434-446.
- Bybee, R. W. 2018. The BSCS 5E Instructional Model: Personal Reflections and Contemporary Implications. *Science and Children*, 51(8), 10-13.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Scotter, P. V., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. 2006. The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Applications. *Biological Science Curriculum Study*.
- Facione, P. A. 2013. *Critical thinking: What it is and why it counts*. Measured Reasons and The California Academic Press, Millbrae, CA.
- Ghofur, A. 2020. Pengembangan Media Pembelajaran Scan Barcode Berintegrasi Android Dalam Pembelajaran IPS. *EduTeach: Jurnal Edukasi dan Teknologi Pembelajaran*, 1(2), 144-152.
- Gronlund, N. E. 1982. *Constructing Achievement Tests*. Prentice-Hall, Inc.
- Hake, R. R. 1999. *Analyzing Change/Gain Scores*. USA: Dept of Physics Indiana University.
- Humairah, A. 2024. Pengembangan E-LKPD Berintegrasi Model Learning Cycle 5E Pada Materi Struktur Atom Menggunakan Liveworksheet. *Journal of Global Research Education*, 2(2), 79-85.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. 2014. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 104 Tahun 2014 tentang Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah.
- Kholidiyah, E. S. 2024. Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Melalui Model Inkuiri Terbimbing pada Materi Laju Reaksi. *Jurnal Education and Development*, 12(1), 317-324.

- Kurniawan, C., & Kuswandi, D. 2021. *Pengembangan E-MODUL Sebagai Media Literasi Digital pada Pembelajaran Abad 21*. Academia Publication.
- Lavtania, N., Nulhakim, L., & Utari, E. 2021. Pengembangan LKPD Digital Menggunakan Pendekatan Saintifik Berintegrasi Kreativitas Mata Pelajaran Kimia Materi Pembuatan Makanan Berupa Koloid. *Quantum: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 12(2), 172.
- Layyina, N., Agustini, R., & Indana, S. 2021. Efektivitas Perangkat Pembelajaran IPA Berorientasi Model Inkuiri untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, 10(2), 2005-2015.
- Mahmud. 2011. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Pustaka Setia.
- Mispa, R., Putra, A. P., & Zaini, M. 2022. Penggunaan E-LKPD Berintegrasi Live Worksheet pada Konsep Protista terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Kelas X SMAN 7 Banjarmasin. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 3(1), 1-12.
- Mursitaningrum, R. S., Yuliani, & Yakub, P. 2019. Keefektifan LKPD Berintegrasi *Guided Discovery* untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Terintegrasi pada Materi Fotosintesis. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 8(3), 97-104.
- Nugroho, F. A. 2021. *Identifikasi Miskonsepsi Sistem Pencernaan Manusia pada Buku Teks Biologi SMA di Kota Yogyakarta*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). *PISA 2022 Results (Volume 1): The State of Learning and Equity in Education*. PISA, OECD Publishing, Paris.
- O'Brien, J. 2001. The 5E Learning Cycle: A Framework for Inquiry-Based Instruction. *Journal of Science Education*, 15(3), 45-52.
- Prastowo, A. 2011. *Panduan kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif: Menciptakan Metode Pembelajaran yang Menarik dan Menyenangkan*. Yogyakarta: Diva Press.
- Purwanto, N. 2006. *Psikologi Pendidikan*. PT Remaja Rosdakarya.
- Riduwan. 2016. *Dasar-Dasar Statistika*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Salsabila, N. L., Patras, Y. E., & Lathifah, S. S. 2023. Pengembangan E-LKPD Berintegrasi *Liveworksheet* pada Tema 7 Perkembangan Teknologi Produksi Pangan. *Didaktik: Jurnal Ilmiah PGSD FKIP Universitas Mandiri*, 9(2), 1653-1661.
- Sarip, N., Arafah, K., & Palloan, P. 2022. Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas X di SMAN 10 Makassar. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, 18(3), 291-299.
- Sihafudin, A., & Trimulyono, G. 2020. Validitas dan Keefektifan LKPD Pembuatan *Virgin Coconut Oil* Secara Enzimatis Berintegrasi PBL untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains pada Materi Bioteknologi. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 9(1), 73-79.
- Suwono. 2023. Keterkaitan Antara Retensi dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Dengan Kemampuan Akademik Yang Berbeda dalam Pembelajaran Biologi. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(2), 161-168.
- Suryaningsih, Y. 2022. Pembelajaran Berintegrasi Praktikum Sebagai Sarana Siswa untuk Berlatih Menerapkan Keterampilan Proses Sains dalam Materi Biologi. *BioEducation*, Vol. 2, No.2.
- Susilowati, D., & Wisanti, W. 2023. Pengembangan E-LKPD Keanekaragaman Hayati Berintegrasi *Learning Cycle 5E (LC5E)* Untuk Melatih Berpikir Kritis. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 12(2), 343-355.
- Syaifudin, M. 2022. Efektivitas E-LKPD Berintegrasi STEM untuk Menumbuhkan Keterampilan Literasi Numerasi dan Sains Dalam Pembelajaran Listrik Dinamis di SMA Negeri 1 Purbalingga. *Jurnal Riset Pendidikan Indonesia*, 2(2), 211-220.
- Tegegne, T. A., & Kelkay, A. D. 2023. Comparative Study of Using 5E Learning Cycle and the Traditional Teaching Method in Chemistry to Improve Student Understanding of the Water Concept: The Case of Primary School. *Cogent Education*, 10(1), 2199634.
- Wati, S. R., Koeshandayanto, R., & Ibrohim, I. 2021. Penerapan Model Pembelajaran *Learning Cycle 5E* untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Sains*, 6(1), 22-29.