

Penggunaan E-LKPD Berbasis HOTS Pada Pembelajaran Biologi Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA

Dhea Forenza^{1*}, Annisa Berliana², Revi Melda Restina³, L.N Firdaus⁴,

Surtika⁵

¹²³⁴⁵ **Universitas Riau**

***Corresponding author. : dhea.forenza1873@student.unri.ac.id**

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Keywords:

*E-LKPD;
HOTS;
Critical Thinking;
Meta-Analysis*

21st-century learning emphasizes higher-order thinking skills (HOTS), particularly critical thinking. However, high school students' critical thinking skills in biology learning tend to be relatively low due to the dominance of conventional teaching methods and limited instructional media. This study aims to examine the effectiveness of HOTS-based E-LKPD in improving students' critical thinking skills and to determine the level of improvement. This study employed a meta-analysis method by analyzing 20 scientific articles published between 2020 and 2026. Data were obtained from selected research articles based on inclusion and exclusion criteria, and were analyzed using effect size (Hedges'g). The results showed that most effect size values were in the moderate to high categories, ranging from 0.45 to 2.10 (moderate to large effect). The highest values were found in the topic of growth and development, while topics such as cell division, respiratory system, and excretory system were in the moderate category. These findings indicate that the use of HOTS-based E-LKPD has a significant effect on improving students' critical thinking skills. In conclusion, HOTS-based E-LKPD is effective in improving students' critical thinking skills, although its effectiveness varies depending on the characteristics of the learning material.

PENDAHULUAN

Pembelajaran abad ke-21 berfokus pada penguatan Higher Order Thinking Skills (HOTS), khususnya kemampuan berpikir kritis. Kemampuan ini penting bagi siswa SMA untuk menganalisis, mengevaluasi, dan mengonstruksi argumen secara logis (Syafitri et al., 2021). Namun, kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran biologi masih tergolong rendah (Zahra et al., 2024).

Inovasi E-LKPD (lembar kerja peserta didik elektronik) hadir sebagai solusi bahan ajar yang interaktif dan fleksibel. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan E-LKPD berbasis Liveworksheets efektif meningkatkan hasil belajar kognitif siswa (Mispa et al., 2022). Lebih lanjut, E-LKPD yang mengintegrasikan Technological Knowledge serta model Problem Based Learning (PBL) terbukti mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada berbagai materi biologi (Zahra et al., 2024; Ilmy et al., 2022; Sinurat et al., 2025).

Meskipun demikian, masih terdapat research gap terkait konsistensi dampak E-LKPD terhadap keterampilan berpikir kritis. Penelitian Annida et al. (2022) menunjukkan bahwa meskipun E-LKPD mampu meningkatkan hasil belajar kognitif pada materi pembelahan sel, pengaruhnya terhadap kemampuan berpikir kritis tidak sekuat pada materi ekologi. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas E-LKPD sangat bergantung pada desain konten yang mengintegrasikan elemen HOTS sesuai karakteristik materi.

