



BIO EDUCATIO

(The Journal of Science and Biology
Education)

http: <https://jurnal.unma.ac.id/index.php/BE>

p-ISSN : 2541-2280

e-ISSN : 2541-4097

Doi : <http://doi.org/10.31949/be.v10i1.15421>



Efektivitas E-LKPD Berbasis Problem Based Learning Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Sistem Pernapasan Kelas XI SMA Negeri 1 Plumbon

Naili Sa'adah ¹, Asep Mulyani ², Bambang Ekanara ³

¹²³ Institut Agama Islam Negeri Cirebon, Indonesia

Korespondensi : ✉ nailisaadah@gmail.com

Article Info

Article History

Received : 08-01-2025

Revised : 14-03-2025

Accepted : 15-04-2025

Keywords:

E-LKPD

Critical Thinking,

Problem-Based

Learning

ABSTRACT

Pendidikan abad ke-21 menuntut siswa untuk melatih keterampilan metakognitif yang salah satunya keterampilan berpikir kritis. Pendekatan alternatif yang dapat digunakan guru untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa pada mata pelajaran biologi membutuhkan model dan media pembelajaran yang interaktif untuk dapat menstimulus siswa dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritisnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan aktivitas siswa, menganalisis perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa dan mendeskripsikan respon siswa yang menggunakan E-LKPD berbasis *problem based learning*. Jenis penelitian ini adalah kuantitatif menggunakan *quasi eksperimental design* dengan *pretest posttest control group design*. Hasil penelitian menunjukkan aktivitas siswa mengalami peningkatan pada masing-masing aspek, terdapat perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa yang signifikan dengan nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* sebesar 0,000 dan persentase rata-rata angket respon siswa sebesar 81% termasuk kategori sangat kuat. Kesimpulan pada penelitian ini adalah terdapat perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis yang signifikan antara kelas yang diterapkan E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* dan kelas yang diterapkan LKPD non-elektronik berbasis *Problem Based Learning* maka dikatakan efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

ABSTRACT

*21st-century education requires students to practice metacognitive skills, one of which is critical thinking. An alternative approach that teachers can use to train students' critical thinking skills in biology requires interactive learning models and media to stimulate students' development of these skills. This study aims to determine differences in student activity, analyze differences in the improvement of students' critical thinking skills, and describe student responses to the use of problem-based learning E-LKPD. This type of research is quantitative, using a quasi-experimental pretest-posttest control group design. The results showed that student activity had increased in each aspect, there was a significant difference in the increase in students' critical thinking skills with the *Asymp score. Sig. (2-tailed)* of 0.000 and the average percentage of student response questionnaires is 81%, including the very strong category. The conclusion in this study is that there is a significant difference in improving critical thinking skills between classes that apply E-LKPD based on Problem-Based Learning and classes that apply non-electronic LKPD based on Problem-Based Learning, so it is said to be effective in improving students' critical thinking skills.*

PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 menuntut pergeseran orientasi pembelajaran dari sekadar penguasaan konten menuju pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan kompetensi sosial peserta didik. Transformasi ini dipicu oleh percepatan perkembangan teknologi yang mengubah cara individu mengakses, mengolah, dan memanfaatkan informasi. Dalam konteks tersebut, kemampuan berpikir kritis menjadi fondasi utama karena memungkinkan peserta didik melakukan analisis, evaluasi, serta pengambilan keputusan berbasis bukti dalam menghadapi kompleksitas permasalahan nyata. Dalam pembelajaran biologi, tuntutan ini semakin relevan mengingat karakteristik materinya yang tidak hanya bersifat konseptual, tetapi juga menuntut penalaran ilmiah dan interpretasi fenomena berbasis data (Puig & Jiménez-Aleixandre, 2022; Menggo et al., 2022). Kebutuhan akan keterampilan ini juga sejalan dengan tuntutan literasi digital dan kesiapan menghadapi lingkungan belajar berbasis teknologi yang semakin dominan dalam pendidikan modern.

Pengembangan keterampilan berpikir kritis tidak dapat dilepaskan dari desain pembelajaran yang mengintegrasikan media inovatif dan pendekatan yang berpusat pada peserta didik. Penggunaan media digital, khususnya lembar kerja peserta didik berbasis elektronik (E-LKPD), memungkinkan terjadinya interaksi belajar yang lebih fleksibel, adaptif, dan mendorong keterlibatan aktif peserta didik. Media interaktif terbukti mampu meningkatkan kualitas pengalaman belajar karena menyediakan representasi visual, simulasi, serta aktivitas eksploratif yang memperkuat pemahaman konsep (Kustyarini et al., 2020; Momani et al., 2023). Di sisi lain, model problem based learning (PBL) menempatkan peserta didik sebagai subjek aktif yang mengonstruksi pengetahuan melalui pemecahan masalah kontekstual, sehingga secara langsung melatih kemampuan analisis dan evaluasi. Integrasi antara E-LKPD dan PBL menjadi relevan karena menggabungkan kekuatan teknologi digital dengan pendekatan konstruktivistik yang berorientasi pada pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Aidoo, 2023; Chaijaroen et al., 2020; Chaniago et al., 2022).

