

IMPLEMENTASI *LEARNING CYCLE 5E* BERBANTUAN PHET TERHADAP PENINGKATAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS MATERI EFEK RUMAH KACA

Erina Anggraeni Putri*, Wahono Widodo

Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

*Corresponding author: erinaanggraeni.21004@mhs.unesa.ac.id

Abstrak: Penelitian ini dilatarbelakangi oleh keterampilan berpikir kritis peserta didik yang masih rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan peningkatan keterampilan berpikir kritis, keterlaksanaan pembelajaran, dan respons peserta didik setelah mengikuti pembelajaran *Learning Cycle 5E* berbantuan PhET. Penelitian dilakukan menggunakan metode deskriptif kuantitatif yaitu dengan rancangan *Nonequivalent Control Group design*. Subjek penelitian ini yakni peserta didik kelas IX-B dan IX-K yang masing-masing berjumlah 30 pada salah satu SMPN di Surabaya. Teknik pengumpulan data yaitu menggunakan tes, observasi, dan angket respons, serta instrumen penelitian ini adalah soal tes keterampilan berpikir kritis, lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, dan angket respons. Data dianalisis menggunakan persentase, uji beda rerata, dan N-gain. Berdasarkan penelitian diperoleh bahwa terdapat perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik antara kelas eksperimen dan kontrol dengan N-gain lebih tinggi pada kelas eksperimen. Hasil *posttest* juga lebih tinggi daripada *pretest* pada kelas eksperimen. Rata-rata keterlaksanaan pembelajaran pada pertemuan pertama dan kedua diperoleh penilaian dengan kategori sangat baik serta hasil respons peserta didik juga sangat positif. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa *Learning Cycle 5E* berbantuan PhET dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi efek rumah kaca.

Kata Kunci: *Learning Cycle 5E*, Keterampilan Berpikir Kritis, Efek Rumah Kaca.

Abstract: This research was motivated by the low critical thinking skills of students. This research aims to describe the improvement of critical thinking skills, learning implementation, and students' responses after participating in *Learning Cycle 5E* learning assisted by PhET. The research was conducted using a quantitative descriptive method, with a *Nonequivalent Control Group design*. The subjects of this research are students in grades IX-B and IX-K, each of which amounted to 30 at one of the junior high schools in Surabaya. Data collection techniques were using tests, observations, and response questionnaires, and the instruments of this research were critical thinking skills test questions, learning implementation observation sheets, and response questionnaires. The data were analyzed using percentage, mean difference test, and N-gain. Based on the research, it was found that there was a difference in improving students' critical thinking skills between the experimental and control classes with a higher N-gain in the experimental class. The *posttest* results were also higher than the *pretest* in the experimental class. The average implementation of learning in the first and second meetings obtained an assessment with a very good category and the results of students' responses were also very positive. Based on the results of the study, it can be concluded that *Learning Cycle 5E* assisted by PhET can improve students' critical thinking skills on greenhouse effect material.

Keywords: *Learning Cycle 5E*, Critical Thinking Skills, Greenhouse Effect.

PENDAHULUAN

Pendidikan memiliki peranan yang krusial dalam menentukan masa depan setiap individu dan kemajuan suatu bangsa. Kemajuan tersebut dapat tercapai melalui pengembangan pendidikan

yang perlu mendorong inovasi dan memanfaatkan potensi yang relevan (Sari & Wahyuni, 2022). Konsep ini tercermin dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional yang menekankan pentingnya mengembangkan potensi melalui pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) (Depdiknas, 2003).

Pesatnya perkembangan pendidikan di dunia saat ini, sehingga menekankan kebutuhan bagi setiap individu untuk memiliki sejumlah keterampilan yang relevan dengan tuntutan abad ke-21. Berdasarkan laporan dari *World Economic Forum* (2016), terdapat empat keterampilan utama yang diperlukan oleh peserta didik pada abad ke-21, yaitu berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi (World Economic Forum, 2016). Berdasarkan PP No. 57 tahun 2021, dalam kerangka pendidikan formal, mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) menjadi salah satu komponen kurikulum di lembaga pendidikan untuk memenuhi capaian pembelajaran lulusan, yaitu meliputi penguatan karakter, literasi, dan numerasi (BPK, 2021).

Kemdikbudristek mendorong visi pendidikan di Indonesia terkait terwujudnya keterampilan berpikir kritis yang dipertegas dalam struktur kurikulum pembelajaran dengan karakteristik kurikulum merdeka yaitu melalui terciptanya P5 (Projek Penguatan Profil Pelajar Pancasila). Pada P5 terdapat 6 dimensi yang salah satu diantaranya adalah berpikir kritis atau bernalar kritis (Kemdikbud, 2020). Dalam perwujudannya, berpikir kritis sendiri memiliki capaian pembelajaran yang terdiri dari beberapa elemen yaitu memperoleh dan memproses informasi dan gagasan, menganalisis dan mengevaluasi penalaran dan prosedurnya, serta refleksi pemikiran dan proses berpikir (BSKAP, 2022).

Pembelajaran IPA berperan penting dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis, dimana mampu memupuk sikap ilmiah melalui pengalaman belajar dalam mencapai tujuan pembelajaran (Sari & Wahyuni, 2022). Keterampilan berpikir kritis dalam pembelajaran IPA, secara khusus, dianggap sebagai dasar yang sangat penting bagi peserta didik dalam pemecahan masalah, pengambilan keputusan, dan individu yang selalu siap untuk terus belajar. Melalui pembelajaran IPA akan menuntun keterampilan peserta didik dalam merumuskan hipotesis, yang akan merangsang perkembangan berpikir lebih tinggi melalui eksperimen dengan mengamati dari pengalaman langsung dan pengalaman tak langsung (Norrizqa, 2021).

Efek Rumah Kaca (ERK) yaitu suatu bagian dari materi IPA pada capaian pembelajaran IPA fase D khususnya dengan berfokus pada bab perubahan iklim, dimana hal ini akan berdampak pada pemanasan global sehingga menyebabkan efek rumah kaca. Emisi gas rumah kaca yang menyelimuti bumi dan memerangkap panas matahari, menyebabkan pemanasan global dan perubahan iklim sehingga akan menciptakan efek rumah kaca (Sriwulan, 2023). Fokus utama dari materi ini adalah pada fenomena alam yang memiliki dampak nyata dalam kehidupan sehari-hari, seperti efek rumah kaca. Esensi dari pembelajaran tentang efek rumah kaca terletak pada pertanyaan yang mendorong peserta didik untuk menganalisis dan merespons permasalahan, sehingga dapat melatih keterampilan berpikir kritis mereka (Putri et al., 2023).