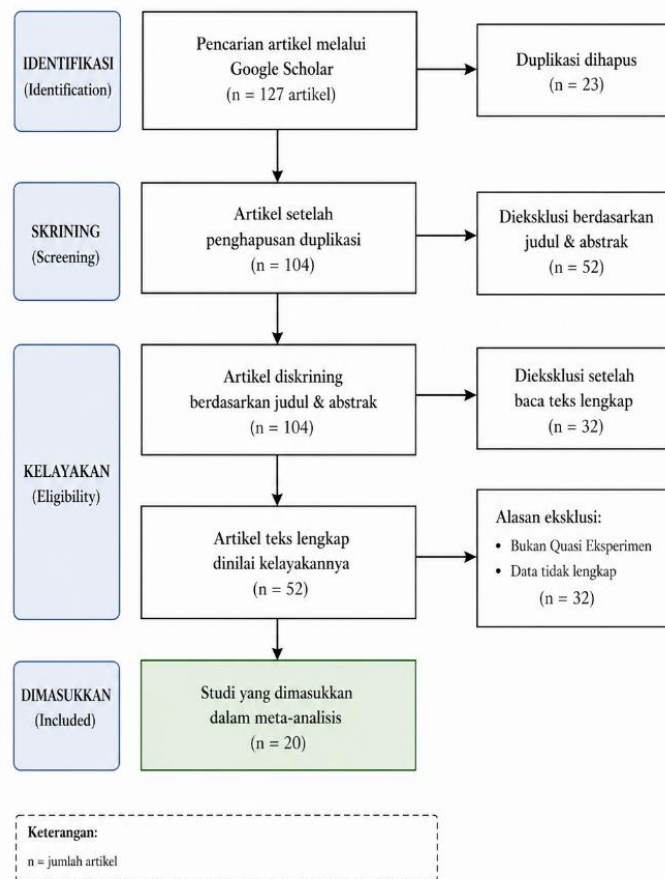
Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan menguji efektivitas penggunaan E-LKPD berbasis HOTS dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA. Rumusan masalah penelitian meliputi: (1) Bagaimana pengaruh E-LKPD berbasis HOTS terhadap berpikir kritis siswa dan (2) Sejauh mana tingkat peningkatannya secara praktis, penelitian ini diharapkan menjadi rujukan bagi guru dalam merancang media digital yang efektif untuk melatih keterampilan abad ke-21.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode meta-analisis untuk mengevaluasi secara kuantitatif efektivitas penggunaan E-LKPD berbasis HOTS terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Data penelitian berasal dari 20 artikel ilmiah yang dipublikasikan pada rentang tahun 2020–2026. Artikel dipilih berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, yaitu: (1) penelitian terkait E-LKPD berbasis HOTS dalam pembelajaran biologi; (2) mengukur kemampuan berpikir kritis; dan (3) menyediakan data statistik yang diperlukan untuk perhitungan effect size.

Pemilihan artikel dalam penelitian meta-analisis ini mengikuti protokol Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). Dalam penelitian ini, HOTS tidak diposisikan sebagai jenis E-LKPD, melainkan sebagai pendekatan yang diintegrasikan ke dalam berbagai model pembelajaran seperti Problem Based Learning, inkuiri, dan guided discovery. Proses seleksi dimulai dari identifikasi 127 artikel melalui Google Scholar, kemudian dilakukan penghapusan 23 artikel duplikasi sehingga tersisa 104 artikel. Tahap skrining dilakukan berdasarkan judul dan abstrak dengan mengeksklusi 52 artikel yang tidak relevan. Selanjutnya, 52

artikel dinilai kelayakannya melalui pembacaan teks lengkap; sebanyak 32 artikel dieksklusi karena tidak menggunakan desain quasi experiment atau data statistik yang tidak lengkap. Akhirnya, sebanyak 20 artikel memenuhi kriteria dan dimasukkan dalam analisis. Alur seleksi artikel selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram Alur PRISMA Seleksi Artikel Meta-Analisis

Proses seleksi artikel mengacu pada protokol PRISMA, dimulai dari identifikasi 127 artikel, penghapusan duplikasi, skrining, hingga diperoleh 20 artikel yang memenuhi kriteria analisis.

Tabel 1. Distribusi sampel Tabel

No	Peneliti	Tahun	Jenis penelitian	Media	Kelas	Materi
1.	Siti Fathya Annida, Aminuddin Prahatama Putra,	2022	Quasi Experiment	<i>E-LKPD Berbasis Liveworksheets</i>	XI SMA	Pembelahan Sel

	Muhammad Zaini					
2.	Rachel Saytama Sinurat, Nadya Dewi Syahputri, Nia Yulina Rambe, Niken Rebista, Prayeni Margaretha Hutabalian, Naziha Amanda	2025	Quasi Experiment	E-LKPD (Model <i>Problem Based Learning</i>)	X SMA	Klasifikasi Makhluk Hidup
3.	Lalu Anang Ilmy, Muhammad Zaini, Amalia Rezeki	2022	Quasi Experiment	E-LKPD Berbasis <i>Liveworksheets</i>	X SMA	Keanekaragaman Hayati
4.	Raudatul Mispa, Aminuddin Prahatama Putra, Muhammad Zaini	2022	Quasi Experiment	E-LKPD <i>Liveworksheets</i>	X SMA	Protista
5.	Suci Zahra, Masitah, Vandalita M.M Rambitan, Sri Purwati, Akhmad, Nelda Anasthasia Serena	2024	Quasi Experiment	E-LKPD Berbasis <i>Technological Knowledge</i>	X SMA	Ekosistem
6.	Irma seftiana, Agil Al Indrus dan Anindita SHM Kusuma	2025	Quasi Experiment	E_LKPD dengan Model pembelajaran inkuiri terbimbing (media berupa	X SMA	Biologi umum

