



LKPD dengan *Learning Cycle 5E* berorientasi NGSS terhadap Keterampilan *Developing And Using Model* dan *Constructing Explanation*

Cipto Arbain*, Retno Arianingrum

Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

* Korespondensi Penulis. E-mail: ciptoarbain@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan LKPD kimia dengan model *learning cycle 5E* berorientasi NGSS pada materi ikatan kimia terhadap keterampilan *developing and using model* dan keterampilan *constructing explanation* dan menguji pengaruhnya terhadap peserta didik. Uji coba produk dilakukan kepada peserta didik fase F kelas peminatan kimia di salah satu SMA Negeri di Gunungkidul. Subjek uji coba terdiri dari kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dengan teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *random sampling* dan metode *quasi experiment* dengan desain *posttest only control-group* dan di uji dengan melakukan uji kelayakan, uji kepraktisan dan uji hipotesis. Uji hipotesis dilakukan dengan uji manova dan diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,000 lebih kecil dari 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara keterampilan *developing and using model* dan *constructing explanation* peserta didik secara simultan pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol yang didukung oleh besaran nilai *partial eta squared* yang diperoleh sebesar 0,420.

Kata Kunci: *Constructing explanation, Developing and using model, Ikatan kimia, Learning cycle 5E, NGSS*

Worksheets with the NGSS-Oriented 5E Learning Cycle Model on Developing and Using Model and Constructing Explanation Skills

Abstract

This study aims to develop student worksheet with the NGSS-oriented 5E learning cycle model on chemical bonding material on the skills of developing and using models and constructing explanation skills and to test its influence on students. Product trials were conducted on phase F students of the chemistry interest class at one of the state senior high schools in Gunungkidul. The trial subjects consisted of an experimental class and a control class with a random sampling technique and a quasi-experiment method with a post-test-only control-group design and was tested by conducting a feasibility test, practicality test and hypothesis test. Hypothesis testing was carried out using the manova test and a significance value of 0.000 was obtained, which is less than 0.05. This shows that there is a difference between the skills of developing and using models and constructing explanations of students simultaneously in the experimental class and the control class which is supported by the partial eta squared value obtained of 0.420.

Keywords: *constructing explanation, developing and using model, chemical bonding, learning cycle 5E, NGSS*

How to Cite: Abain, C., & Arianingrum, R. (2025). Lkpd dengan learning cycle 5e berorientasi ngss terhadap keterampilan developing and using model dan constructing explanation. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains, 13*(Special Issue), 166–175. https://doi.org/10.21831/jpms.v13iSpecial_issue.89301

Permalink/DOI: DOI: https://doi.org/10.21831/jpms.v13iSpecial_issue.89301

PENDAHULUAN

Keterampilan sains merupakan salah satu dimensi *Next Generation Science Standard* (NGSS) yang memiliki peran penting dalam pembelajaran abad 21 dan dalam berbagai bidang di kehidupan. Dengan kata lain,

pendidikan abad 21 ini menuntut adanya perubahan baik dalam strategi, model, bahan ajar ataupun media pembelajaran yang digunakan (Kuncahyono et al., 2020; Mardhiyah et al., 2021, Mulyani et al., 2020). Pendidikan berkualitas merupakan pilar utama dalam pembangunan berkelanjutan sebagaimana

tercantum dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya Tujuan 4: Menjamin kualitas pendidikan yang inklusif dan merata serta meningkatkan kesempatan belajar sepanjang hayat untuk semua (Pratama et al., 2025). Dalam konteks ini, penguatan keterampilan sains menjadi sangat penting, karena tidak hanya mendukung pencapaian kompetensi abad 21 tetapi juga membekali peserta didik untuk berkontribusi dalam penyelesaian permasalahan global berbasis ilmu pengetahuan. Salah satu pendekatan yang sejalan dengan visi SDG 4 adalah penerapan NGSS. Selaras dengan prinsip Kurikulum Merdeka di Indonesia, NGSS menekankan pada pembelajaran aktif, berpusat pada peserta didik dan berorientasi pada keterampilan *Science and Engineering Practices* (SEPs) (NGSS Lead States, 2013).

Model *learning cycle 5E* merupakan model pembelajaran yang sesuai dengan standar NGSS. Menurut Shofiah et al. (2018), model *Learning cycle 5E* adalah model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (*student center*) dimana peserta didik terlibat aktif serta dapat mengeksplorasi pengetahuan dan keterampilan yang dimiliki juga dapat mengaplikasikan konsep yang telah dimiliki peserta didik. Menurut Shoimin (2016) ciri khas dari *Learning cycle* adalah belajar mandiri dengan materi yang telah disiapkan oleh pendidik. Model pembelajaran ini terbukti dapat meningkatkan keterampilan abad 21 seperti meningkatkan proses berpikir kritis, proses belajar IPA serta mempengaruhi kemampuan literasi sains dan hasil belajar peserta didik (Arini et al. 2017, Yuliati, 2015, Nugraheni & Paidi, 2017)