Keterampilan berpikir kritis adalah suatu proses berpikir tingkat tinggi yang melibatkan analisis dan evaluasi informasi dengan tujuan yaitu untuk memperoleh pemahaman yang mendalam dan menguji keyakinan atas kebenaran informasi tersebut, serta mengambil keputusan yang benar (Kuba et al., 2020). Menurut Fisher, berpikir kritis adalah kemampuan yang cermat dan aktif dalam mengarahkan dan mengevaluasi tindakan, meliputi observasi, komunikasi, informasi, serta argumen (Fisher, 2009). Adapun indikator keterampilan berpikir kritis diantaranya yakni klarifikasi secara mendasar, membangun keterampilan dasar, inferensi, klarifikasi lebih lanjut, serta merancang strategi dan taktik yang terdiri dari sejumlah sub-indikator (Ennis, 2011).

Data hasil survei PISA (*Programme for International Student Assessment*) oleh OECD tahun 2022, menempatkan Indonesia pada peringkat ke-65 dalam kategori sains dengan skor 383 (OECD, 2023). Skor tersebut masih jauh dari skor rata-rata yang diajukan oleh OECD. Hal tersebut mencerminkan bahwa dalam bidang sains, kemampuan peserta didik Indonesia masih rendah dibandingkan negara berkembang lainnya. Artinya, sistem pendidikan di Indonesia masih belum berhasil sepenuhnya dalam memaksimalkan sumber daya untuk mengembangkan literasi sains,

yang pada akhirnya mempengaruhi keterampilan berpikir kritis peserta didik yang sangat rendah (Solichah & Sari, 2023).

Kualitas pendidikan pada sekolah tertentu masih berada pada taraf yang rendah, disebabkan karena penyampaian materi oleh guru masih bersifat *teacher centered*, yang mengakibatkan kurangnya latihan peserta didik dalam berpikir kritis (Solichah & Sari, 2023). Harapannya pembelajaran mendorong peserta didik secara aktif terlibat dalam pembelajaran sehingga pembelajaran dapat bersifat *student centered*. Selain itu, guru sebagai fasilitator harapannya dapat memaksimalkan proses belajar mengajar menggunakan model pembelajaran yang efektif agar menciptakan ketertarikan belajar yang kuat pada peserta didik (Parawangsa & Budiyanto, 2022).

Berdasarkan hasil pra-penelitian yang telah dilakukan di salah satu SMPN Surabaya menggunakan tes keterampilan berpikir kritis materi efek rumah kaca. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis masih tergolong sangat kurang hingga cukup pada beberapa indikator yaitu klarifikasi secara mendasar (27,59%), membangun keterampilan dasar (82,76%), inferensi (6,90%), klarifikasi lebih lanjut (6,90%), serta merancang strategi dan taktik (44,82%). Berdasarkan angket dan wawancara terbatas dengan salah satu guru IPA menyatakan bahwa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) masih cenderung memberikan instruksi yang kurang mendetail, sehingga menyebabkan kurangnya keterampilan peserta didik dalam melakukan analisis data, mempresentasikan, serta merepresentasikan data dengan konsep. Berdasarkan fakta tersebut maka diperlukan model dan media pembelajaran yang tepat guna meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik, salah satunya dengan menerapkan model *Learning Cycle 5E*.

Peserta didik dapat diajar melalui pendekatan konstruktivistik dengan model *Learning Cycle 5E* yang memberikan peserta didik kebebasan berperan aktif dalam mengeksplorasi dan memahami informasi yang kompleks selama proses pembelajaran (Bybee et al., 2006). *Learning Cycle 5E* mengintegrasikan 5 tahapan yakni *engagement*, *exploration*, *explanation*, *elaboration*, dan *evaluation* dimana penerapannya berdasarkan pada kegiatan inkuiri, sehingga memungkinkan peserta didik untuk menemukan dan mengatasi masalah secara berurutan, mendalam, autentik, serta investigatif (Handayani, 2017). Model pembelajaran ini tepat diterapkan dalam materi efek rumah kaca, karena dapat mendorong peserta didik untuk dapat berpikir kritis, menyajikan argumen dengan bukti, justifikasi, dan penjelasan praktis, sesuai dengan tahapan *Learning Cycle 5E* (Cross et al., 2008).

PhET adalah media pembelajaran interaktif berupa simulasi menarik dan didasarkan pada praktikum (Saputra et al., 2019). PhET sangat mendukung model *Learning Cycle 5E* ini, terutama dalam tahap *explore* dan *explain*. Penggunaan media PhET juga merupakan pendekatan kognitif, dimana dalam tahap tersebut peserta didik akan bekerja dalam kelompok kecil untuk melakukan suatu eksperimen sesuai petunjuk pada LKPD kemudian menganalisis hasil temuannya dari tahap sebelumnya.

Penelitian yang relevan diantaranya juga telah mengungkapkan bahwa penggunaan model *Learning Cycle 5E* secara signifikan dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik (Solichah & Sari, 2023). Penelitian lain juga mengungkapkan bahwa simulasi virtual berbantuan PhET secara efektif dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik (Ardisa et al., 2022). Kemudian penelitian yang mengungkapkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan penerapan model *Learning Cycle 5E* dengan bantuan simulasi virtual PhET terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik (Purfiyansyah et al., 2023). Namun, masih ada *gap*, yaitu pemusatan pembelajaran cenderung *teacher centered* mengakibatkan peserta didik cenderung kurang aktif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis mereka. Selain itu, LKPD belum sepenuhnya dipahami oleh peserta didik. Berdasarkan hal tersebut menunjukkan beberapa hasil yang inkonsistensi, maka pada penelitian ini, peneliti akan menggunakan perangkat yang lebih berorientasi pada Model *Learning Cycle 5E* dengan bantuan PhET dan dilakukan pada materi efek rumah kaca yang tentunya berbeda dengan penelitian sebelumnya.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti menggunakan model *Learning Cycle 5E* berbantuan PhET dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Dengan demikian penelitian

ini bertujuan untuk mendeskripsikan peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik dengan menerapkan *Learning Cycle 5E* berbantuan PhET pada materi efek rumah kaca, keterlaksanaan pembelajaran, dan respons peserta didik terhadap pembelajaran.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada salah satu SMPN di Surabaya, menggunakan data *pretest-posttest*. Pendekatan yang digunakan yaitu deskriptif kuantitatif dengan metode eksperimen berupa *Nonequivalent Control Group Design*. Sampel penelitian ini adalah peserta didik kelas IX-B dan IX-K yang masing-masing berjumlah 30. Teknik pengumpulan data menggunakan tes, observasi, dan angket. Instrumen yang digunakan meliputi tes keterampilan berpikir kritis, lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, dan angket respons peserta didik. Adapun analisis data yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Penulisan sub-bagian

Perbedaan keterampilan berpikir kritis antara *pretest* dan *posttest* pada masing-masing kelas eksperimen dan kontrol dapat dilihat dari hasil uji beda rerata berupa uji t berpasangan, kemudian peningkatannya dapat dilihat dari skor N-gain. Skor N-gain ternormalisasi memiliki rentang $0,0 < <g> \leq 0,3$ (rendah), $0,3 \leq <g> \leq 0,7$ (sedang), dan $0,7 < <g> \leq 1,00$ (tinggi) (Hake, 1999). Perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis antara kelas eksperimen dan kontrol dapat dilihat dari uji beda rerata berupa uji t-*Independent*, sedangkan peningkatannya dapat dilihat dari skor N-gain. Rata-rata skor keterampilan berpikir kritis pada masing-masing kelas juga dikategorikan ke dalam kategori berpikir kritis.