				instrumen tes esai berpikir kritis)		
7.	Eka Rahmawati, Kaspul, Muhammad Zaini	2022	Quasi Experiment	E-LKPD <i>Liveworksheet</i> Berbasis HOTS	XI SMA	Sistem Sirkulasi
8.	Desianes Ramadhani, Yuni Sri Rahayu	2024	Quasi Experiment	E-LKPD Pendekatan Konstruktivisme	XII SMA	Pembelahan Sel
9.	Isnaini Tiara Suci, Rasyidah	2022	Quasi Experiment	E-LKPD Berbasis HOTS	XI SMA/MA	Sistem Pernapasan
10.	Nadya Harisa Ahmad, Yuliani	2025	Quasi Experiment	E-LKPD Interaktif Berbasis Inkuiri	XII SMA	Pertumbuhan & Perkembangan
11.	Selly Adinda Mustika Murti, Rinie Pratiwi Puspitawati	2023	Quasi Experiment	E-LKPD Interaktif Berbasis <i>Collaborative Learning</i>	XII SMA	Pertumbuhan dan Perkembangan
12.	Irakiya Ainun Uzma, Yuni Sri Rahayu	2025	Quasi Experiment	E-LKPD Berbasis <i>Guided Discovery</i>	XII SMA	Pertumbuhan dan Perkembangan
13.	Wiwi Noviati, Syafuruddin, Lindah Mayasari	2022	Quasi Experiment	LKPD Berbasis HOTS	X SMA	Pencemaran Lingkungan
14.	Renny Diah Puspita	2025	Quasi Experiment	E-LKPD berbasis PBL	X SMA	Perubahan Iklim
15.	Syifa Nurfajri,	2023	Quasi	Wizer.me	X SMA	Berpikir Kritis

	Sumiyati Sa'adah, Astri Yuliawati		Experiment	berbasis PBL		(Umum)
16.	Shalsabila Nur Fauziah Widyasari, Guntur Trimulyono	2026	Quasi Experiment	E-LKPD berbasis PBL	X SMA	Virus
17.	Qathrin Nada, Muhammad Zaini, Aulia Ajizah	2022	Quasi Experiment	LKPD Elektronik (<i>Liveworksheets</i>)	X SMA	Archaeobacteria dan Eubacteria
18.	Nur Azrina, Bagus Sandika	2022	Quasi Experiment	E-LKPD Berbasis Problem Based Learning	XI SMA	Sistem Pernapasan
19.	Istu Hanan Shafira	2023	Quasi Experiment	E-LKPD berbasis masalah	XI SMA	Sistem Ekskresi
20.	Lutfiana Rakhmaningtyas, Yuni Sri Rahayu	2022	Quasi Experiment	E-LKPD berbasis masalah	XII SMA	Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan

Perhitungan dilakukan dengan menentukan standar deviasi gabungan (pooled standard deviation) terlebih dahulu, kemudian menghitung nilai g dengan menyertakan faktor koreksi bias J . Seluruh data diolah secara deskriptif untuk menarik kesimpulan mengenai efektivitas perangkat pembelajaran yang dikaji. Rumus yang digunakan adalah:

$$d = \frac{M_{eksperimen} - M_{kontrol}}{SD_{pooled}}$$

Keterangan:

d : *Effect Size*

m_e : Rata-rata (*Mean*) dari skor kelompok eksperimen

m_k : Rata-rata (*Mean*) dari skor kelompok kontrol

SD : nilai rata-rata penyimpangan data dari kedua kelompok secara kolektif

Interpretasi effect size:

0,2 = Kecil

0,5 = Sedang

0,8 = Besar

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian meta-analisis ini mengkaji 20 artikel ilmiah yang membahas penggunaan E-LKPD yang mengintegrasikan pendekatan HOTS terhadap kemampuan berpikir kritis siswa SMA dalam pembelajaran biologi. Analisis dilakukan dengan menghitung effect size menggunakan rumus Hedges' g , kemudian mengelompokkan hasil berdasarkan materi pembelajaran, jenis media, dan model pembelajaran yang digunakan. Interpretasi effect size mengacu pada kategori kecil (0,2), sedang (0,5), dan besar (0,8).