Meskipun secara teoretis pendekatan tersebut memiliki potensi besar, berbagai temuan empiris menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik masih berada pada tingkat yang belum optimal. Rendahnya kemampuan ini tidak hanya tercermin dari hasil asesmen internasional, tetapi juga dari kesulitan peserta didik dalam menyelesaikan tugas berbasis penalaran dan transfer konsep. Permasalahan ini berkaitan erat dengan praktik pembelajaran yang masih didominasi oleh pendekatan konvensional, keterbatasan penggunaan media interaktif, serta belum berkembangnya instrumen asesmen yang secara spesifik mengukur keterampilan berpikir kritis (Penuel et al., 2019; Everett et al., 2018). Selain itu, kesenjangan literasi digital dan belum optimalnya integrasi teknologi dalam pembelajaran turut memperkuat rendahnya kualitas proses berpikir peserta didik (Reddy et al., 2023; Raes et al., 2020). Pada konteks pembelajaran biologi, kondisi ini menunjukkan bahwa inovasi pembelajaran yang ada belum sepenuhnya terimplementasi secara sistematis dan terintegrasi.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menawarkan pendekatan yang mengintegrasikan E-LKPD interaktif dengan model problem-based learning sebagai upaya untuk mengatasi kesenjangan antara tuntutan kompetensi abad ke-21 dan praktik pembelajaran di lapangan.

Kebaruan penelitian ini terletak pada desain pembelajaran yang tidak hanya mengadopsi media digital, tetapi juga mengonstruksinya dalam kerangka problem-based learning yang terstruktur untuk melatih proses berpikir kritis secara bertahap. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas integrasi E-LKPD berbasis PBL dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada pembelajaran biologi, sekaligus memberikan kontribusi konseptual dan praktis dalam pengembangan desain pembelajaran inovatif yang responsif terhadap tantangan pendidikan abad ke-21 (Ardiansah & Zulfiani, 2023; Istiqomah & Aminatun, 2025; Nursidin et al., 2022).

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain kuasi-eksperimen (*quasi-experimental design*), khususnya *pretest–posttest control group design*, yang memungkinkan peneliti mengidentifikasi pengaruh perlakuan melalui perbandingan sistematis antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Desain ini banyak digunakan dalam penelitian pendidikan karena mampu mengakomodasi keterbatasan randomisasi sekaligus tetap menjaga validitas internal melalui pengukuran awal dan akhir (Flannelly et al., 2018; Galiani et al., 2017). Pada tahap awal, kedua kelompok diberikan *pretest* untuk memetakan kemampuan awal peserta didik, kemudian diberikan perlakuan yang berbeda, dan diakhiri dengan *posttest* untuk mengukur perubahan setelah intervensi. Kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran menggunakan E-LKPD berbasis *problem-based learning* (PBL), sedangkan kelompok kontrol menggunakan LKPD berbasis PBL tanpa dukungan media elektronik. Perbedaan ini dirancang untuk menguji secara empiris kontribusi media digital dalam pembelajaran, sebagaimana ditunjukkan dalam studi kuasi-eksperimen sebelumnya yang menekankan peran teknologi dalam meningkatkan hasil belajar dan sikap ilmiah peserta didik (Park et al., 2009; Damayanti & Kuswanto, 2020).

Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 1 Plumbon, Kabupaten Cirebon, pada semester genap tahun ajaran berjalan. Populasi penelitian mencakup seluruh peserta didik kelas XI program MIPA. Sampel ditentukan menggunakan teknik *purposive sampling* dengan mempertimbangkan karakteristik akademik peserta didik berdasarkan nilai harian. Teknik ini dipilih karena memungkinkan peneliti memperoleh subjek yang representatif sesuai tujuan penelitian, khususnya dalam konteks penelitian pendidikan yang tidak memungkinkan randomisasi penuh (Barratt et al., 2015). Berdasarkan kriteria tersebut, kelas XI MIPA 2 ditetapkan sebagai kelas eksperimen dan kelas XI MIPA 3 sebagai kelas kontrol, sehingga variasi kemampuan akademik tetap terakomodasi dalam analisis.

Variabel penelitian terdiri atas variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas adalah penggunaan E-LKPD berbasis *problem-based learning*, sedangkan variabel terikat adalah keterampilan berpikir kritis peserta didik. Pengukuran keterampilan berpikir kritis dilakukan menggunakan instrumen tes yang dikembangkan berdasarkan indikator yang dirumuskan oleh Robert Hugh Ennis, yang secara konseptual mencakup kemampuan analisis, evaluasi, inferensi, serta penarikan kesimpulan. Instrumen disusun dalam bentuk soal uraian untuk memungkinkan eksplorasi proses berpikir peserta didik secara lebih mendalam. Untuk memastikan kualitas pengukuran, instrumen terlebih dahulu melalui uji validitas isi oleh ahli, validitas empiris, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan

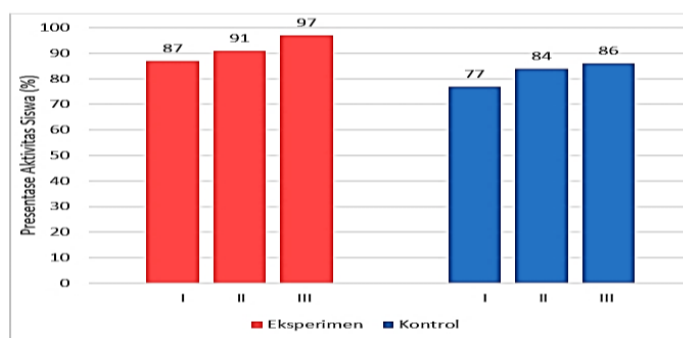
daya pembeda, sehingga instrumen yang digunakan memiliki ketepatan dan konsistensi dalam mengukur konstruk keterampilan berpikir kritis.

Pelaksanaan penelitian dilakukan melalui tahapan yang sistematis yang meliputi persiapan, pelaksanaan, dan tahap akhir. Pada tahap persiapan dilakukan penyusunan perangkat pembelajaran berupa E-LKPD dan LKPD, pengembangan serta validasi instrumen, dan penentuan sampel penelitian. Tahap pelaksanaan diawali dengan pemberian *pretest* pada kedua kelompok, kemudian dilanjutkan dengan implementasi pembelajaran menggunakan E-LKPD berbasis PBL pada kelas eksperimen dan LKPD berbasis PBL pada kelas kontrol sesuai dengan sintaks *problem-based learning*. Tahap akhir dilakukan melalui pemberian *posttest* untuk mengukur hasil belajar setelah perlakuan, diikuti dengan proses pengumpulan dan pengolahan data secara sistematis.