2. Analisis Keterlaksanaan Pembelajaran

Keterlaksanaan pembelajaran diperoleh melalui perhitungan rata-rata persentase skor setiap fase yang sesuai dengan lembar observasi yang telah dibuat serta dikategorikan, dimana penskorannya menggunakan skala *Guttman* (ya-tidak) dengan Ya skor satu dan Tidak skor nol (Sugiyono, 2013).

3. Analisis Angket Respons Peserta Didik

Respons peserta didik terhadap pembelajaran dengan model *Learning Cycle 5E* berbantuan PhET pada materi efek rumah kaca dianalisis melalui perhitungan rata-rata persentase skor setiap aspek pernyataan yang dibuat serta dikategorikan, dimana penskorannya menggunakan skala *Likert* dengan skor satu hingga empat (Sugiyono, 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keterampilan Berpikir Kritis

Keterampilan berpikir kritis merupakan keterampilan dalam melakukan observasi, komunikasi, argumen, pengambilan keputusan, dan mengevaluasi sehingga menghasilkan suatu kesimpulan yang tepat (Fisher, 2009; Ennis, 2011; Sihotang, 2019). Pentingnya mengembangkan keterampilan berpikir kritis terhadap peserta didik dalam menjalani proses pemikiran yang sistematis dan rasional, yang diperlukan dalam menghadapi permasalahan kompleks dan situasi yang menuntut analisis mendalam (Sari & Wahyuni, 2022). Dengan demikian, peserta didik akan dapat berpartisipasi secara aktif dan memiliki kemampuan *problem solving* yang tinggi dalam proses pembelajaran (Solichah & Sari, 2023). Indikator keterampilan berpikir kritis yang digunakan dalam penelitian ini meliputi klarifikasi secara mendasar, membangun keterampilan dasar, inferensi, klarifikasi lebih lanjut, dan merancang strategi dan taktik.

Berdasarkan data yang telah diperoleh, kemudian dianalisis menggunakan uji beda rerata berupa uji t berpasangan (*Paired Sample Test*) untuk mengetahui perbedaan keterampilan berpikir kritis antara sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) dilaksanakannya pembelajaran dengan model *Learning Cycle 5E* berbantuan PhET pada kelas eksperimen serta sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) dilaksanakannya pembelajaran tanpa *Learning Cycle 5E* pada kelas kontrol. Sebelum uji t terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat yaitu uji normalitas menggunakan *software SPSS Statistics 27*. Hasil uji normalitas dan uji t berpasangan data *pretest* dan *posttest* pada kedua kelas dapat dilihat pada Tabel 1. dan Tabel 2. berikut.

Tabel 1. Hasil Uji Normalitas Data *Pretest* dan *Posttest* pada Kelas Eksperimen dan Kontrol

<i>Test of Normality</i>				
Kelas	Tes	<i>Shapiro Wilk</i>		
		<i>Statistic</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i>
Eksperimen	<i>Pretest</i>	0,937	30	0,061
	<i>Posttest</i>	0,940	30	0,054
Kontrol	<i>Pretest</i>	0,933	30	0,078
	<i>Posttest</i>	0,932	30	0,092

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui sebaran data berdistribusi normal atau tidak dengan uji *Shapiro-Wilk* karena data berjumlah kurang dari 50. Berdasarkan Tabel 1. di atas menunjukkan bahwa nilai signifikansi *pretest-posttest* kelas eksperimen dan kontrol (*Sig.*) > α (0,05), maka data berdistribusi normal sehingga analisis selanjutnya dapat dilanjutkan menggunakan *Paired Sample Test*.

Tabel 2. Hasil Uji *Paired Sample Test* Data *Pretest* dan *Posttest* pada Kelas Eksperimen dan Kontrol

<i>Paired Differences</i>			
Pair	<i>Mean</i>	<i>df</i>	<i>Sig. (2-tailed)</i>
Pair 1 <i>Pretest</i> Eksperimen- <i>Posttest</i> Eksperimen	-13,933	29	< 0,001
Pair 2 <i>Pretest</i> Kontrol- <i>Posttest</i> Kontrol	-8,167	29	< 0,001

Berdasarkan Tabel 2. di atas menunjukkan bahwa nilai signifikansi baik di kelas eksperimen maupun kontrol sebesar *Sig. (2-tailed)* < 0,001 yang artinya kurang dari 0,05 sehingga dapat dinyatakan bahwa terdapat perbedaan antara hasil nilai *pretest* dan *posttest* pada kelas eksperimen yang diterapkan pembelajaran dengan model *Learning Cycle 5E* dan kontrol yang tanpa diterapkan pembelajaran dengan model *Learning Cycle 5E*.

Peningkatan keterampilan berpikir kritis setiap indikatornya dapat dilihat dari skor N-gain antara *pretest* dan *posttest* pada kelas eksperimen dan kontrol. Hasil analisis skor N-gain setiap indikator pada kelas eksperimen dan kontrol dapat dilihat pada Tabel 3. berikut.

Tabel 3. Hasil N-gain tiap Indikator Keterampilan Berpikir Kritis Kelas Eksperimen dan Kontrol

Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Kelas Eksperimen		Kelas Kontrol	
	Skor N-gain	Kategori	Skor N-gain	Kategori
Klarifikasi secara Mendasar	0,47	Sedang	0,12	Rendah
Membangun Keterampilan Dasar Inferensi	0,44	Sedang	0,14	Rendah
Klarifikasi Lebih Lanjut	0,53	Sedang	0,23	Rendah
Merancang Strategi dan Taktik	0,42	Sedang	0,20	Rendah
Rata-Rata	0,49	Sedang	0,14	Rendah
N-gain Maksimum	0,58		0,23	
N-gain Minimum	0,42		0,04	

Berdasarkan Tabel 3. menunjukkan bahwa pada kelas eksperimen, diperoleh hasil skor N-gain setiap indikator keterampilan berpikir kritis yaitu pada indikator klarifikasi secara mendasar 0,47, membangun keterampilan dasar 0,44, inferensi 0,53, klarifikasi lebih lanjut 0,42, serta merancang strategi dan taktik sebesar 0,58 dengan kategori sedang pada semua indikator. Skor rata-rata N-gain secara keseluruhan adalah sebesar 0,49 kategori sedang. Adapun pada kelas kontrol, diperoleh hasil skor N-gain setiap indikator keterampilan berpikir kritis yaitu pada indikator klarifikasi secara mendasar adalah 0,12, membangun keterampilan dasar 0,14, inferensi

0,23, klarifikasi lebih lanjut 0,20, serta merancang strategi dan taktik 0,12 dengan kategori rendah pada semua indikator. Skor rata-rata N-gain secara keseluruhan adalah sebesar 0,14 kategori rendah.

