

PENGEMBANGAN E-LKPD INTERAKTIF UNTUK MELATIH KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK KELAS X PADA MATERI VIRUS

Zhulqarnain Hidayatullah¹, Guntur Trimulyono²

^{1,2}Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Surabaya

zhulqarnain.22077@mhs.unesa.ac.id, gunturtrimulyono@unesa.ac.id ,

ABSTRACT

The low critical thinking ability of students in Indonesia based on PISA 2022 is in line with the conditions at SMAS Kartika IV-3 Surabaya which has minimal use of interactive digital media in abstract virus material. This research aims to develop an interactive E-LKPD of virus material to train critical thinking skills of class X students who meet valid, practical, and effective criteria. The development model applied is ADDIE with a limited trial subject of 20 students in class X-A. The assessment instruments include expert validation sheets, implementation observation sheets, response questionnaires, and critical thinking tests (pre-test and post-test). The results showed that E-LKPD was very valid with an average percentage of overall validity reaching 96.75%. The practicality aspect is categorized as very practical with the implementation of learning activities reaching 100% and the positive response of students of 100%. The effectiveness of the media proved to be very high, as shown by the completeness that reached 100% with an increase in the average learning outcome from 58.5 to 89.5. In addition, the average acquisition of the Normalized Gain (N-Gain) index of 0.73 proves that there is an increase in critical thinking skills in high criteria. Thus, interactive E-LKPD on virus material was declared valid, practical, and effective in training critical thinking skills of class X students.

Keywords: *interactive E-LKPD, critical thinking skills, development, virus*

ABSTRAK

Rendahnya kemampuan berpikir kritis peserta didik di Indonesia berdasarkan PISA 2022 sejalan dengan kondisi di SMAS Kartika IV-3 Surabaya yang minim penggunaan media digital interaktif pada materi virus yang abstrak. Penelitian ini bertujuan mengembangkan E-LKPD interaktif materi virus untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas X yang memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif. Model pengembangan yang diterapkan adalah ADDIE dengan subjek uji coba terbatas 20 peserta didik kelas X-A. Instrumen penilaian mencakup lembar validasi ahli, lembar observasi keterlaksanaan, angket respons, serta tes berpikir kritis (*pre-test* dan *post-test*). Hasil penelitian menunjukkan E-LKPD sangat valid dengan rata-rata persentase validitas keseluruhan mencapai 96,75%. Aspek kepraktisan dikategorikan sangat praktis dengan keterlaksanaan aktivitas

pembelajaran mencapai 100% dan respons positif siswa sebesar 100%. Keefektifan media terbukti sangat tinggi, ditunjukkan oleh ketuntasan yang mencapai 100% dengan kenaikan rata-rata hasil belajar dari 58,5 menjadi 89,5. Selain itu, perolehan rata-rata indeks *Normalized Gain* (N-Gain) sebesar 0,73 membuktikan adanya peningkatan keterampilan berpikir kritis dalam kriteria tinggi. Dengan demikian, E-LKPD interaktif pada materi virus dinyatakan valid, praktis, dan efektif dalam melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas X.

Kata Kunci: E-LKPD interaktif, keterampilan berpikir kritis, pengembangan, virus.

A. Pendahuluan

Pembelajaran pada abad ke-21 menuntut adanya transformasi dalam proses pembelajaran, di mana fokus pembelajaran tidak lagi hanya pada penguasaan konten, melainkan pada pembentukan individu yang adaptif dan kompeten. Untuk mengatasi tantangan tersebut, peserta didik wajib mengembangkan keterampilan yang relevan dengan kebutuhan zaman. Keterampilan abad ke-21 seperti pemikiran kritis (*critical thinking*), pemecahan masalah (*problem solving*), komunikasi (*communication*), kolaborasi (*collaboration*), serta kreativitas (*creativity and innovation*) merupakan modal utama yang harus dikuasai siswa agar mampu bersaing secara global dan menghadapi kompleksitas dunia kerja (Aisya *et al.*, 2020).