Data penelitian dianalisis secara kuantitatif dengan diawali uji prasyarat berupa uji normalitas dan homogenitas untuk memastikan kesesuaian data dengan asumsi statistik parametrik. Selanjutnya, uji hipotesis dilakukan menggunakan *independent sample t-test* untuk mengidentifikasi perbedaan rata-rata keterampilan berpikir kritis antara kedua kelompok. Selain itu, peningkatan kemampuan peserta didik dianalisis menggunakan perhitungan *N-gain* guna mengukur efektivitas perlakuan secara kuantitatif. Pendekatan analisis ini umum digunakan dalam penelitian eksperimen pendidikan karena mampu memberikan gambaran komprehensif mengenai perbedaan dan peningkatan hasil belajar secara signifikan. Hasil analisis kemudian diinterpretasikan untuk menentukan sejauh mana penggunaan E-LKPD berbasis *problem-based learning* berpengaruh terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

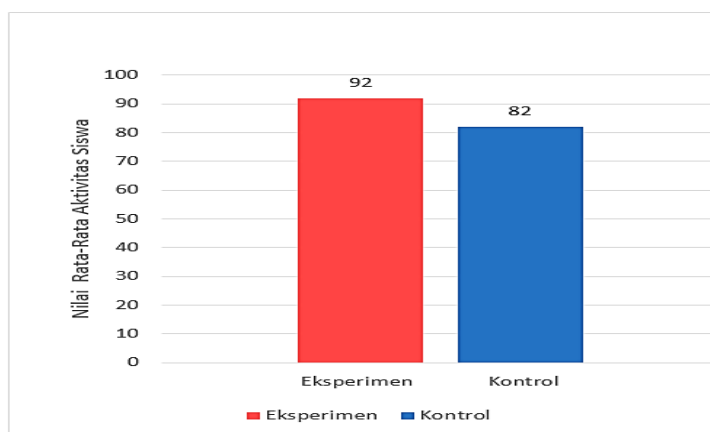
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil observasi aktivitas siswa yang menggunakan E-LKPD berbasis *problem based learning* dan siswa yang tidak menggunakan E-LKPD berbasis *problem based learning* mengalami perbedaan peningkatan. Peningkatan aktivitas siswa dapat dilihat pada Gambar 1.



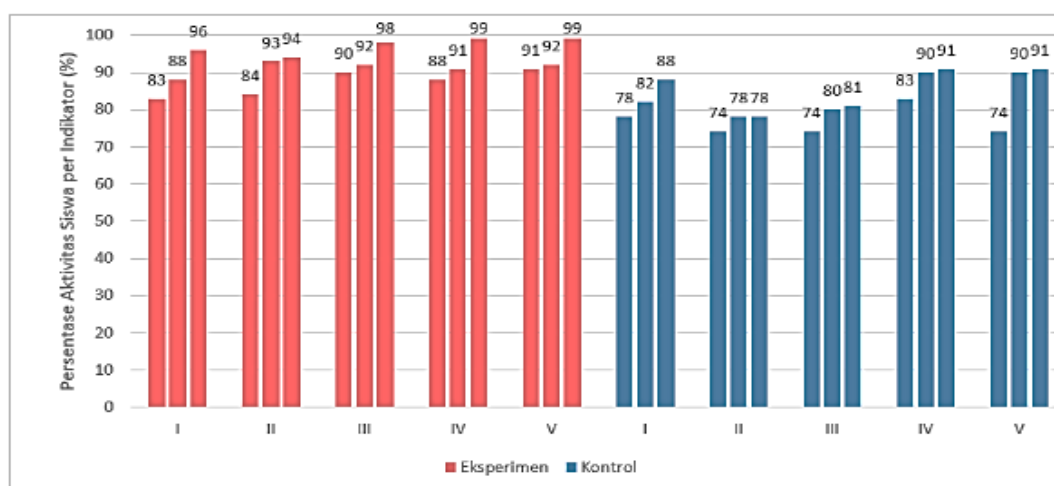
Gambar 1. **Grafik Perbedaan Aktivitas Siswa antara Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol**

Grafik pada Gambar 1 menunjukkan perbedaan aktivitas siswa secara umum yang mengalami peningkatan di setiap pertemuan. Peningkatan aktivitas siswa kelas eksperimen meningkat sebesar 10%. Sedangkan aktivitas siswa pada kelas kontrol mengalami peningkatan sebesar 9%. Peningkatan yang paling tinggi terdapat pada kelas eksperimen. Adapun nilai rata-rata total aktivitas siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. **Grafik Rata-Rata Total Aktivitas Siswa antara Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol**

Berdasarkan grafik pada Gambar 2 menunjukkan nilai rata-rata total aktivitas siswa yang memperoleh nilai rata-rata tertinggi adalah kelas eksperimen dengan nilai sebesar 92 dan berkriteria sangat baik. Hal ini sejalan juga dengan penelitian Yurnalis, *et. al* (2014) bahwa hasil penelitian menunjukkan aktivitas belajar siswa mengalami peningkatan dengan rata-rata berkriteria baik 71,79. Perbedaan nilai aktivitas siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dipengaruhi oleh penerapan E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* yang dapat memberikan stimulus kepada siswa untuk aktif selama proses pembelajaran. Hal ini sejalan dengan penelitian Agustin (2013) bahwa penggunaan metode, pendekatan belajar mengajar dan orientasi belajar menyebabkan aktivitas belajar setiap siswa berbeda-beda. Ketidaksamaan aktivitas belajar siswa melahirkan kadar aktivitas belajar yang bergerak dari aktivitas belajar yang rendah sampai aktivitas belajar yang tinggi. Dan hal tersebut terlihat jelas peningkatannya pada grafik Gambar 3 dan Gambar 4 yang perbedaan peningkatan aktivitas siswa pada masing-masing aspek kelas eksperimen dan kelas kontrol.