Hasil analisis N-gain menunjukkan bahwa terjadi peningkatan rata-rata nilai dari *pretest* ke *posttest* pada kelas eksperimen yang ditunjukkan dengan skor N-gain sebesar 0,49 kategori sedang, sedangkan pada kelas kontrol sebesar 0,14 kategori rendah. Hal tersebut sesuai dengan penelitian oleh Solichah & Sari, (2023) yang menyatakan bahwa peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik merupakan hasil dari penerapan model pembelajaran *Learning Cycle 5E*, dimana setiap tahapan dalam model ini disusun untuk melatih dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Model *Learning Cycle 5E* mampu mengoptimalkan keterlibatan peserta didik dalam proses belajar mengajar, sehingga mereka berpartisipasi aktif dalam memperoleh pengetahuan melalui berbagai kegiatan yang mendorong mereka menemukan konsep secara mandiri. Keaktifan ini dapat berdampak pada peningkatan keterampilan berpikir kritis (Latifa et al., 2017). Dengan demikian, dapat dinyatakan bahwa penerapan model *Learning Cycle 5E* berpengaruh positif yang ditunjukkan oleh adanya peningkatan pada hasil keterampilan berpikir kritis sebelum dan sesudah diberi perlakuan.

Skor N-gain setiap indikator pada penelitian ini belum mencapai kategori tinggi, yaitu baru di tahap sedang, hal ini dikarenakan perlunya penyesuaian dalam melatih indikator keterampilan berpikir kritis dengan model pembelajaran yang baru bagi peserta didik, sehingga menjadi terbiasa. Hal ini didukung oleh teori konstruktivisme Piaget yang mengungkapkan bahwa proses belajar itu melibatkan perkembangan aspek kognitif salah satunya yaitu fungsi yang merupakan proses intelektual yang melibatkan adaptasi dan organisasi (Shoimin, 2014). Dimana kemajuan pikiran setiap individu bervariasi tergantung pada jumlah dan kualitas informasi yang diterima (Ariyani & Wahyuni, 2020).

Berdasarkan hasil analisis data pada Tabel 3. menunjukkan bahwa pada kelas eksperimen, indikator keterampilan berpikir kritis yang memperoleh N-gain tertinggi yaitu merancang strategi dan taktik yaitu sebesar 0,58 pada kategori sedang. Hal ini terjadi karena indikator merancang strategi dan taktik dilatihkan pada fase *elaboration* dan *evaluation* sehingga keterampilannya sudah terlatih. Pada fase ini peserta didik diberikan pertanyaan diskusi dan tindak lanjut mengenai solusi yang dapat dilakukan untuk dapat mencegah dan mengatasi efek rumah kaca dalam kehidupan sehari-hari di lingkungan sekolah sebagai seorang pelajar. Hal ini sesuai dengan penelitian yang menyatakan bahwa peserta didik dapat meningkatkan keterampilan merancang strategi dan taktik apabila mereka dilatih melalui berbagai aktivitas hingga mampu menentukan tindakan yang tepat untuk menyelesaikan suatu permasalahan (Oktaviani & Purnomo 2024). Penelitian lain juga menyatakan bahwa setelah melewati tahap-tahap sebelumnya, peserta didik dapat mengalami keseimbangan, dimana mereka dapat dikatakan telah membangun pengetahuannya mengenai konsep yang dipelajari (Miarti et al., 2021).

Berdasarkan hasil analisis data pada Tabel 3. Juga menunjukkan bahwa pada kelas eksperimen, indikator keterampilan berpikir kritis yang memperoleh N-gain terendah yaitu klarifikasi lebih lanjut yaitu sebesar 0,42 pada kategori sedang. Pada pembelajaran *Learning Cycle 5E* peserta didik memberikan penjelasan lebih lanjut dari informasi yang didapatkan dari kegiatan *exploration*, dengan contoh yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari, akan tetapi kurangnya pengetahuan dan pemahaman konsep yang terbatas dapat menghambat perkembangan keterampilan berpikir kritis peserta didik (Miswari et al., 2020). Hal ini karena diperlukan pemahaman yang mendalam dan penerapan yang kompleks pada indikator klarifikasi lebih lanjut, yang belum sepenuhnya dimiliki oleh peserta didik (Riasty & Sari, 2024). Selain itu, teori konstruktivisme dalam pembelajaran yang dikemukakan oleh Vygotsky menekankan pentingnya latihan dan pemahaman lebih lanjut melalui interaksi aktif individu dengan lingkungan belajarnya untuk meningkatkan keterampilan tersebut (Baharuddin & Wahyuni, 2008).

Berdasarkan skor N-gain yang telah diperoleh kemudian dilakukan uji beda rerata berupa uji *t-Independent* untuk menganalisis perbedaan peningkatan (N-gain) keterampilan berpikir kritis antara kelas eksperimen yang diajar dengan menerapkan model *Learning Cycle 5E* berbantuan PhET dibandingkan kelas kontrol yang tidak diajar dengan menerapkan model *Learning Cycle 5E*.

Sebelum uji t terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat yakni uji normalitas dan homogenitas menggunakan *software SPSS Statistics 27*. Hasil uji normalitas dilihat pada Tabel 4. berikut.

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas Data N-gain kelas Eksperimen dan Kontrol

<i>Test of Normality</i>				
Data	Kelas	<i>Shapiro Wilk</i>		
		<i>Statistic</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i>
Skor N-gain Keterampilan Berpikir Kritis	Eksperimen	0,842	30	0,007
	Kontrol	0,897	30	<0,001

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui sebaran data berdistribusi normal atau tidak dengan uji *Shapiro-Wilk* karena data berjumlah kurang dari 50. Berdasarkan Tabel 4. di atas menunjukkan bahwa nilai signifikansi N-gain kelas eksperimen dan kontrol (*Sig.*) < α (0,05), maka data tidak berdistribusi normal sehingga analisis selanjutnya tidak dapat dilanjutkan dengan uji homogenitas dan uji Independent Sample Test, alternatifnya yaitu menggunakan statistik nonparametrik yakni *Mann-Whitney*. Hasil uji *Mann-Whitney* dapat dilihat pada Tabel 5. berikut.