Keterampilan berpikir kritis merupakan proses berpikir yang aktif

dan terampil, yang digunakan untuk mengembangkan pemahaman, menganalisis, mensintesis, dan mengevaluasi informasi dari pengamatan, pengalaman, refleksi, serta aplikasinya, dengan tujuan membimbing keyakinan dan perilaku (Pakpahan *et al.*, 2022). Keterampilan berpikir kritis melibatkan proses kognitif dan mengajak siswa untuk berpikir reflektif terhadap permasalahan (Saputra, 2020). Namun kenyataannya, masih banyak siswa yang belum menguasai keterampilan tersebut. Hasil penelitian *Programme for International Student Assessment* (PISA) menunjukkan bahwa kemampuan 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). Peringkat yang rendah ini

mengindikasikan bahwa kualitas pendidikan di Indonesia belum memenuhi standar masyarakat global dan berada di bawah negara-negara lain di dunia. Keterampilan berpikir kritis pada peserta didik dapat dilatihkan melalui penggunaan bahan ajar seperti Lembar Kerja Peserta Didik secara Elektronik (E-LKPD) dalam membantu proses pencapaian aspek keterampilan berpikir kritis (Suryaningsih *et al.*, 2021). E-LKPD memberikan keunggulan dalam pembelajaran dengan memungkinkan interaksi langsung peserta didik dengan aktivitas belajar, didukung oleh petunjuk yang terdapat di dalamnya (Sya'idah *et al.*, 2020).

Hasil observasi di SMAS Kartika IV-3 Surabaya menunjukkan bahwa guru masih jarang menggunakan E-LKPD dalam pembelajaran. Media dan bahan ajar yang diterapkan sehari-hari sebagian besar masih bersifat konvensional berpusat pada guru (*teacher-centered*), berupa buku paket cetak, papan tulis, serta media *PowerPoint* statis. Penerapan platform pembelajaran digital masih sangat terbatas. Hal ini menyebabkan proses pembelajaran menjadi kurang bervariasi dan kurang memenuhi kebutuhan peserta didik. Oleh sebab

itu, urgensi penyediaan bahan ajar digital interaktif yang mampu mendorong keterlibatan aktif siswa sekaligus memicu penalaran berpikir kritis mereka menjadi hal yang tidak dapat ditunda lagi. Selain masalah keterbatasan bahan ajar, pemilihan materi biologi yang diajarkan juga memiliki peranan penting dalam keberhasilan melatih berpikir kritis. Materi biologi kelas X Fase E yang diangkat dalam penelitian pengembangan ini adalah materi virus. Materi virus dipilih karena memiliki tingkat kedekatan fenomena yang tinggi dengan kehidupan masyarakat sehari-hari. Selain itu, materi virus dianggap cukup sulit bagi siswa karena merupakan materi yang abstrak dan sulit untuk digambarkan secara nyata (Cahyoratri, 2020).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan E-LKPD interaktif pada materi virus memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan ketuntasan hasil belajar peserta didik sebesar 100% dengan skor N-Gain sebesar 0,5 (Simamora dan Asri, 2024). Selain itu, E-LKPD pada materi virus terbukti efektif digunakan oleh peserta didik SMA dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis mereka

ditinjau dari tes keterampilan berpikir kritis dengan nilai rata-rata yakni 88,2 (Amelia dan Trimulyono, 2024). Penelitian Nurjanah dan Trimulyono (2022) tentang pengembangan E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) untuk melatih keterampilan berpikir kritis juga dinyatakan layak dipakai dengan perolehan nilai validasi sebesar 97,8%.

Meskipun penelitian-penelitian terdahulu telah membuktikan kelayakan E-LKPD, sebagian besar pengembangan media tersebut masih bergantung pada platform eksternal yang terbatas fitur kustomisasinya serta kurang mengintegrasikan fitur menu penunjang yang berfokus melatih indikator berpikir kritis. Berdasarkan hal tersebut, penelitian pengembangan ini memfokuskan diri pada pembuatan E-LKPD interaktif yang didesain menggunakan bantuan platform *Topworksheets*. Keunggulan kebaruan produk ini terletak pada penyediaan enam fitur terintegrasi yang dirancang khusus untuk menstimulus kemampuan kognitif siswa, yaitu fitur *Bio-Intelect* untuk melatih interpretasi, *Bio-Vision* untuk melatih analisis visual, *Bio-Lens* yang menyajikan artikel studi kasus

epidemiologi aktual guna mengasah analisis kontekstual, *Bio-Quest* sebagai sarana evaluasi pemahaman, *Bio-Experience* berupa panduan proyek pembuatan karya kreatif berbasis pemecahan masalah untuk melatih eksplanasi, serta *Bio-Review* sebagai refleksi regulasi diri dan penarikan inferensi siswa