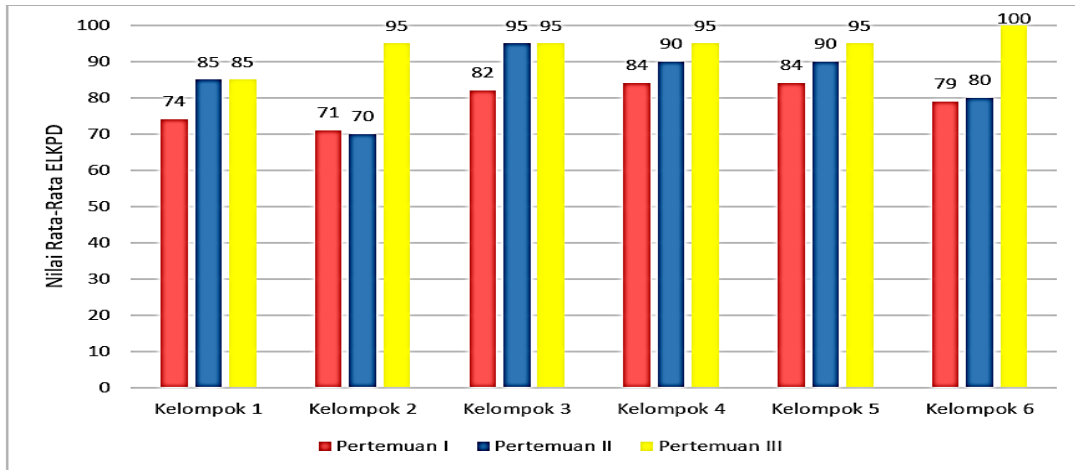


Gambar 3. **Grafik rekapitulasi aktivitas siswa antara kelas eksperimen dan kelas kontrol**

Berdasarkan grafik pada Gambar 3 menunjukkan hasil rekapitulasi setiap aspek aktivitas siswa selama proses pembelajaran dan penelitian berlangsung. kelas yang mengalami peningkatan paling tinggi adalah kelas eksperimen dari pada kelas kontrol. Kelas eksperimen mengalami peningkatan dengan total presentase sebesar 50%. Sedangkan peningkatan total presentase aktivitas siswa pada kelas kontrol sebesar 46%. Berdasarkan hasil analisis data tersebut dapat

disimpulkan bahwa peningkatan nilai aktivitas siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi dari pada kelas kontrol.

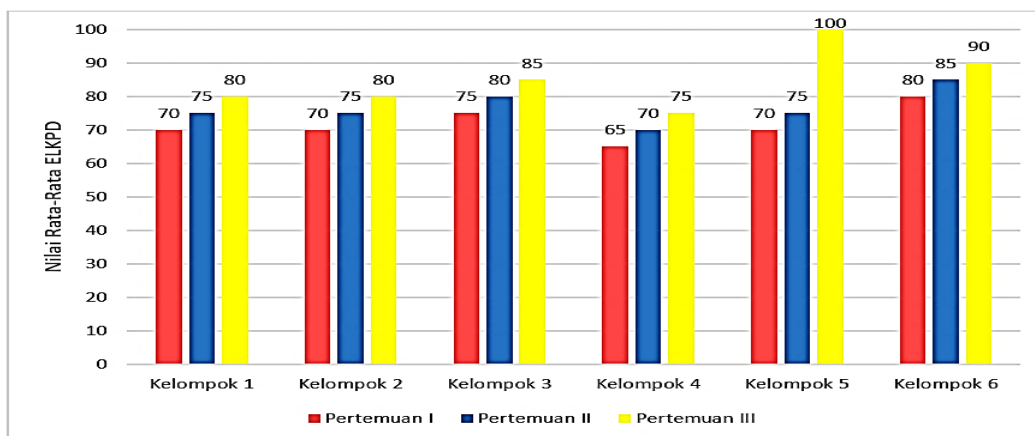
Peningkatan aktivitas siswa juga dapat dilihat pada peningkatan nilai E-LKPD di setiap pertemuan, dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. **Grafik nilai E-LKPD berbasis *problem based learning* kelas eksperimen**

Berdasarkan grafik pada Gambar 4 menunjukkan bahwa terdapat peningkatan nilai E-LKPD dari pertemuan pertama hingga pertemuan ketiga dan masing-masing kelompok mengalami peningkatan, penurunan atau stabil. Dengan demikian, perolehan nilai dari masing-masing kelompok termasuk kedalam kategori cukup, baik hingga baik sekali. Hal ini ditinjau dari bagaimana peserta didik menjawab pertanyaan-pertanyaan berdasarkan hasil diskusi dengan teman kelompoknya.

Adapun peningkatan nilai LKPD disetiap pertemuan kelas kontrol, dapat dilihat pada Gambar 5.