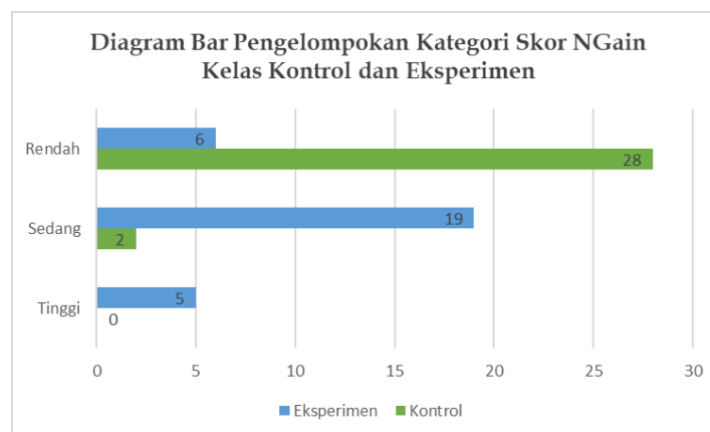
Tabel 5. Hasil Uji *Mann-Whitney* Data N-gain Kelas Eksperimen dan Kontrol

Data	<i>Test Statistics^a</i>			
	<i>Mann-Whitney U</i>	<i>Wilcoxon W</i>	<i>Z</i>	<i>Asymp Sig. (2-tailed)</i>
N-gain Keterampilan Berpikir Kritis Kelas Eksperimen dan Kontrol	80,500	545,500	-5,476	< 0,001

Berdasarkan Tabel 5. di atas menunjukkan bahwa nilai signifikansi skor N-gain sebesar *Asymp Sig. (2-tailed)* < 0,001 yaitu kurang dari 0,05 sehingga dapat dinyatakan bahwa terdapat perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis (N-gain) kelas eksperimen dan kontrol. Hasil ini selaras dengan penelitian oleh Asriyadin et al. (2016), yang menghasilkan bahwa adanya perbedaan yang signifikan dalam pengetahuan antara peserta didik yang diajar menggunakan model *Learning Cycle 5E* dan peserta didik yang menerima pembelajaran dengan metode konvensional. Artinya, peningkatan keterampilan berpikir kritis pada kelas eksperimen yang diterapkan model *Learning Cycle 5E* lebih tinggi daripada kelas kontrol yang tanpa diterapkan model *Learning Cycle 5E*. Hal ini ditunjukkan oleh skor N-gain kelas eksperimen sebesar 0,49 dimana lebih tinggi dari N-gain kelas kontrol yang hanya sebesar 0,14 yang dapat dilihat pada Tabel 3. Hal tersebut sesuai dengan yang diungkapkan oleh Budprom et al (2010), yang menyatakan bahwa secara keseluruhan, keterampilan berpikir kritis peserta didik yang diajar menggunakan model *Learning Cycle 5E* lebih tinggi dibandingkan dengan peserta didik yang mendapatkan pembelajaran melalui arahan langsung dari guru. Pembelajaran dengan *Learning Cycle 5E* dengan simulasi PhET kelas eksperimen lebih efektif karena peserta didik dapat berperan aktif, berdiskusi, melakukan percobaan, mempresentasikan, dan bertanya sehingga keterampilan berpikir kritisnya akan terlatih (Purfiyansyah et al., 2023). Berdasarkan hal tersebut dapat dinyatakan bahwa penerapan model *Learning Cycle 5E* berpengaruh positif yaitu keterampilan berpikir kritis peserta didik di kelas yang diterapkan model *Learning Cycle 5E* lebih baik daripada yang tanpa diterapkan model *Learning Cycle 5E*.

Berikut disajikan diagram bar yang menggambarkan persentase jumlah peserta didik yang memperoleh N-gain rendah, sedang, dan tinggi pada kelas eksperimen dan kontrol. Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa pada kelas eksperimen, terdapat 5 peserta didik yang memperoleh N-gain kategori tinggi, 19 peserta didik kategori sedang, dan 6 peserta didik kategori tinggi. Pada kelas kontrol tidak ada peserta didik yang memperoleh N-gain kategori tinggi, 7 peserta didik kategori sedang, dan 28 peserta didik kategori rendah. Menurut Sadia (2014), berdasarkan tahapan model *Learning Cycle 5E* tersebut, dapat mempengaruhi cara berpikir peserta didik melalui eksplorasi materi, merancang konsep, serta mengembangkan konsep dari situasi yang berbeda oleh

dirinya sendiri dengan demikian peserta didik dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritisnya. Jika merujuk pada teori belajar kognitif, peserta didik akan mengolah informasi dan materi pembelajaran dengan cara mengatur serta menyimpan pengetahuan yang diperolehnya (Wahab & Rosnawati, 2021). Akan tetapi seperti yang diketahui bahwa pembelajaran IPA di kelas IX K (kontrol) ini masih berpusat pada guru (*teacher centered*) sehingga peserta didik hanya menerapkan sistem menghafal tanpa memahami konsep materi yang ada. Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan oleh Kuba et al. (2020), bahwa dalam pembelajaran yang masih menerapkan metode konvensional, fokus peserta didik menjadi terbatas, dan mereka cenderung kurang terlibat secara aktif dalam mengasah serta mengembangkan keterampilan berpikir maupun kepribadiannya.



Gambar 1. Diagram Bar Kategori N-Gain Kelas Eksperimen dan Kontrol
(Sumber : Dokumen pribadi)

Hasil skor tes keterampilan berpikir kritis peserta didik kemudian dirata-rata dan dikategorikan keterampilan berpikir kritisnya. Adapun hasil rata-rata skor keterampilan berpikir kritis peserta didik beserta kategorinya dapat dilihat pada Tabel 6. berikut.

Tabel 6. Data Hasil Rata-Rata Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik beserta Kategorinya.

Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Kelas Eksperimen			
	Pretest		Posttest	
	Skor	Kategori	Skor	Kategori
Klarifikasi secara Mendasar	69,64	Baik	83,93	Sangat Baik
Membangun Keterampilan Dasar	71,43	Baik	83,93	Sangat Baik
Inferensi	69,64	Baik	85,71	Sangat Baik
Klarifikasi Lebih Lanjut	71,43	Baik	83,33	Sangat Baik
Merancang Strategi dan Taktik	63,10	Baik	84,52	Sangat Baik
Rata-Rata	69,05	Baik	84,28	Sangat Baik
Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Kelas Kontrol			
	Pretest		Posttest	
	Skor	Kategori	Skor	Kategori
Klarifikasi secara Mendasar	56,67	Cukup	58,33	Cukup
Membangun Keterampilan Dasar	56,67	Cukup	61,67	Baik
Inferensi	53,33	Cukup	60	Cukup
Klarifikasi Lebih Lanjut	51,11	Cukup	62,22	Baik
Merancang Strategi dan Taktik	47,22	Cukup	57,78	Cukup
Rata-Rata	53	Cukup	60	Cukup