Berdasarkan seluruh uraian latar belakang masalah serta potensi solusi digital, maka penelitian pengembangan ini sangat penting untuk dilaksanakan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan utama untuk mendeskripsikan kualitas produk bahan ajar yang dikembangkan, yang meliputi: (1) validitas E-LKPD interaktif materi virus ditinjau dari penilaian penilaian dosen ahli materi dan ahli media; (2) kepraktisan E-LKPD interaktif ditinjau dari indeks keterlaksanaan aktivitas pembelajaran di kelas serta persentase lembar angket respons peserta didik; dan (3) keefektifan E-LKPD interaktif kelas X pada materi virus ditinjau berdasarkan ketuntasan serta peningkatan skor gain (*N-gain*) hasil belajar keterampilan berpikir kritis peserta didik di SMAS Kartika IV-3 Surabaya. Melalui produk pengembangan ini, diharapkan dapat

dihasilkan media pembelajaran sains modern yang valid, praktis, dan efektif dalam memicu penalaran ilmiah siswa.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian dan pengembangan (*research and development*), yang menghasilkan produk berupa Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) pada materi virus untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Pengembangan produk ini menerapkan model pengembangan ADDIE yang terdiri dari lima tahap terstruktur, yaitu *Analysis* (analisis), *Design* (desain), *Development* (pengembangan), *Implementation* (implementasi), dan *Evaluation* (evaluasi) (Setiawan *et al.*, 2021). Penelitian dilaksanakan di Program Studi S1 Pendidikan Biologi FMIPA Universitas Negeri Surabaya untuk tahap pengembangan dan validasi. Sedangkan tahap uji coba terbatas diterapkan pada semester gasal tahun ajaran 2025/2026 di SMAS Kartika IV-3 Surabaya. Sasaran penelitian melibatkan 20 peserta didik kelas X-A dengan rentang usia antara 15 hingga 16 tahun.

Teknik pengumpulan data menggunakan empat metode utama, yaitu validasi ahli, observasi, angket, dan tes. Metode validasi kelayakan produk dilakukan oleh dua dosen ahli (ahli media dan ahli materi) menggunakan lembar penilaian skala Likert 1-4 yang mengukur aspek penyajian, kebahasaan, serta kesesuaian isi terhadap komponen berpikir kritis. Metode observasi dilakukan oleh 4 orang pengamat menggunakan lembar observasi keterlaksanaan untuk mencatat aktivitas belajar siswa. Metode angket digunakan untuk menghimpun data respons peserta didik setelah menggunakan E-LKPD via Topworksheet yang dinilai secara tegas menggunakan format biner skala Guttman ("Ya" atau "Tidak"). Metode tes diterapkan berupa instrumen *pre-test* dan *post-test* berupa 8 soal pilihan ganda dan 2 soal uraian berbasis indikator berpikir kritis Facione yang mencakup interpretasi, analisis, eksplanasi, inferensi, dan evaluasi.

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis deskriptif kuantitatif. Analisis validitas produk dihitung berdasarkan persentase skor rata-rata Likert dari

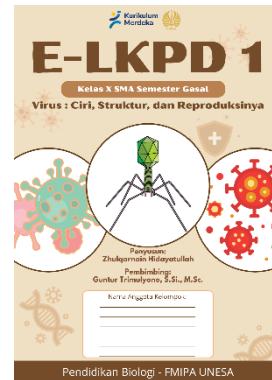
para ahli, di mana E-LKPD dinyatakan memenuhi prasyarat kelayakan jika memperoleh persentase minimal $\geq 71\%$ (Riduwan, 2013). Analisis kepraktisan produk ditinjau dari dua data, yaitu persentase keterlaksanaan aktivitas belajar siswa melalui lembar observasi dan persentase respons positif siswa melalui akumulasi pilihan "Ya" pada skala Guttman, dengan standar kepraktisan minimal $\geq 71\%$. Analisis keefektifan diukur dari peningkatan hasil belajar siswa antara skor *pre-test* dan *post-test* dengan target ketuntasan minimal nilai 75. Signifikan atau tidaknya peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa dihitung secara matematis menggunakan rumus indeks *Normalized Gain* (N-gain) dari Hake (1998).

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil penelitian adalah E-LKPD interaktif materi virus untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa kelas X SMA. E-LKPD disajikan menggunakan platform *Topworksheets* ini dievaluasi secara menyeluruh untuk mengukur kualitas produk yang dihasilkan. Evaluasi kualitas bahan ajar digital ini ditinjau dari tiga kriteria utama, yaitu kevalidan

(validitas), kepraktisan, dan keefektifan produk.

Berikut **Gambar 1** dan **Gambar 2** adalah tampilan E-LKPD interaktif yang telah dikembangkan.