Tabel 2. Distribusi Nilai Effect Size

No	Penulis	Materi	<i>Effect Size</i>	Interpretasi
1.	Siti Fathya Annida, Aminuddin Prahatama Putra, Muhammad Zaini +2	Pembelahan Sel	0,65	Sedang
2.	Rachel Saytama Sinurat, Nadya Dewi Syahputri, Nia Yulina Rambe, Niken Rebista, Prayeni Margaretha Hutabalian, Naziha Amanda	Klasifikasi Makhluk Hidup	0,58	Sedang
3.	Lalu Anang Ilmy, Muhammad Zaini,	Keanekaragaman Hayati	0,55	Sedang

Amalia Rezeki				
4.	Raudatul Mispa, Aminuddin Prahatama Putra, Muhammad Zaini	Protista	0,60	Sedang
5.	Suci Zahra, Masitah, Vandalita M.M Rambitan, Sri Purwati, Akhmad, Nelda Anasthasia Serena	Ekosistem	0,85	Besar
6.	Irma Seftiana, Agil Al Idrus, Anindita SHM Kusuma	Biologi (Berpikir Kritis)	0,78	Sedang-Besar
7.	Eka Rahmawati, Kaspul, Muhammad Zaini	Sistem Sirkulasi	0,55	Sedang
8.	Desianes Ramadhani, Yuni Sri Rahayu	Pembelahan Sel	0,48	Sedang
9.	Isnaini Tiara Suci, Rasyidah	Sistem Pernapasan	0,45	Sedang
10.	Nadya Harisa Ahmad, Yuliani	Pertumbuhan & Perkembangan	1,65	Besar
11.	Irakiya Ainun Uzma, Yuni Sri Rahayu	Pertumbuhan & Perkembangan	2,10	Besar
12.	Nadya Harisa Ahmad, Yuliani	Pertumbuhan & Perkembangan	1,65	Besar
13.	Wiwi Noviati, Syafruddin, Lindah MayasariBerpikir Kritis	(Pencemaran Lingkungan)	0,40	Sedang
14.	Renny Diah Puspita	Perubahan Iklim	0,95	Besar
15.	Syifa Nurfajri, Sumiyati	Berpikir Kritis	0,88	Besar

	Sa'adah, Astri Yuliawati	(Wizer.me)		
16.	Shalsabila Nur Fauziyah Widyasari, Guntur Trimulyono	Virus (Literasi Digital)	0,81	Besar
17.	Qathrin Nada, Muhammad Zaini, Aulia Ajizah	Archaeobacteria dan Eubacteria	1,20	Besar
18.	Suci Zahra , Masitah, Vandalita M.M Rambitan, Sri Purwati, Akhmad, Nelda Anasthasia Serena	Ekosistem dan Interaksinya	1,41	Besar
19.	Istu Hanan Shafira	Sistem Ekskresi	0,6	Sedang
20.	Lutfiana Rakhmaningtyas, Yuni Sri Rahayu	Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan	0,81	Besar

Secara keseluruhan, hasil meta-analisis menunjukkan bahwa penggunaan E-LKPD yang mengintegrasikan pendekatan HOTS memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Sebagian besar nilai effect size berada pada kategori sedang hingga besar, yang mengindikasikan bahwa E-LKPD yang mengintegrasikan pendekatan HOTS efektif digunakan dalam pembelajaran biologi.