Berdasarkan data Tabel 6. menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik tiap indikator meningkat dari *pretest* ke *posttest* baik di kelas eksperimen maupun kontrol. Pada kelas eksperimen, menunjukkan bahwa *pretest* keseluruhan indikator memiliki rata-rata skor 69,05 berkategori baik sedangkan pada *posttest* rata-rata skornya 84,28 berkategori sangat baik. Pada

kelas kontrol menunjukkan bahwa *pretest* keseluruhan indikator memiliki rata-rata skor 53 dan *posttest* rata-rata skornya 60 dimana baik *pretest* maupun *posttest* berkategori cukup. Hal tersebut menunjukkan bahwa penerapan model *Learning Cycle 5E* dapat membantu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Hasil ini selaras dengan penelitian oleh Amaliyah, et al., (2023), yang menghasilkan bahwa perbedaan rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* antara kelas eksperimen dan kelas kontrol menunjukkan bahwa model *Learning Cycle 5E* efektif digunakan dalam melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Keterlaksanaan Pembelajaran *Learning Cycle 5E* Berbantuan PhET

Proses pembelajaran yang terjadi pada kelas eksperimen dilakukan berdasarkan skenario pembelajaran yang telah dibuat peneliti pada modul ajar dengan penerapan model *Learning Cycle 5E* berbantuan PhET. Berdasarkan modul tersebut, kegiatan pembelajaran dilakukan selama dua kali pertemuan pada materi efek rumah kaca yang diamati oleh tiga orang pengamat (observer) meliputi satu oleh guru IPA dan dua oleh mahasiswa. Selama proses pembelajaran berlangsung, pengamat memberikan penilaian sesuai dengan terlaksana atau tidaknya kegiatan yang pernyataannya telah tertuang pada lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran yang telah dibuat oleh peneliti berdasarkan skala *Guttman* (Ya/Tidak). Adapun hasil rata-rata persentase keterlaksanaan pembelajaran yang diperoleh peneliti pada setiap fase dapat dilihat pada Tabel 7. berikut.

Tabel 7. Data Hasil Rata-Rata Persentase dan Kategori Keterlaksanaan Pembelajaran Setiap Fase

No.	Fase Pembelajaran yang Diamati	Pertemuan 1			Pertemuan 2		
		P1	P2	P3	P1	P2	P3
A.	Pendahuluan	100	100	100	100	100	100
B.	Kegiatan Inti						
	Fase <i>Engagement</i> (Pembangkitan Minat)	100	100	100	100	100	100
	Fase <i>Exploration</i> (Eksplorasi)	100	100	100	100	100	100
	Fase <i>Explanation</i> (Penjelasan)	100	100	100	100	100	100
	Fase <i>Elaboration</i> (Pengembangan)	100	100	100	100	100	100
	Fase <i>Evaluation</i> (Evaluasi)	100	100	100	100	100	100
C.	Penutup	100	100	100	100	100	100
	Rata-Rata	100%			100%		
	Kategori	Sangat Baik			Sangat Baik		

Berdasarkan Tabel 7, menunjukkan bahwa data hasil keterlaksanaan pembelajaran *Learning Cycle 5E* baik pada pertemuan pertama maupun kedua diperoleh persentase 100% oleh ketiga pengamat pada keseluruhan fase pembelajaran yang diamati. Artinya, hasil persentase rata-rata keterlaksanaan kegiatan pembelajaran dengan model *Learning Cycle 5E* berbantuan PhET secara keseluruhan adalah 100% dapat terlaksana dengan kategori sangat baik, tidak ada kegiatan yang tidak terlaksana, dan sesuai dengan modul ajar. Keterlaksanaan pembelajaran yang diperlukan merupakan salah satu bagian penting dalam mencapai tujuan pembelajaran selama proses pembelajaran (Parawangsa & Budiyanto, 2022). Hal ini dikarenakan setiap kegiatan pembelajaran dalam keterlaksanaan model *Learning Cycle 5E* berperan sebagai sarana yang lebih efektif dan tepat dalam mencapai indikator keterampilan berpikir kritis (Latifa et al., 2017).

Kegiatan pembelajaran yang terlaksana berdasarkan modul ajar diawali dengan pendahuluan yang terlaksana selama 10 menit. Selanjutnya masuk ke bagian inti yang terlaksana selama 60 menit, pada inti inilah sintaks *Learning Cycle 5E* dijalankan. Pertama yaitu fase *Engagement*, peserta didik mulai berkelompok, diberikan LKPD, membaca permasalahan di kehidupan sehari-hari yang terdapat pada LKPD, diberi pertanyaan pemantik, dan menentukan rumusan masalah kemudian guru menjelaskan tujuan dan variabel percobaan, lalu peserta didik menentukan hipotesis percobaan. Menurut Kuba et al (2020), menyatakan bahwa mengajukan

pertanyaan terkait proses faktual dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan topik pembelajaran mendorong interaksi peserta didik yang lebih aktif.

Kedua fase *Exploration*, guru menginformasikan bahwa percobaannya yaitu menggunakan PhET, kemudian peserta didik memahami langkah-langkah percobaan dan mulai melakukan percobaan melalui PhET dengan dibimbing guru. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Masgumelar & Mustafa (2021), bahwa pemanfaatan teknologi modern dalam pembelajaran, baik secara online maupun offline, serta berbagai sumber belajar, dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi pemahaman peserta didik. Ketiga fase *Explanation*, peserta didik menganalisis data hasil percobaan dan menyusun kesimpulan sementara, kemudian mempresentasikannya, dan saling memberi pertanyaan dan argumen. Keempat fase *Elaboration*, peserta didik berdiskusi, mengklarifikasi materi yang belum dipahami, dan saling menanggapi.

Kelima fase *Evaluation*, peserta didik bersama guru membuat kesimpulan akhir hasil percobaan dan dikaitkan dengan hipotesis serta melakukan tindak lanjut terhadap hasil percobaan. Kegiatan pembelajaran diakhiri dengan penutup yang terlaksana selama 10 menit, yaitu peserta didik dan guru merefleksikan materi dan kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan. Hal ini menjadi salah satu bagian penting yang bertujuan untuk mengkaji kembali hasil kinerja yang telah dicapai peserta didik dan juga kekurangan yang didapatkan selama proses pembelajaran yang telah terlaksana (Nur et al., 2024). kegiatan tersebut juga akan dapat meningkatkan minat belajar pada diri peserta didik. Kemudian guru mengingatkan peserta didik untuk mempelajari materi selanjutnya dan dilanjut pemberian nasihat kepada peserta didik, lalu guru menutup pembelajaran dengan salam.

Respons Peserta Didik Terhadap Pembelajaran

Pengumpulan data respons peserta didik bertujuan untuk mengetahui respons dan umpan balik peserta didik setelah mengikuti pembelajaran dengan model *Learning Cycle 5E* berbantuan PhET pada kelas eksperimen dimana penilaiannya berdasar pada *skala likert*. Adapun hasil rata-rata persentase respons peserta didik pada setiap aspek beserta kategorinya disajikan pada Tabel 8. berikut.