Gambar 1. Sampul E-LKPD Topik 1



Gambar 2. Sampul E-LKPD Topik 2

E-LKPD yang telah dikembangkan memuat materi virus yang dibagi menjadi dua topik yaitu E-LKPD 1 memuat materi ciri, struktur dan reproduksi virus. E-LKPD 2 memuat materi dampak dan peranan virus. E-LKPD memiliki enam fitur yang telah disesuaikan dengan indikator berpikir kritis. Enam fitur berdasarkan indikator berpikir kritis yaitu *Bio Intellect*, *Bio Vision*, *Bio Lens*,

Bio Quest, Bio Experience, dan Bio Digest. Fitur-fitur tersebut tersaji dalam **Tabel 1.**

Tabel 1. Fitur-fitur dalam Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD)

Fitur	Keterangan
	Fitur ini menyediakan informasi penting mengenai virus, sifat hidup dan mati virus, dan peranan virus (melatih indikator interpretasi).
	Fitur ini menyajikan gambar/video menarik untuk memperjelas materi virus mengenai video/gambar sifat hidup dan mati virus, peranan virus, struktur virus, daur litik dan lisogenik virus (melatih indikator analisis).
	Fitur ini menyediakan artikel studi kasus terkait permasalahan virus yaitu penyebaran virus campak di Sumenep, ancaman HIV di Tegal, dan melonjaknya kasus influenza (melatih indikator analisis).
	Fitur ini berisi soal - soal untuk mengecek pemahaman peserta didik mengenai ciri, struktur, reproduksi, dan peranan virus (melatih indikator analisis dan interpretasi)
	Fitur ini menyediakan panduan membuat poster sederhana tentang virus yang berisikan pengertian, gejala, cara penularan, tindakan preventif, dan solusinya yang hasilnya akan di presentasikan (melatih indikator analisis, eksplanasi, dan evaluasi)
	Fitur ini mengajak siswa mereview kembali materi yang sudah dipelajari meliputi ciri, struktur, reproduksi, dan peranan virus serta membantu refleksi diri peserta didik (melatih indikator inferensi dan regulasi diri).

Pengembangan E-LKPD interaktif materi virus untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dilanjutkan dengan uji validasi, kepraktisan, dan keefektifan untuk menentukan kelayakan E-LKPD interaktif dalam melatih keterampilan berpikir kritis.

Kevalidan E-LKPD Interaktif

Kelayakan produk yaitu E-LKPD ditentukan melalui proses validasi oleh dua dosen ahli Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Surabaya, yaitu Dr. Rinie Pratiwi Puspitawati, M.Si. selaku validator ahli media (V₁) dan Prof. Dr. Mahanani Tri Asri, M.Si. selaku validator ahli materi (V₂). Rekapitulasi hasil penilaian validitas E-LKPD dari para ahli disajikan secara ringkas pada **Tabel 2.**

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Validasi E-LKPD Interaktif

No.	Aspek Penilaian	Rata-rata Skor (%)	Kriteria
1	Aspek Penyajian	97.75%	Sangat Valid
2	Aspek Kebahasaan	100.00%	Sangat Valid
3	Aspek Isi	92.50%	Sangat Valid
Rata-rata		96.75%	Sangat Valid

Berdasarkan **Tabel 2**, E-LKPD interaktif yang dikembangkan memperoleh rata-rata persentase validitas keseluruhan sebesar 96,75%

sehingga dikategorikan “Sangat Valid”. Pada aspek penyajian (97,75%), validator memberikan penilaian maksimal untuk kesesuaian desain sampul, visualisasi simbol fitur, dan kejelasan tata letak konten menggunakan platform *Topworksheet*. Masukan perbaikan dari ahli materi pada aspek ini adalah penambahan deskripsi petunjuk penggunaan fitur secara eksplisit di halaman awal agar peserta didik dapat belajar secara mandiri secara digital. Pada aspek kebahasaan, produk meraih persentase sempurna yaitu 100%, yang membuktikan bahwa seluruh teks, diksi, dan instruksi kalimat yang digunakan penulis telah komunikatif, lugas, serta memenuhi standar PUEBI.

Pada aspek isi (92,50%), perolehan nilai yang tinggi didukung oleh kesesuaian materi virus terhadap Capaian Pembelajaran (CP) Fase E dalam Kurikulum Merdeka. Selain itu, seluruh menu aktivitas digital yang disediakan dinilai telah selaras untuk memicu enam indikator berpikir kritis Facione (interpretasi, analisis, inferensi, evaluasi, eksplanasi, dan regulasi diri). Catatan revisi penting dari validator isi adalah mengubah salah satu butir soal pada fitur *Bio-*

Quest (E-LKPD 2) dari yang semula hanya menguji indikator analisis menjadi soal studi kasus yang melatih indikator evaluasi. Perbaikan draf ini berhasil mengoptimalkan fungsi E-LKPD dalam melatih penalaran tingkat tinggi.