a. Berdasarkan Tingkat Kelas

Analisis berdasarkan tingkat kelas dilakukan untuk melihat distribusi penelitian dan besarnya effect size pada tiap jenjang kelas. Perbedaan tahap perkembangan kognitif siswa diduga memengaruhi tingkat efektivitas penggunaan E-LKPD yang mengintegrasikan pendekatan HOTS. Hasilnya disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Distribusi Penelitian dan Effect Size Berdasarkan Tingkat Kelas

No.	Tingkat Kelas	Frekuensi	Frekuensi Relatif (%)	Effect Size (g)
1.	Kelas X SMA	10	50,00	0,81
2.	Kelas XI SMA	5	25,00	0,68
3.	Kelas XII SMA	4	20,00	1,30
4.	Campuran/Umum	1	5,00	0,88

Penelitian pada kelas X SMA mendominasi dengan frekuensi tertinggi (50,00%), namun menghasilkan effect size sebesar 0,81 (kategori besar). Sementara itu, penelitian pada kelas XII menghasilkan effect size tertinggi sebesar 1,30, meskipun frekuensinya lebih sedikit (20,00%). Hal ini menunjukkan bahwa siswa kelas XII yang telah berada pada tahap perkembangan kognitif formal yang lebih matang lebih mampu merespons secara optimal terhadap stimulus HOTS yang diberikan melalui E-LKPD. Pada tahap ini, siswa sudah memiliki kapasitas berpikir abstrak, hipotetis-deduktif, dan analitis yang lebih berkembang, sehingga dapat memaksimalkan manfaat dari E-LKPD yang mengintegrasikan pendekatan HOTS. Sebaliknya, siswa kelas XI menghasilkan effect size 0,68 yang lebih rendah dibandingkan kelas lainnya. Kondisi ini mengindikasikan bahwa meskipun E-LKPD yang mengintegrasikan pendekatan HOTS tetap efektif pada semua jenjang kelas, perlunya penyesuaian scaffolding yang lebih intensif dari guru khususnya untuk kelas XI agar E-LKPD dapat dioptimalkan dalam melatih kemampuan berpikir kritis. Temuan ini sejalan dengan penelitian Kasanah et al., (2026) yang melaporkan bahwa tingkat kognitif siswa merupakan salah satu moderator penting dalam efektivitas penggunaan media pembelajaran berbasis HOTS.

b. Berdasarkan Tingkat Materi Biologi

Analisis berdasarkan materi biologi dilakukan untuk mengetahui distribusi penelitian dan besarnya effect size pada berbagai topik yang dikaji. Perbedaan karakteristik dan kompleksitas materi diduga memengaruhi efektivitas E-LKPD yang mengintegrasikan pendekatan HOTS dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Hasilnya disajikan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Distribusi Penelitian dan Effect Size Berdasarkan Materi Biologi

No.	Materi Biologi	Frekuensi	Frekuensi Relatif (%)	Effect Size (g)
1.	Pertumbuhan dan Perkembangan	4	20,00	1,68
2.	Pembelahan Sel	3	15,00	0,58
3.	Ekosistem	2	10,00	1,13
4.	Keanekaragaman Hayati	1	5,00	0,55
5.	Archaeobacteria dan Eubacteria	1	5,00	1,20
6.	Sistem Pernapasan	1	5,00	0,45
7.	Sistem Ekskresi	1	5,00	0,60
8.	Virus	1	5,00	0,81
9.	Protista	1	5,00	0,60
10.	Perubahan Iklim	1	5,00	0,95
11.	Klasifikasi Makhluk Hidup	1	5,00	0,58
12.	Lainnya (Umum/Pengukuran)	2	10,00	0,83