Tabel 8. Hasil Rata-Rata Persentase Respons Peserta Didik pada Setiap Aspek Beserta Kategorinya

Aspek Isi Angket	Respons (%)				Rata-Rata	Kategori
	SS (1)	S (2)	TS (3)	STS (4)		
Keterbaruan pembelajaran IPA, minat belajar berkelompok, dan efektifitas praktikum.	56,67	43,33	0	0	89,17	Sangat Positif
Tahapan kegiatan Learning Cycle 5E.	57,33	38,67	0	0	88,33	Sangat Positif
Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	45,26	31,58	2,11	0	89,00	Sangat Positif
Pemahaman dengan PhET dan eksplorasi materi melalui internet.	61,67	30	8,33	0	88,00	Sangat Positif
Rata-Rata Keseluruhan					88,63	Sangat Positif

Berdasarkan Tabel 8. menunjukkan bahwa pada aspek keterbaruan pembelajaran IPA, minat belajar berkelompok, dan efektifitas praktikum, 89,17% peserta didik merespons sangat positif. Pada aspek tahapan tahapan *Learning Cycle 5E* yang dapat dengan mudah diikuti oleh peserta didik, 88,33% peserta didik merespons sangat positif. Pada aspek indikator keterampilan berpikir kritis peserta didik yang terlatih dengan model *Learning Cycle 5E*, 89% peserta didik merespons sangat positif. Pada aspek pemahaman dengan PhET dan eksplorasi materi melalui internet, 88% peserta didik merespons sangat positif. Berdasarkan analisis tersebut, dapat diperoleh rata-rata secara keseluruhan, bahwa dari 88,63% peserta didik merespons sangat positif terhadap pembelajaran dengan model *Learning Cycle 5E* berbantuan PhET ini. Hal ini selaras dengan penelitian Solichah & Sari (2023) yang mengungkapkan bahwa penggunaan model *Learning Cycle 5E* dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik SMP, yang mana didukung oleh

hasil respons positif mereka terhadap proses pembelajaran. Pembelajaran *Learning Cycle 5E* memberikan kesempatan, motivasi, dan kebebasan bagi peserta didik untuk menemukan konsep, serta mencari solusi atas permasalahan yang dihadapi. Model ini memungkinkan eksplorasi berbasis investigasi, sehingga peserta didik dapat berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran (Solichah & Sari, 2023).

Pernyataan yang berbunyi “Pembelajaran dengan model siklus ini tidak dapat membangkitkan minat saya untuk mempelajari materi IPA”. Pernyataan tersebut merupakan salah satu tolok ukur untuk mengetahui terlebih dahulu motivasi atau minat peserta didik dengan model pembelajaran tersebut. Karena motivasi atau minat peserta didik merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi efektivitas proses pembelajaran. Hal ini yang mendorong peserta didik untuk terlibat aktif serta mengatur perilaku mereka selama pembelajaran (Wahab & Rosnawati, 2021).

Pernyataan dengan persentase tertinggi yaitu sebesar 93,33%. Adapun pernyataannya berbunyi “Pembelajaran ini membuat saya tidak kesulitan dalam menjelaskan, serta memaparkan bukti, dan klarifikasi data hasil praktikum”. Hal ini dikarenakan pembelajaran ini bersifat interaktif, terstruktur, dan berbasis investigasi, sehingga mereka merasa keterampilan berpikir dan argumentasi ilmiahnya menjadi terlatih (Handayani, 2017). Hal ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa dengan diterapkan model *Learning Cycle 5E* pada pembelajaran, membuat peserta didik dapat mengemukakan hasil investigasi dengan argumen dan mengidentifikasi alasan terkait pengetahuan yang telah diperoleh sebelumnya (Amaliyah et al., 2023).

Pernyataan yang mendapatkan persentase respons terendah yaitu sebesar 85,83%. Adapun pernyataannya berbunyi “Pembelajaran ini membuat saya tidak kesulitan dalam menentukan hipotesis, melakukan praktikum, dan mengumpulkan data hasil praktikum”. Hal ini didukung oleh penelitian terdahulu yang mengungkapkan bahwa dalam menguji hipotesis melakukan percobaan tidak lepas dari kendala yang dialami oleh peserta didik, meskipun pemikirannya operasional dan konkret, serta logis akan tetapi perkembangan kognitifnya belum sempurna sehingga peserta didik mengalami kesulitan memahami ide yang abstrak dalam menghadapi hipotesis atau variabel (Miarti et al., 2021). Proses akomodasi memodifikasi struktur pengetahuan yang ada agar dapat menampung dan menyesuaikan diri dengan pengalaman baru yang muncul (Al-Tabany, 2017).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut. (1) Peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada pembelajaran yang diterapkan model *Learning Cycle 5E* lebih baik daripada peserta didik yang tanpa diterapkan pembelajaran model *Learning Cycle 5E*, artinya penerapan model *Learning Cycle 5E* ini berpengaruh secara positif. (2) Keterampilan berpikir kritis peserta didik sesudah diterapkan pembelajaran dengan model *Learning Cycle 5E* juga lebih baik daripada sebelum diterapkan pembelajaran model *Learning Cycle 5E*. (3) Keterlaksanaan pembelajaran pada materi efek rumah kaca dengan model *Learning Cycle 5E* berbantuan PhET juga 100% terlaksana dengan sangat baik. (4) Angket respon menunjukkan bahwa 88,63% peserta didik merespons pembelajaran model *Learning Cycle 5E* berbantuan PhET dengan sangat positif.