Kepraktisan E-LKPD Interaktif

Tingkat kepraktisan E-LKPD ditinjau berdasarkan dua parameter utama, yakni persentase keterlaksanaan aktivitas pembelajaran oleh pengamat (observer) dan angket respons positif dari peserta didik setelah menggunakan produk. Hasil pengukuran kepraktisan E-LKPD Interaktif disajikan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Hasil observasi keterlaksanaan E-LKPD Interaktif

No.	Aktivitas Pembelajaran	Rata-rata Skor (%)	Kriteria
1	Aspek Penyajian	97.75%	Sangat Valid
2	Aspek Kebahasaan	100.00%	Sangat Valid
3	Aspek Isi	92.50%	Sangat Valid
4	Peserta didik dapat mengakses E-LKPD	100	Sangat Tinggi
5	Peserta didik dapat membaca capaian pembelajaran, tahapan pembelajaran, dan tujuan pembelajaran	100	Sangat Tinggi

6	Peserta didik dapat membaca fitur yang ada dalam E-LKPD	100	Sangat Tinggi
7	Peserta didik dapat membaca petunjuk penggunaan E-LKPD	100	Sangat Tinggi
8	Peserta didik dapat memahami video dan pertanyaan mendasar yang diberikan terkait apa itu virus pada fitur "Bio Vision dan Bio Quest"	100	Sangat Tinggi
9	Peserta didik membaca artikel yang disediakan oleh fitur "Bio Lens"	100	Sangat Tinggi
10	Peserta didik menjawab pertanyaan pada "Bio Quest" berdasarkan informasi dan petunjuk yang tersedia	100	Sangat Tinggi
11	Peserta didik bisa mencerna informasi yang diberikan para fitur "Bio Intellect" dengan benar	100	Sangat Tinggi

Hasil observasi keterlaksanaan aktivitas pembelajaran yang dipantau oleh 4 observer menunjukkan persentase sebesar 100%. Nilai tersebut didapat karena seluruh siswa kelas X dapat mengakses tautan *Topworksheets* dengan lancar melalui

smartphone atau laptop tanpa kendala teknis. Peserta didik terbukti mampu mengikuti seluruh instruksi kerja kelompok secara runtut, mulai dari menyimak video replikasi pada fitur *Bio-Vision*, membedakan studi kasus wabah pada fitur *Bio-Lens*, berdiskusi memecahkan soal pada fitur *Bio-Quest*, merancang poster pencegahan penyebaran virus pada fitur *Bio-Experience*, hingga mengisi tabel refleksi pada fitur *Bio-Review*.

Kepraktisan E-LKPD sebagai media pembelajaran dievaluasi melalui angket respon siswa. Instrumen tersebut menggunakan skala Guttman dengan opsi jawaban "Ya" dan "Tidak" untuk mengukur tingkat penerimaan serta kemudahan penggunaan E-LKPD. Rekapitulasi data hasil penilaian tersebut disajikan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Hasil angket respon peserta didik setelah menggunakan E-LKPD Interaktif

No.	Aktivitas Pembelajaran	Rata-rata Skor (%)	Kriteria
1.	Cover E-LKPD terlihat menarik	100	Sangat Tinggi
2.	Pemilihan font dan ukurannya pada E-LKPD dapat terbaca dengan jelas	100	Sangat Tinggi
3.	Penggunaan warna pada E-LKPD menarik	100	Sangat Tinggi
4.	Gambar pada E-LKPD terlihat dengan jelas	100	Sangat Tinggi

5.	Video pada E-LKPD dapat dilihat dan diputar dengan jelas	100	Sangat Tinggi
6.	Link dan QR code mudah diakses	100	Sangat Tinggi
7.	E-LKPD mudah diakses melalui hp/PC/Laptop	100	Sangat Tinggi
8.	Petunjuk dalam E-LKPD mudah dipahami	100	Sangat Tinggi
9.	Isi E-LKPD sesuai dengan materi	100	Sangat Tinggi
10.	Tujuan pembelajaran dalam E-LKPD sesuai dengan materi pembelajaran	100	Sangat Tinggi
11.	Instruksi/perintah pada E-LKPD mudah dipahami	100	Sangat Tinggi
12.	Informasi atau konsep tentang virus dalam E LKPD ini benar dan tidak membingungkan	100	Sangat Tinggi
13.	E-LKPD ini membuat pembelajaran menjadi mudah dan menyenangkan	100	Sangat Tinggi
14.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami	100	Sangat Tinggi
15.	Kalimat-kalimat yang digunakan dalam E LKPD ini jelas dan tidak berbelit-belit	100	Sangat Tinggi
16.	Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah kebahasaan Bahasa Indonesia yang baik	100	Sangat Tinggi
17.	Bahasa yang digunakan membuat kalian	100	Sangat Tinggi