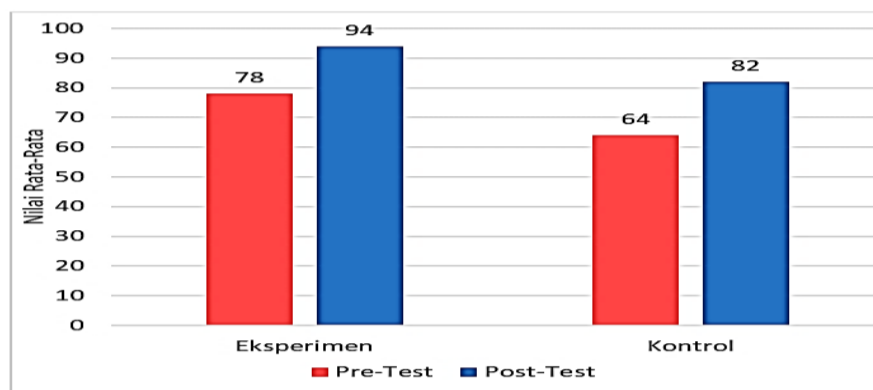


Gambar 5. **Grafik nilai LKPD berbasis *problem based learning* kelas kontrol**

Berdasarkan grafik pada Gambar 5 menunjukkan bahwa terdapat peningkatan nilai LKPD dari pertemuan pertama hingga pertemuan ketiga dan masing-masing kelompok mengalami peningkatan, penurunan atau stabil. Dengan demikian, perolehan nilai dari masing-masing kelompok termasuk kedalam kategori kurang, cukup, baik hingga baik sekali. Hal ini ditinjau dari bagaimana peserta didik menjawab pertanyaan-pertanyaan berdasarkan hasil diskusi dengan teman

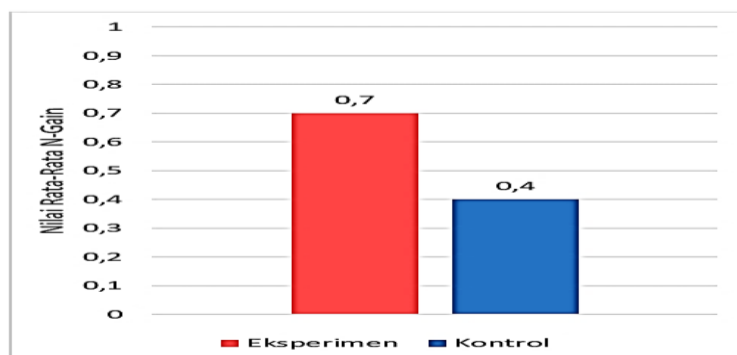
kelompoknya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa, terdapat perbedaan peningkatan nilai E-LKPD dan LKPD kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan selisih 9%.

Peningkatan keterampilan berpikir kritis dapat diukur dengan menggunakan tes sebelum pembelajaran (*Pretest*) dan tes setelah pembelajaran (*Posttest*). Tes tersebut menggunakan pilihan ganda (PG) beralasan dengan jenjang kognitif C4-C6. Tes yang digunakan berlandaskan indikator keterampilan berpikir kritis. Indikator yang digunakan menurut Robert Hugh Ennis sebanyak 12 indikator. Berikut adalah grafik data nilai rata-rata *Pretest* pada kelas eksperimen dan kontrol dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik nilai rata-rata *pretest* & *posttest* kelas eksperimen & kelas kontrol

Berdasarkan Gambar 6 menunjukkan perolehan nilai rata-rata *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen dan kontrol dengan adanya perbedaan peningkatan diantara keduanya. Rata-rata *pretest* pada kelas eksperimen sebesar 78,03 dan nilai rata-rata *posttest* sebesar 93,97. Sedangkan nilai rata-rata *pretest* kelas kontrol sebesar 64,25 dan nilai rata-rata *posttest* sebesar 82,36. Dengan demikian, terdapat peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa baik di kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Tetapi, kelas eksperimen jauh lebih signifikan dibandingkan pada kelas kontrol. Hal ini sejalan juga dengan penelitian Al-Fikry, *et. al* (2018) menunjukkan bahwa nilai rata-rata kelas eksperimen lebih tinggi dari kelas kontrol dapat disimpulkan bahwa model *problem based learning* secara signifikan lebih baik dalam meningkatkan KBK peserta didik dibandingkan model konvensional.