Materi pertumbuhan dan perkembangan menghasilkan effect size tertinggi sebesar 1,68 dengan frekuensi relatif 20,00%, diikuti oleh materi ekosistem ($g = 1,13$) dan Archaeobacteria & Eubacteria ($g = 1,20$). Tingginya effect size pada materi pertumbuhan dan perkembangan disebabkan oleh karakteristik materi yang menuntut pemahaman konsep secara mendalam dan analisis proses biologis yang tidak dapat diamati secara langsung, sehingga mendorong aktivasi kemampuan berpikir kritis yang lebih tinggi. Materi ini juga kaya dengan keterkaitan antarkonsep yang memerlukan kemampuan inferensi dan evaluasi. Sebaliknya, materi pembelahan sel menghasilkan effect size rata-rata 0,58 (kategori sedang), begitu pula materi sistem pernapasan ($g = 0,45$) dan sistem ekskresi ($g = 0,60$). Materi-materi tersebut cenderung bersifat lebih

prosedural dan deskriptif sehingga ruang bagi E-LKPD yang mengintegrasikan pendekatan HOTS untuk mengoptimalkan berpikir kritis menjadi lebih terbatas. Temuan ini mengisyaratkan perlunya pengembangan desain E-LKPD yang lebih spesifik dan kontekstual sesuai karakteristik masing-masing materi biologi, terutama pada materi yang masih berada pada kategori sedang.

c. Berdasarkan Jenis/Pendekatan E-LKPD Berbasis HOTS

Analisis berdasarkan jenis E-LKPD dilakukan untuk mengetahui distribusi penelitian dan besarnya effect size dari masing-masing jenis atau pendekatan yang digunakan dalam pengembangan E-LKPD. Perbedaan karakteristik tiap jenis E-LKPD diduga memengaruhi efektivitasnya dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Hasilnya disajikan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Distribusi Penelitian dan Effect Size Berdasarkan Jenis E-LKPD Berbasis

No.	Jenis E-LKPD	HOTS		Effect Size (g)
		Frekuensi	Frekuensi Relatif (%)	
1.	E-LKPD Berbasis PBL (<i>Problem Based Learning</i>)	5	25,00	0,97
2.	E-LKPD Berbasis <i>Inkuiri Terbimbing / Guided Discovery</i>	3	15,00	1,27
3.	E-LKPD <i>Liveworksheets</i>	4	20,00	0,61
4.	E-LKPD Berbasis HOTS (Umum)	2	10,00	0,57
5.	E-LKPD Berbasis <i>Technological Knowledge</i>	2	10,00	1,13
6.	E-LKPD Berbasis <i>Collaborative Learning</i>	1	5,00	0,88
7.	<i>Wizer.me</i> Berbasis PBL	1	5,00	0,88
8.	E-LKPD Berbasis	1	5,00	0,48

Konstruktivisme

9. E-LKPD Berbasis Inkuiri Interaktif	1	5,00	1,65
---------------------------------------	---	------	------

E-LKPD berbasis inkuiri interaktif menghasilkan effect size tertinggi sebesar 1,65, diikuti oleh E-LKPD berbasis inkuiri terbimbing/guided discovery ($g = 1,27$) dan E-LKPD berbasis Technological Knowledge ($g = 1,13$). Tingginya efektivitas E-LKPD berbasis inkuiri disebabkan oleh karakteristiknya yang mendorong siswa untuk secara aktif merumuskan pertanyaan, mengumpulkan data, menganalisis, dan mengonstruksi pengetahuan secara mandiri. Proses tersebut secara langsung melatih komponen berpikir kritis yakni analisis, evaluasi, dan inferensi, yang merupakan inti dari pendekatan HOTS.

E-LKPD berbasis PBL menjadi jenis yang paling dominan digunakan (25,00%) dengan effect size 0,97, menunjukkan bahwa PBL merupakan model yang paling banyak diintegrasikan dalam pengembangan E-LKPD yang mengintegrasikan pendekatan HOTS. Dalam PBL, siswa dihadapkan pada masalah autentik yang menuntut kolaborasi dan refleksi kritis, sehingga selaras dengan tujuan peningkatan kemampuan berpikir kritis. Sementara itu, E-LKPD Liveworksheets menghasilkan effect size yang lebih rendah ($g = 0,61$), hal ini kemungkinan karena platform tersebut lebih bersifat umum dan belum sepenuhnya dirancang untuk mengintegrasikan elemen HOTS secara eksplisit.