termotivasi untuk belajar		
Rata-rata (%)	100	Sangat Tinggi

Kepraktisan ini diperkuat oleh hasil angket respons peserta didik yang mencatatkan nilai 100%. Berdasarkan data angket berskala Guttman, seluruh siswa memberikan respons "Ya" (positif) terhadap indikator visual E-LKPD, seperti kemenarikan kombinasi warna latar belakang putih, ketajaman resolusi gambar struktur virus, kejelasan pemutaran video animasi, dan kemudahan memindai QR code. Siswa juga merasa termotivasi dan menyatakan bahwa penggunaan E-LKPD interaktif ini membuat proses pembelajaran biologi yang abstrak menjadi lebih nyata, mudah dipahami, dan menyenangkan.

Keefektifan E-LKPD Interaktif

Keefektifan produk diukur berdasarkan peningkatan hasil belajar keterampilan berpikir kritis siswa melalui selisih nilai antara *pre-test* dan *post-test*.

Tabel 5. Rekapitulasi Ketercapaian Indikator Berpikir Kritis

N o	Indikator	Pre-test (%)	Pos t-test (%)	N-Gain	Kriteria
1	Interpretasi	55.0	87.5	0.72	Tinggi
2	Analisis	60.0	93.3	0.83	Tinggi

3	Eksplanasi	50.0	77.5	0.55	Sedang
4	Inferensi	60.0	95.0	0.88	Tinggi
5	Evaluasi	85.0	95.0	0.67	Sedang
Rata-rata		62.0	89.6	0.73	Tinggi

Berdasarkan **Tabel 4.** terjadi kenaikan hasil belajar di setiap indikator berpikir kritis yang. Nilai rata-rata kelas mengalami kenaikan dari yang semula 58,5 pada *pre-test* (kriteria belum tuntas) menjadi 89,5 pada *post-test* dengan tingkat ketuntasan mencapai 100%. Keefektifan media ini diperkuat oleh perolehan rata-rata indeks *Normalized Gain* (N-Gain) sebesar 0,73 yang tergolong dalam "Kriteria Tinggi".

Peningkatan tertinggi dalam keterampilan berpikir kritis terdapat pada indikator inferensi, di mana nilai rata-rata peserta didik mengalami kenaikan signifikan dari 60% pada *pre-test* menjadi 95% pada *post-test*. Hasil perhitungan menunjukkan perolehan indeks *N-Gain* sebesar 0,88 yang tergolong dalam kriteria "Tinggi". Peningkatan ini didukung oleh penyediaan fitur Bio-Review di dalam E-LKPD interaktif, yang secara sistematis membiasakan peserta didik untuk mengolah data, mengaitkan informasi, serta menarik kesimpulan

mengenai karakteristik dan daur hidup virus.

Indikator analisis juga mengalami peningkatan yang tergolong dalam kriteria "Tinggi" dengan skor *N-Gain* sebesar 0,83, di mana rata-rata nilai peserta didik meningkat dari 60% pada saat *pre-test* menjadi 93,3% pada *post-test*. Capaian ini dipengaruhi oleh keberadaan fitur Bio-Vision dan Bio-Lens yang melatih ketajaman kognitif peserta didik dalam menguraikan komponen visual morfologi virus, mengidentifikasi fungsi spesifik serabut ekor, serta menganalisis hubungan antara struktur selubung lipid virus dengan efektivitas penggunaan antiseptik atau alkohol.

indikator interpretasi mengalami peningkatan pada kriteria "Tinggi" dengan nilai indeks *N-Gain* sebesar 0,72. Nilai rata-rata peserta didik pada indikator ini meningkat dari persentase awal 55% pada *pre-test* menjadi 87,5% pada *post-test*. Peningkatan ini berhasil dicapai karena peserta didik dilatih untuk memahami dan memaknai fenomena biologis, seperti konsekuensi destruktif dari fase lisis pada reproduksi virus serta interpretasi data penularan penyakit melalui

pengerjaan soal latihan tingkat tinggi berbasis studi kasus kontekstual.