Pendidik dapat menerapkan pembelajaran dengan model *Learning Cycle 5E* berbantuan PhET sehingga dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Saran jika pembelajaran dengan model *Learning Cycle 5E* berbantuan PhET ini diterapkan, yang harus diperhatikan pendidik yaitu dalam hal *device*, dimana penggunaan *smartphone* kurang efektif dalam mengakses *website* PhET karena terlalu kecil sehingga lebih dibutuhkan laptop/PC dan peserta didik butuh waktu sekitar 10-15 menit untuk dapat terlatih dalam penggunaan PhET. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan mengimplementasikan model *Learning Cycle 5E* berbantuan PhET pada materi IPA lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Tabany, T. I. B. (2017). *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif, Progresif, dan Konteksual*. Jakarta: Prenada Media.
- Amaliyah, T., Rusdianto, R., & Supeno, S. (2023). The Effect of the 5E Learning Cycle Model on the Critical Thinking Skills of Junior High School Students in Learning Science. *Prisma Sains : Jurnal Pengkajian Ilmu dan Pembelajaran Matematika dan IPA IKIP Mataram*, 11(2), 253-266. doi: <https://doi.org/10.33394/j-ps.v11i2.7223>.
- Ardisa, I., Verawati, N. N. S. P., Gunawan, G., & Ayub, S. (2022). Effect of PhET Simulation-Assisted Guided Inquiry Learning Model on Students' Critical Thinking Ability in Elasticity Material. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 8(2), 262–269. <https://doi.org/10.29303/jpft.v8i2.4391>.
- Ariyani, N., & Wahyuni, M. (2020). *Belajar dan pembelajaran Teori Beserta Implikasinya*. Yogyakarta: Bintang Pustaka Madani.
- Asriyadin, A., Yus'iran, Y., & Hafidah Nurul Fikri. (2016). Pengaruh Model Learning Cycle 5E terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas X SMAN 1 Madapangga Tahun Pelajaran 2016/2017. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 6(2), 63-67. Retrieved from <https://ejournal.tsb.ac.id/index.php/jpm/article/view/34>.
- Baharuddin, H., & Wahyuni, E. N. (2008). *Teori Belajar dan Pembelajaran*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.
- BSKAP. (2022). *Capaian Pembelajaran Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) Fase D Untuk SMP/MTs/Program Paket B*. Jakarta: BSKAP Kemdikbudristek.
- Budprom, W., Suksringam, P., & Singsriwo, A. (2010). Effects of Learning Environmental Education using the 5E-Learning Cycle with Multiple Intelligences and Teacher's Handbook Approaches on Learning Achievement, Basic Science Process Skills and Critical Thinking of Grade 9 Students. *Pakistan Journal of Social Sciences*, 7(3), 200-204.
- Bybee, dkk. (2006). The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Applications. In *BSCS (Ed.)*, Bscs: Executive Summary.
- Cross, D., Taasobshirazi, G., Hendricks, S., & Hickey, D. T. (2008). Argumentation: A strategy for Improving Achievement and Revealing Scientific Identities. *International Journal of Science Education*, 30(6), 837-861.
- Depdiknas. (2003). *Undang-Undang RI No. 20 tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional*. Jakarta: Depdiknas.
- Ennis, R. H. (2011). The Nature of Critical Thinking. *Informal Logic*, 6(2), 1–8.
- Fisher, A. (2009). *Berpikir Kritis Sebuah Pengantar*. Jakarta: Erlangga.
- Handayani, S. (2017). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Berbasis Learning Cycle 5E Terhadap Kemampuan Berfikir Kritis Peserta didik Kelas IV MIN Se-Kabupaten Lombok Tengah. 5(1), 1-8.
- Kuba, M., Maramba Meha, A., & Blegur, J. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Bersiklus (Learning Cycle 5E) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta didik. *Edumaspul: Jurnal Pendidikan*, 4(2), 417-422. <https://doi.org/10.33487/edumaspul.v4i2.811>.
- Latifa, B. R. A., Verawati, N. N. S. P., & Harjono, A. (2017). Pengaruh Model Learning Cycle 5E (Engage, Explore, Explain, Elaboration, & Evaluate) terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas X MAN 1 Mataram. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 3(1), 61–67. <https://doi.org/10.29303/jpft.v3i1.325>.
- Masgumelar, N. K., & Mustafa, P. S. (2021). Teori Belajar Konstruktivisme dan Implikasinya dalam Pendidikan dan Pembelajaran. *GHAITSA: Islamic Education Journal*, 2(1), 49-57.
- Miarti, E., Hasnunidah, N., & Abdurrahman, A. (2021). The Effect of Learning Cycle 5E on Critical Thinking Skills for Junior High School Students. *Scientiae Educatia: Jurnal Pendidikan Sains*, 10(2), 177-183.
- Miswari, M., Silitonga, M., & Fajriyah, f. (2020). Identifikasi Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X IPA Ditinjau dari Indikator Kemampuan Berpikir Kritis dan Gender. *Jurnal Pelita Pendidikan*, 8(1), 110-117.

- Norrizqa, H. (2021). Berpikir Kritis dalam Pembelajaran IPA. *Prosiding Magister Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam*, 1(1).
- Nur, R. A., Lestari, P. I., & Riyanti, R. (2024). Implementasi Model Learning Cycle dalam Pembelajaran IPA untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 13(3), 3565-3572.
- OECD. (2023). PISA 2022 Results : The State of Learning and Equity in Education. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>.
- Oktavianti, N. I., & Purnomo, A. R. (2024). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Biochephy: Journal of Science Education*, 4(2), 712-725. <https://doi.org/10.52562/biochephy.v4i2.1257>.
- Parawangsa, K. I., & Budiyanto, M. (2022). Penerapan Model Learning Cycle 5E Berbantuan LKPD untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Peserta Didik pada Materi Zat Aditif. *PENSA: E-Jurnal Pendidikan Sains*, 10(2), 283-289.
- Purfiyansyah, R. P., Bektiarso, S., & Nuraini, L. (2023). Critical Thinking Skills and Physics Learning Outcomes in The 5E Learning Cycle Model with PhET Simulations. *Pillar of Physics Education*, 16(2), 93-102.
- Putri, W. I., Sundari, P. D., Mufit, F., & Dewi, W. S. (2023). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Peserta didik SMA pada Materi Pemanasan Global. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 8(4), 2428–2435. <https://doi.org/10.29303/jipp.v8i4.1787>.
- Riasty, A., & Sari, D. E. (2024). Penerapan Model PjBL untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis di Era Merdeka Belajar. *FONDATIA*, 8(2), 455-466. <https://doi.org/10.36088/fondatia.v8i2.4806>.
- Sadia, I. W. (2014). *Model-Model Pembelajaran Sains Konstruktivistik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Saputra, T. R., Nur, M., & Purnomo, T. (2019). Pengembangan Pembelajaran Inkuiri Berbantuan PhET untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Peserta didik. *JSEP (Journal of Science Education and Practice)*, 1(1), 20-31.
- Sari, F. N., & Wahyuni, D. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Learning Cycle 7E Terhadap Keterampilan Kolaborasi dan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta didik IPA SMP. *LENZA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 12(2), 105-1014.
- Shoimin, A. (2014). *68 Model Pembelajaran Inovatif dalam Kurikulum 2013*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.
- Sihotang, K. (2019). *Berpikir Kritis: Kecakapan Hidup di Era Digital*. Surabaya: PT Kanisius.
- Solichah, P. N., & Sari, D. P. (2023). Pembelajaran Learning Cycle 5E untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta didik SMP Kelas VIII. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 13(3), 596-602.
- Sriwulan, W. (2023). *Modul Ajar Fase D Interaksi Makhluk Hidup dan Lingkungan*. Jakarta: Direktorat Jenderal PAUD dan Dikdasmen Kemdikburistek.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Wahab, G., & Rosnawati, R. (2021). *Teori-Teori Belajar dan Pembelajaran*. Bandung: Erlangga.