Hasil ini mengindikasikan bahwa penggunaan E-LKPD yang mengintegrasikan pendekatan HOTS berpotensi meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa pendekatan HOTS mampu mendorong kemampuan analisis, evaluasi, dan inferensi siswa dalam pembelajaran sains (Zahra et al., 2024; Sinurat et al., 2025).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil meta-analisis, dapat disimpulkan bahwa E-LKPD yang mengintegrasikan pendekatan HOTS efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA dengan kategori effect size sedang hingga besar. Efektivitas tersebut dipengaruhi oleh karakteristik materi dan tingkat perkembangan kognitif siswa. Oleh karena itu, pengembangan E-LKPD yang mengintegrasikan pendekatan HOTS perlu disesuaikan dengan konteks materi dan kebutuhan peserta didik. Hal ini ditunjukkan oleh nilai effect size yang sebagian besar berada pada kategori sedang hingga besar, dengan rentang nilai dari 0,45 hingga 2,10.

Analisis berdasarkan tingkat kelas menunjukkan bahwa kelas XII menghasilkan effect size tertinggi ($g = 1,30$), mengindikasikan bahwa kematangan kognitif siswa berperan penting dalam mengoptimalkan manfaat E-LKPD yang mengintegrasikan pendekatan HOTS. Berdasarkan materi biologi, pertumbuhan dan perkembangan menghasilkan effect size tertinggi ($g = 1,68$) karena menuntut pemahaman konseptual yang mendalam. Berdasarkan jenis E-LKPD, pendekatan inkuiri interaktif dan guided discovery terbukti paling efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis.

Efektivitas E-LKPD yang mengintegrasikan pendekatan HOTS bervariasi tergantung pada tingkat kelas, karakteristik materi pembelajaran, dan jenis pendekatan yang diintegrasikan. Dengan demikian, E-LKPD yang mengintegrasikan pendekatan HOTS memiliki potensi yang baik sebagai media pembelajaran untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa, dengan tingkat efektivitas yang bervariasi tergantung pada karakteristik materi pembelajaran.

Berdasarkan temuan penelitian ini, beberapa rekomendasi dapat dikemukakan. Bagi guru biologi, disarankan untuk mengintegrasikan E-LKPD yang mengintegrasikan pendekatan HOTS secara konsisten dalam proses pembelajaran, terutama pada materi yang menuntut pemahaman konsep mendalam seperti pertumbuhan dan perkembangan, ekosistem, dan keanekaragaman hayati. Guru juga disarankan untuk mempertimbangkan jenjang kelas dalam menentukan tingkat kompleksitas HOTS yang diintegrasikan ke dalam E-LKPD, dengan scaffolding yang lebih intensif pada kelas X dan XI.

Bagi pengembang media pembelajaran, perlu dirancang E-LKPD yang lebih spesifik dan kontekstual sesuai karakteristik masing-masing materi biologi, khususnya dengan mengintegrasikan pendekatan inkuiri atau guided discovery yang terbukti menghasilkan effect size tertinggi. Pengembangan E-LKPD pada platform Liveworksheets perlu diperkaya dengan elemen HOTS yang lebih eksplisit.

Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk memperluas cakupan basis data pencarian artikel tidak hanya melalui Google Scholar, tetapi juga melalui Scopus, ERIC, dan PubMed, serta mempertimbangkan variabel moderator lain seperti jenjang kelas, model pembelajaran yang dipadukan, dan karakteristik sekolah agar diperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai efektivitas penggunaan E-LKPD yang mengintegrasikan pendekatan HOTS dalam pembelajaran biologi.

REFERENSI

Ahmad, N. H., & Yuliani. (2025). Efektivitas E-LKPD Interaktif Berbasis Inkuiri terhadap Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 14 (3), 669–

679.