Pada indikator evaluasi, hasil belajar peserta didik mengalami peningkatan dengan perolehan indeks *N-Gain* sebesar 0,67 yang termasuk dalam kriteria "Sedang". Nilai rata-rata peserta didik pada indikator ini naik dari 85% pada *pre-test* menjadi 95% pada *post-test*. Nilai *n-gain* sedang pada indikator evaluasi dikarenakan tingginya nilai *pretest* yang sudah berada di angka 85% menunjukkan bahwa siswa pada dasarnya telah memiliki modal awal kemampuan evaluasi yang cukup baik, dan setelah diberikan intervensi menggunakan E-LKPD interaktif yang menyediakan ragam soal evaluasi pada fitur *Bio-Quest*, kemampuan evaluasi siswa menjadi semakin tinggi hingga mencapai angka *posttest* 95%.

Indikator eksplanasi mencatatkan peningkatan hasil belajar dari nilai rata-rata *pre-test* sebesar 50% menjadi 77,5% pada *post-test*, dengan perolehan indeks *N-Gain* sebesar 0,55 yang berada pada kriteria "Sedang". Capaian *N-Gain* kategori Sedang (0,55) pada indikator eksplanasi ini disebabkan kurangnya jumlah latihan di dalam E-LKPD. Jika dilihat dari pembagian fiturnya,

kemampuan siswa dalam memberikan alasan atau penjelasan ilmiah ini secara jelas hanya dilatih melalui satu menu saja, yaitu fitur *Bio-Experience*. Ditambah lagi, fitur *Bio-Experience* ini harus dibagi untuk melatih dua kemampuan lain sekaligus, yaitu kemampuan analisis dan evaluasi. Akibatnya, fokus siswa untuk belajar menyusun argumen ilmiah menjadi sangat terbatas. Kondisi ini tentu berbeda jauh dengan kemampuan analisis siswa yang draf latihannya diulang-ulang secara konsisten lewat empat fitur yang berbeda, yaitu *Bio-Vision*, *Bio-Lens*, *Bio-Quest*, dan *Bio-Experience*. Hal ini sejalan dengan penelitian Andini & Qomariyah (2024) semakin sering siswa diberikan latihan secara berulang, maka akan semakin banyak pula pengetahuan dan pengalaman berharga yang siswa dapatkan untuk memecahkan suatu permasalahan. Meskipun hasil akhir *posttest* indikator eksplanasi ini menempati posisi terendah dengan kategori Sedang dibandingkan indikator lainnya, hasil ini tetap membuktikan adanya perkembangan penalaran siswa.

Berdasarkan analisis hasil keseluruhan indikator berpikir kritis, dapat disimpulkan bahwa

penggunaan E-LKPD interaktif pada materi virus ini sangat efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas X. Efektivitas ini dibuktikan oleh kenaikan rata-rata nilai posttest yang mencapai angka 89,66 serta perolehan rata-rata nilai N-Gain keseluruhan sebesar 0,73 yang masuk dalam kategori Tinggi. Meskipun terdapat variasi tingkat efektivitas pada tiap indikator dimana indikator interpretasi, analisis, dan inferensi mencapai kategori peningkatan Tinggi, sedangkan indikator eksplanasi dan evaluasi mencapai kategori Sedang. seluruh indikator menunjukkan kenaikan nilai.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan dari penelitian pengembangan yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan validitas E-LKPD interaktif pada materi virus untuk peserta didik kelas X dinilai Sangat Valid dengan perolehan rata-rata persentase keseluruhan sebesar 96,75% dari penilaian dosen ahli media dan ahli materi. Kepraktisan E-LKPD interaktif berkategori Sangat Praktis, ditunjukkan oleh persentase indeks keterlaksanaan aktivitas