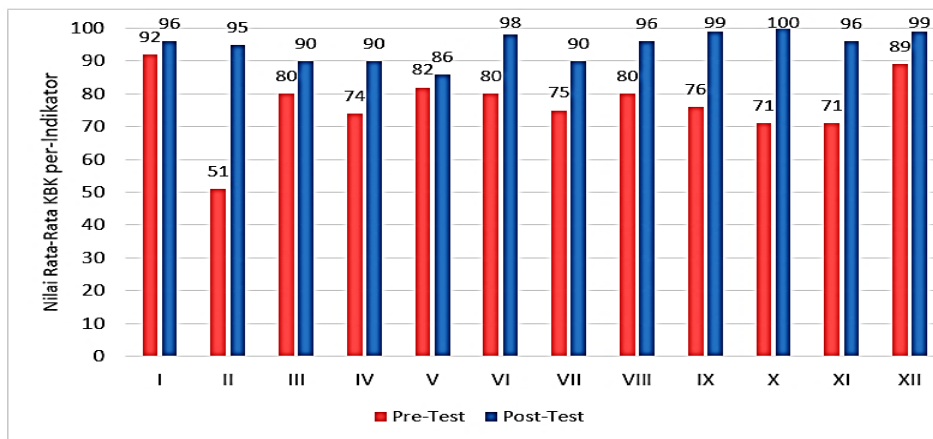


Gambar 7. Grafik nilai rata-rata N-Gain kelas eksperimen & kelas kontrol

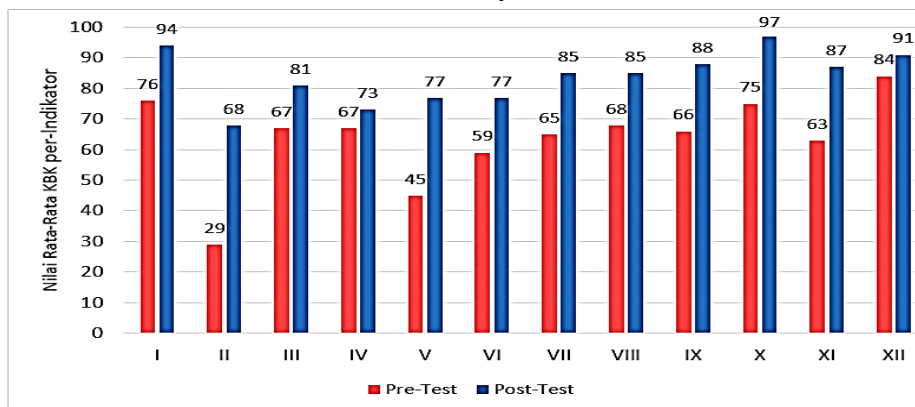
Berdasarkan grafik pada Gambar 7 diatas dapat diketahui bahwa terdapat peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa setelah menerapkan E-LKPD berbasis *Problem Based Learning*. Rata-rata nilai N-Gain yang diperoleh kelas eksperimen adalah sebesar 0,70 dan termasuk dalam kategori tinggi. Sedangkan rata-rata nilai N-Gain kelas kontrol adalah 0,43 dan termasuk dalam

kategori sedang. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perolehan rata-rata nilai N-Gain pada kelas eksperimen lebih tinggi dari pada kelas kontrol, dengan selisih antara keduanya cukup tinggi. Hal ini sejalan juga dengan penelitian Fitriyah & Ghofur (2021) bahwa hasil uji N-Gain kelas eksperimen dan kelas kontrol terdapat perbedaan yang signifikan.

Perolehan nilai *pretest* & *posttest* ditinjau berdasarkan nilai dari per indikator keterampilan berpikir kritis. Adapun nilai rata-rata per indikator keterampilan berpikir kritis kelas eksperimen dapat dilihat pada Gambar 8.



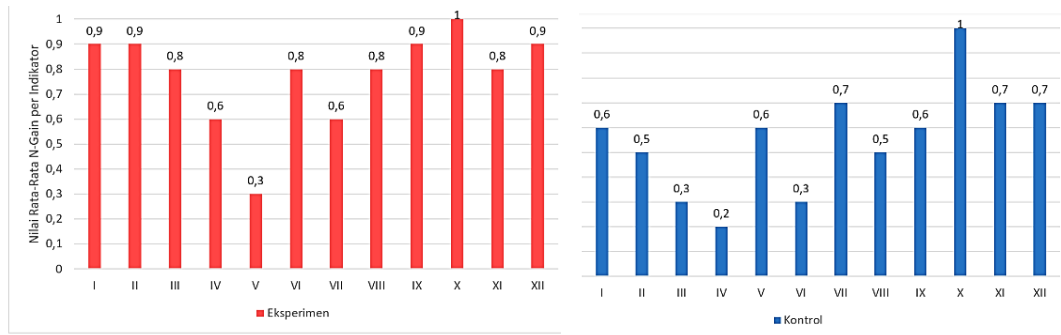
Gambar 8. Grafik nilai rata-rata *pretest* & *posttest* per indikator keterampilan berpikir kritis kelas eksperimen



Gambar 9. Grafik nilai rata-rata *pretest* & *posttest* per indikator keterampilan berpikir kritis kelas kontrol

Berdasarkan grafik pada Gambar 8 menunjukkan bahwa nilai rata-rata *pretest* & *posttest* pada kelas eksperimen mengalami peningkatan per indikatornya. Nilai rata-rata *pretest* tertinggi diperoleh indikator memfokuskan pertanyaan, dan nilai rata-rata *pretest* terendah terdapat pada indikator menganalisis argumen. Sedangkan nilai rata-rata *posttest* tertinggi terdapat pada indikator mengidentifikasi asumsi-asumsi, dan nilai rata-rata *posttest* terendah terdapat pada indikator mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi. Berdasarkan grafik pada Gambar 9 menunjukkan bahwa nilai rata-rata *pretest* & *posttest* pada kelas kontrol mengalami peningkatan per indikatornya. Nilai rata-rata *pretest* tertinggi diperoleh indikator berinteraksi dengan orang lain, dan nilai rata-rata *pretest* terendah terdapat pada indikator menganalisis argumen. Sedangkan nilai rata-rata *posttest* tertinggi terdapat pada indikator mengidentifikasi asumsi-asumsi, dan nilai rata-rata *posttest* terendah terdapat pada indikator menganalisis argumen.

Nilai rata N-Gain per indikator keterampilan berpikir kritis kelas eksperimen dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik uji N-Gain per-indikator keterampilan berpikir kritis kelas eksperimen & kelas kontrol

Berdasarkan grafik pada Gambar 10 menunjukkan nilai rata-rata N-Gain pada kelas eksperimen dan kelas kontrol mengalami peningkatan per indikatornya. , nilai N-Gain tertinggi pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol diperoleh pada indikator mengidentifikasi asumsi-asumsi yaitu sebesar 1. Sedangkan nilai N-Gain terendah pada kelas eksperimen diperoleh pada indikator mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi yaitu sebesar 0,3 dan nilai N-Gain terendah pada kelas kontrol diperoleh pada indikator menjelaskan kredibilitas (kriteria) suatu sumber yaitu sebesar 0,2. Hal ini sejalan dengan penelitian Aryanti (2019) bahwa hasil perhitungan N-gain setiap indikator menunjukkan terjadi peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa tetapi dari kedua belas indikator tersebut belum ada yang mencapai skor yang maksimal. Hal tersebut bisa disebabkan oleh beberapa faktor yang mungkin sangat berpengaruh seperti bentuk soal yang diberikan berupa pilihan ganda beralasan. Sebagian besar siswa mampu untuk menjawab *option* pilihan ganda tetapi kesulitan dalam memilih alasannya yang tepat sehingga banyak yang salah di bagian memilih alasan.