- Annida, S. F., Putra, A. P., & Zaini, M. (2022). Pengaruh Penggunaan E-LKPD Berbasis Liveworksheets terhadap Hasil Belajar dan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Konsep Pembelahan Sel. *QUANTUM: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 13 (2), 155–167.
- Azrina, N., & Sandika, B. (2022). Pengembangan E-LKPD Berbasis Problem Based Learning untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis pada Materi Sistem Pernapasan Kelas XI IPA di MAN 2 Jember. *Alveoli: Jurnal Pendidikan Biologi*, 3 (2), 1–13.
- Ilmy, L. A., Zaini, M., & Rezeki, A. (2022). Studi Penggunaan LKPD-Elektronik Konsep Keanekaragaman Hayati terhadap Hasil Belajar dan Keterampilan Berpikir Kritis. *Practice of the Science of Teaching Journal*, 1 (2), 97–105.
- Mispa, R., Putra, A. P., & Zaini, M. (2022). Penggunaan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Liveworksheet Pada Konsep Protista Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Kelas X SMAN 7 Banjarmasin. *Jurnal Pendidikan Indonesia (Japendi)*, 3 (1).
- Murti, S. A. M., & Puspitawati, R. P. (2023). Pengaruh E-LKPD Interaktif Berbasis Collaborative Learning pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 12(3), 654–663.
- Nada, Q., Zaini, M., & Ajizah, A. (2022). Implementasi E-LKPD Liveworksheets Archaebacteria Dan Eubacteria: Pengaruhnya Terhadap Hasil Belajar Kognitif dan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas X MIPA. *Practice of the Science of Teaching Journal*, 1(2), 88–96.
- Noviati, W., Syafruddin, S., & Mayasari, L. (2022). Efektivitas Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis HOTS Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa di SMA Negeri Kecamatan Sumbawa. *Jurnal Kependidikan*, 6(2), 11-17.
- NADA Nurfajri, S., Sa'adah, S., & Yuliawati, A. (2023). Pengaruh Penggunaan Model Problem Based Learning Berbantu Wizer.Me terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Edukasi*, 1 (2), 227–233
- Puspita, R. D. (2025). Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan E-LKPD terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Perubahan Iklim. (Skripsi). Universitas Lampung.
- Ramadhani, D., & Rahayu, Y. S. (2024). Efektivitas E-LKPD Berbasis Pendekatan Konstruktivisme terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Pembelahan Sel Kelas XII SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 13(2), 234–242.

- Rakhmaningtyas, L., & Rahayu, Y. S. (2022). Efektivitas E-LKPD Interaktif pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas XII. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 11 (3), 527–536.
- Seftiana, I., Idrus, A. A., & Kusuma, A. S. H. M. (2025). Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMAN 6 Mataram. *Journal of Classroom Action Research*, 7 (3), 1038–1046.
- Shafira, I. H., & Suratsih. (2023). Penggunaan e-LKPD berbasis masalah terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi sistem ekskresi kelas XI di SMA Negeri 1 Pangkalpinang. *Jurnal Edukasi Biologi*, 9(1), 1–14.
- Sinurat, R. S., Syahputri, N. D., Rambe, N. Y., Rebista, N., Hutabalian, P. M., & Amanda, N. (2025). Efektivitas Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Berbantuan E-LKPD terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Klasifikasi Makhluk Hidup di Kelas X SMAN 1 Medan. *Biodik: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 11 (1), 1–10.
- Suci, I. T., & Rasyidah. (2022). Efektivitas Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Higher Order Thinking Skill (HOTS) terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Sistem Pernapasan Kelas XI SMA/MA. *Jurnal Pembelajaran dan Biologi Nukleus*, 8 (3), 582–59.
- Uzma, I. A., & Rahayu, Y. S. (2025). Efektivitas E-LKPD Berbasis Guided Discovery untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas XII pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 14 (1), 140–148.
- Rahmawati, E., Kaspul, K., & Zaini, M. (2022). Pengembangan LKPD Elektronik Berbasis Liveworksheet Konsep Sistem Sirkulasi untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis SMA. *Practice of the Science of Teaching Journal: Jurnal Praktisi Pendidikan*, 1 (1), 16–22.
- Widyasari, S. N. F., & Trimulyono, G. (2026). Efektivitas E-LKPD Berbasis Problem Based Learning pada Materi Virus terhadap Keterampilan Literasi Digital dan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 15 (1), 1–10.
- Zahra, S., Masitah, Rambitan, V. M. M., Purwati, S., Akhmad, & Serena, N. A. (2024). Pengaruh penggunaan e-LKPD berbasis technological knowledge materi ekosistem dan interaksinya terhadap keterampilan berpikir kritis. *PENDIPA Journal of Science Education*, 9(1), 146–151.