pembelajaran oleh pengamat yang mencapai 100% (kriteria sangat baik) serta perolehan akumulasi angket respons positif peserta didik sebesar 100% (kriteria sangat tinggi) karena media digital mudah dioperasikan via *smartphone*. Keefektifan E-LKPD interaktif terbukti Sangat Efektif dalam melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas X. Hal ini ditunjukkan oleh kenaikan nilai rata-rata hasil belajar dari 58,5 (*pre-test*) menjadi 89,5 (*post-test*) dengan ketuntasan mencapai 100%, serta perolehan rata-rata indeks *Normalized Gain* (N-Gain) sebesar 0,73 yang tergolong dalam kriteria tinggi.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, disarankan Guru biologi jenjang SMA/MA memanfaatkan E-LKPD interaktif ini sebagai salah satu variasi media pembelajaran digital modern untuk membantu mengonkretkan materi virus yang bersifat abstrak dan mikroskopis. Efektivitas produk ini diukur pada skala uji coba terbatas, peneliti berikutnya disarankan untuk memperluas cakupan subjek penelitian dengan melibatkan jumlah sampel yang lebih besar dari berbagai sekolah yang berbeda demi menguji konsistensi fungsionalitas produk.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisya, N. (2020). Brain Based Learning (Pembelajaran Berbasis Otak) Pada Anak Usia Dini. *Jurnal Kajian Anak (J-Sanak)*, 2(01), 23-39.
- Amelia, R. Z. R., & Trimulyono, G. (2024). Pengembangan E-LKPD Liveworksheet berbasis Inkuiri Terbimbing pada Materi Virus untuk Melatihkan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas X SMA. *BioEdu: Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 13(3), 562–572.
- Andini, P., & Qomariyah, N. (2024). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis pada Pembelajaran Konsep Sel. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 13(1), 135-146
- Ardiningtyas, M., Harahap, T. H., & Panggabean, E. M. (2023). Penerapan Teori Piaget dalam Pembelajaran Matematika di Sekolah Menengah Atas: Studi Kasus di Sekolah SMA Negeri 3 Medan. *Tut Wuri Handayani: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Pendidikan*, 2(2), 66–71.
- Cahyoratri, T. E. (2020). Pengembangan Modul Berbasis Pop-Up Untuk Materi Virus Kelas X SMA. Yogyakarta: *Universitas Sanata Dharma*.
- Hake, R. R. (1998). Interactive Engagement Versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74.
- Nurjanah, N., & Trimulyono, G. (2022). Pengembangan E-LKPD Berbasis Problem Based Learning untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis pada Materi Hereditas Manusia. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 11(3), 765–774.
- Pakpahan, M. C., Yuliani, Y., & Dewi, S. K. (2022). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD) Berbasis Guided Inquiry Pada Materi Enzim Untuk Melatih Keterampilan Berfikir Kritis. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 11(3), 567–578.
- Pakpahan, M. C., Yuliani, Y., & Dewi, S. K. (2022). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD) Berbasis Guided Inquiry Pada Materi Enzim Untuk Melatih Keterampilan Berfikir Kritis. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 11(3), 567–578.
- Riduwan. (2013). *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Alfabeta.
- Saputra, H. (2020). Kemampuan Berfikir Kritis Matematis. *Perpustakaan IAI Agus Salim Metro Lampung*, 2(April), 1-7.
- Saputro, T. A., Rafika, R., Artanti, D., Inayah, M. N., Imasari, T., Zuhri, F. M., Fadilla, Z., Riyani, A., Hamida, I., Meri, M., & Sulastina, N. A. (2025). *Virologi dan mutasi virus*. PT Media Pustaka Indo.
- Setiana, D. S., & Nuryadi, N. (2021). Analisis efektivitas e-lkpd (lembar kegiatan peserta didik elektronik) berbasis etnomatematika batu akik

- ditinjau dari kemampuan awal siswa. *Jurnal Gantang*, 6(2), 113-123.
- Setiawan, H. R., Rakhmadi, A. J., & Raisal, A. Y. (2021). Pengembangan Media Ajar Lubang Hitam Menggunakan Model Pengembangan Addie. *Jurnal Kumparan Fisika*, 4(2), 112–119.
- Simamora, A. A., & Asri, M. T. (2024). Pengembangan E-LKPD Interaktif untuk Melatihkan Kemampuan Literasi Digital Peserta Didik Kelas X SMA pada Materi Virus. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 13(2), 339-355.
- Suprobawati, O. D., & Kurniati, I. (2018). *Bahan Ajar Teknologi Laboratorium Medis Virologi*. Kementerian Kesehatan RI.
- Suryaningsih, A., & Koeswanti, H. D. (2021). Perbedaan Model Pembelajaran Problem Based Learning dan Project Based Learning terhadap Peningkatan Kemampuan Berfikir Kritis IPA Siswa SD. *Mimbar PGSD Undiksha*, 9(1), 40-48.
- Sya'idah, F. A. N., Wijayati, N., Nuswowati, M., & Haryani, S. (2020). Pengaruh Model Blended Learning Berbantuan E-LKPD Materi Hidrolisis Garam terhadap Hasil Belajar Peserta Didik. *Chemistry in Education*, 9(1), 1–8.