1) Uji Normalitas dan Homogenitas

Tabel 1. Uji Normalitas dan Uji Homogenitas Kelas Eksperimen & Kelas Kontrol

Data	Kelas	Uji Normalitas (Kolmogorov-Smirnov ^a)		Uji Homogenitas	
		Sig.	Ket.	Sig.	Ket.
N-Gain	Eksperimen	0,032	Tidak Normal	0,213	Homogen
	Kontrol	0,041	Tidak Normal		

Tabel 1 menyajikan hasil uji normalitas dan uji homogenitas data N-Gain. Berdasarkan hasil uji normalitas data N-Gain kelas eksperimen maupun kelas kontrol menunjukkan data yang berdistribusi tidak normal karena nilai signifikan pada kelas eksperimen sebesar 0,032 dan nilai signifikan pada kelas kontrol sebesar 0,041 yang menunjukkan bahwa nilai signifikan dari kedua kelas lebih kecil dari 0,05 atau data berdistribusi tidak normal. Sedangkan hasil uji homogenitas data N-Gain menunjukkan data yang homogen, karena nilai sig. 0,213 atau lebih besar dari 0,05 ini berarti bahwa $\alpha \geq 0,05$. Maka, H0 ditolak dan Ha diterima. Artinya, terdapat perbedaan varians antara kedua kelas sampel (homogen).

Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa pada data N-Gain terdapat data yang berdistribusi tidak normal, maka selanjutnya untuk mengetahui perbedaan N-Gain kelas eksperimen dan kelas kontrol secara signifikan dilakukan uji *non-parametrik* yaitu uji *Mann Whitney*.

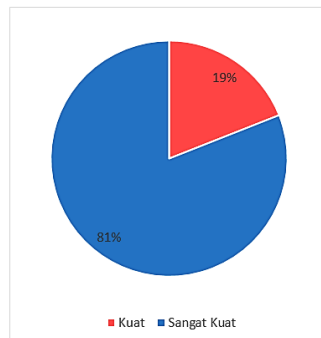
2) Uji *Mann Whitney*

Tabel 2. Uji *Mann Whitney* Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Data N-Gain	Uji <i>Mann Whitney</i>	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	Ket.
	0,000	Signifikan

Tabel 2 menunjukkan hasil Uji beda *Mann Whitney* dari data N-Gain diketahui nilai Asymp. Sig. (2-tailed) sebesar 0,000 yang berarti bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa yang signifikan antara kelas eksperimen yang menerapkan E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* dengan kelas kontrol yang tidak menerapkan E-LKPD berbasis *Problem Based Learning*. Perbedaan tersebut menunjukkan nilai rata-rata *posttest* kelas eksperimen lebih tinggi dari nilai rata-rata *posttest* kelas kontrol dari rata-rata N-Gain kelas kontrol. Hal ini sejalan dengan penelitian Munika (2021) bahwa E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* disertai kuis interaktif, layak dan efektif serta dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Hasil rekapitulasi data penilaian sikap siswa terhadap E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* yang diperoleh dari lembar penilaian angket dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik rekapitulasi respon siswa

Berdasarkan diagram pada Gambar 11 diatas dapat diketahui bahwa respon dari 36 siswa terhadap E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* adalah 81% (sangat kuat) dan 15% (kuat), sedangkan respon lemah dan sangat lemah sebesar 0%. Artinya respon siswa terhadap E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* adalah sangat kuat. Hal ini terbukti dari banyaknya siswa yang termasuk kedalam interpretasi sangat kuat yaitu 81%. Kriteria interpretasi dapat dilihat pada teknik pengumpulan data. Rata-rata respon siswa dari 20 pernyataan angket tersebut adalah 84% yang artinya respon siswa terhadap E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* adalah sangat kuat. Hal ini sejalan juga dengan penelitian Anwar & Jurotun (2019) menunjukkan bahwa respon siswa sangat positif dengan presentase sebesar 80,99%. Hal ini sejalan juga dengan penelitian Gabriella, et. al (2021) bahwa hasil anggapan peserta didik terhadap E-LKPD mendapatkan kategori kuat dengan persentase sebesar 80,3%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan peningkatan aktivitas siswa yang menggunakan E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* dan siswa yang tidak menggunakan E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* yang ditandai dengan perolehan presentase aktivitas siswa di setiap pertemuan selalu mengalami peningkatan. Terdapat perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol yang ditandai dengan diperolehnya nilai signifikansi N-Gain berdasarkan uji *Mann Whitney* sebesar 0,000 yang berarti H_0 ditolak dan H_a diterima yang berarti bahwa E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* efektif terhadap keterampilan berpikir kritis siswa. Respon siswa terhadap E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* menghasilkan respon yang sangat baik dan mencapai kriteria sangat kuat, dengan hal ini siswa memberikan respon positif dan termotivasi dalam pembelajaran yang menggunakan E-LKPD berbasis *Problem Based Learning*.

DAFTAR PUSTAKA

- Aidoo, B. (2023). Teacher educators' experience adopting problem-based learning in science education. *Education Sciences*, 13(11), 1113. <https://doi.org/10.3390/educsci13111113>
- Ardiansah, R., & Zulfiani, Z. (2023). Development of interactive e-LKPD based on creative thinking skills on the concept of environmental change. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 9(2), 179–197. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v9i2.22389>
- Barratt, M. J., Ferris, J. A., & Lenton, S. (2015). Hidden populations, online purposive sampling, and external validity: Taking off the blindfold. *Field Methods*, 27(1), 3–21. <https://doi.org/10.1177/1525822X14526838>
- Cartono, C. (2023). Revitalizing biology learning: Innovation and challenges in the digital era. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 2(01), 64–70. <https://doi.org/10.58471/ju-pendi.v2i01.375>
- Chaijaroen, S., Kanjug, I., Samat, C., & Wonganu, P. (2020). Outcomes of problem-solving using constructivist learning environment to enhance learners' problem solving. In T.-C. Huang et al. (Eds.), *Innovative technologies and learning* (Vol. 12555). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-63885-6_64
- Chaniago, O. A. A. B., Maulina, D., Wiono, W. J., & Hernawati, D. (2022). Junior high school students' critical thinking ability in biology learning through liveworksheet e-LKPD based on scientific approach. *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*, 13(2), 173–182. <https://doi.org/10.24042/biosfer.v13i2.13381>
- Damayanti, A. E., & Kuswanto, H. (2020). The use of android-assisted comics to enhance students' critical thinking skill. *Journal of Physics: Conference Series*, 1440(1), 012039. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012039>
- Everett, A. C., Anderson, O. S., Wright, M. C., & Fontana, M. (2018). Longitudinal assessment of critical thinking skills across a dental curriculum. *Journal of Dental Education*, 82(9), 921–928. <https://doi.org/10.21815/JDE.018.088>
- Flannelly, K. J., Flannelly, L. T., & Jankowski, K. R. B. (2018). Threats to the internal validity of experimental and quasi-experimental research in healthcare. *Journal of Health Care Chaplaincy*, 24(3), 107–130. <https://doi.org/10.1080/08854726.2017.1421019>

- Galiani, S., McEwan, P. J., & Quistorff, B. (2017). External and internal validity of a geographic quasi-experiment embedded in a cluster-randomized experiment. In *Research in economics* (Vol. 38, pp. 1–26). Emerald Publishing. <https://doi.org/10.1108/S0731-905320170000038009>
- Gusti, U. A., Azzahra, W., & Widodo, A. (2023). Biology learning innovation in environmental change materials: Approach and method. *Bioeducation Journal*, 7(1), 10–18. <https://doi.org/10.24036/bioedu.v7i1.443>
- Istiqomah, N., & Aminatun, T. (2025). Developing interactive worksheet with PBL model to improve students' critical thinking skills and scientific attitudes. *Research and Development in Education (RaDEn)*, 5(2), 1120–1133. <https://doi.org/10.22219/raden.v5i2.40760>
- Kustyarini, K., Utami, S., & Koesmijati, E. (2020). The importance of interactive learning media in a new civilization era. *European Journal of Open Education and E-Learning Studies*, 5(2). <http://dx.doi.org/10.46827/ejoe.v5i2.3298>
- Maulana, I., Harahap, R. D., & Safitri, I. (2022). Use of learning media through technology for biology education students. *BIO-INOVED: Jurnal Biologi-Inovasi Pendidikan*, 4(3), 282–290. <https://doi.org/10.20527/bino.v4i3.13418>
- Menggo, S., Ndiung, S., & Midun, H. (2022). Integrating 21st-century skills in English material development: What do college students really need? *Englisia: Journal of Language, Education, and Humanities*, 9(2), 165–186. <https://doi.org/10.22373/ej.v9i2.10889>
- Momani, M. A. K. A., Alharahasheh, K. A., & Alqudah, M. (2023). Digital learning in sciences education: A literature review. *Cogent Education*, 10(2), 2277007. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2277007>
- Nursidin, N., Rusman, R., & Dewi, L. (2022). Effectiveness of environment-based biology instructional model to improve students' critical thinking skills in high school. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Education and Technology (ICETECH 2021)* (pp. 278–284). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.220103.041>
- Özüdoğru, G. (2021). Digital storytelling in education from teachers' perspectives. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 10(2), 445–454. <https://doi.org/10.14686/buefad.888658>
- Park, H., Khan, S., & Petrina, S. (2009). ICT in science education: A quasi-experimental study of achievement, attitudes toward science, and career aspirations of Korean middle school students. *International Journal of Science Education*, 31(8), 993–1012. <https://doi.org/10.1080/09500690701787891>
- Penuel, W. R., Turner, M. L., Jacobs, J. K., Van Horne, K., & Sumner, T. (2019). Developing tasks to assess phenomenon-based science learning: Challenges and lessons learned from building proximal transfer tasks. *Science Education*, 103(6), 1367–1395. <https://doi.org/10.1002/sce.21544>
- Puig, B., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2022). *Critical thinking in biology and environmental education*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-92006-7>
- Raes, A., Detienne, L., Windey, I., & others. (2020). A systematic literature review on synchronous hybrid learning: Gaps identified. *Learning Environments Research*, 23, 269–290. <https://doi.org/10.1007/s10984-019-09303-z>
- Reddy, P., Chaudhary, K., & Hussein, S. (2023). A digital literacy model to narrow the digital literacy skills gap. *Heliyon*, 9(4). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14878>

- Ulinuha, M., & Indartono, S. (2019). Teacher readiness level facing technology demands, pedagogical skills and development of school culture in the 21st century. In *Proceedings of the First International Conference on Progressive Civil Society (ICONPROCS 2019)* (pp. 75–78). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/iconprocs-19.2019.15>
- Vasiliou, C., Ioannou, A., & Zaphiris, P. (2013). Technology enhanced PBL in HCI education: A case study. In *Human-computer interaction – INTERACT 2013* (Vol. 8120). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-40498-6_56