Simorangkir & Raidil (2025) berpendapat bahwa pembelajaran kimia masih menghadapi tantangan besar dalam hal meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep kimia yang bersifat abstrak. Salah satunya adalah keterampilan berpikir kritis yang merupakan kemampuan esensial dalam memahami, menganalisis dan memecahkan fenomena ilmiah secara mendalam. Menurut Fahmi & Irhasyurna (2017) ikatan kimia merupakan salah satu topik yang sulit untuk dipahami karena bersifat abstrak. Ikatan kimia memiliki sifat multirepresentatif dan merupakan konsep dasar untuk memahami topik lainnya pada ilmu kimia. Safitri et al. (2018) menunjukkan bahwa pemahaman konsep peserta didik terhadap ikatan kimia tergolong kurang karena hanya 51,97% peserta didik yang memahami konsep

ikatan kimia. Hidayat et al. (2019) juga menyatakan bahwa pemahaman peserta didik terhadap topik ikatan kimia pada level submikroskopik masih rendah. Hal tersebut membuktikan bahwa peserta didik belum mendapatkan pembelajaran yang sesuai untuk membantu pemahaman konsep terhadap materi ikatan kimia seperti penggunaan suatu model, juga peserta didik kurang memiliki keterampilan dalam menjelaskan konsep yang telah dipahami.

Penggunaan variasi media pembelajaran dan sumber belajar yang digunakan di salah satu SMA Negeri di Gunungkidul untuk memvisualisasikan konsep ikatan kimia secara multirepresentatif dirasa masih kurang maksimal. Hal ini menyebabkan peserta didik hanya dapat membayangkan konsep ikatan kimia secara imajinatif. Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan bahan ajar berupa lembar kerja peserta didik (LKPD) yang dapat merepresentasikan suatu konsep yang konkret secara visual dengan proses pembelajaran yang dapat diterima oleh peserta didik.

Menurut Cooper & Stowe (2018), pengembangan dan penggunaan model merupakan pusat pemahaman kimia. Para ahli kimia memodelkan fenomena-fenomena yang teramati dan ide-ide yang digunakan untuk menjelaskan fenomena tersebut pada tingkat makroskopik dan submikroskopik dengan menggunakan analogi yang sudah diketahui. Model dinilai sangat penting dalam kimia karena dengan penggunaan model dapat menjelaskan sesuatu yang bersifat abstrak. Model yang divisualisasikan dapat menumbuhkan rasa siap peserta didik dalam merencanakan kegiatan eksperimental, juga mendukung proses penalaran dan konstruksi pengetahuan yang dimiliki (Gilbert & Justi, 2016). Oleh karena itu, kemampuan *developing and using model* (DUM) peserta didik untuk mengembangkan dan menggunakan model dapat menjadi pendekatan untuk menilai bagaimana peserta didik memahami fenomena kimia.

Keterlibatan peserta didik dalam suatu argumen terhadap suatu konsep yang telah dipahaminya memerlukan argumen pendukung dengan *constructing explanation* (CE)/ membangun penjelasan menggunakan pengetahuan atau pemahaman konsep dari suatu fenomena tertentu (Osborne & Patterson, 2011). Atkinson et al. (2020) membuktikan bahwa proses membangun penjelasan dalam pembelajaran kimia memiliki peran penting dalam membangun kemampuan eksplanasi para

peserta didik terhadap suatu fenomena kimia. Praktik tersebut dapat merumuskan ide-ide baru dan juga membangun pengetahuan baru peserta didik yang mungkin hal tersebut tidak akan diperoleh sendiri (Erduran & Jimenez, 2008). Penerapan SEPs atau praktik ilmiah dan rekayasa dalam pembelajaran kimia akan memungkinkan peserta didik untuk menggunakan pengetahuannya dalam merancang, menalar, memodelkan dan menjelaskan sehingga pengetahuan mereka terhadap ilmu kimia akan lebih terhubung (Cooper & Stowe, 2018). Sehingga, pengembangan bahan ajar inovatif seperti LKPD kimia dengan model *learning cycle 5E* berorientasi NGSS diperlukan untuk menumbuhkan keterampilan *developing and using model* dan *constructing explanation* khususnya dalam memperkuat keterkaitan dengan tujuan 4 SDGs.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan model 4D dari Thiagarajan (1974) dengan 4 tahapan yakni tahap *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Subjek pada penelitian ini adalah 3 guru kimia dan 36 peserta didik dari dua kelas peminatan fase F di salah

satu SMA Negeri di Gunungkidul. Kedua kelas tersebut merupakan kelas peminatan kimia sehingga semua peserta didik dapat diasumsikan memiliki minat yang tinggi terhadap pelajaran kimia. Dalam desain ini sampel dipilih menggunakan teknik *cluster random sampling* dengan dua kelas sampel yang terdiri dari 31 peserta didik di kelompok eksperimen dan 31 peserta didik di kelompok kontrol dengan desain penelitian *posttest only control-group*.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi teknik tes dan non-tes. Teknik tes menggunakan instrumen berupa soal uraian yang dikembangkan berdasarkan kategori *Higher Order Thinking Skills (HOTS)*, dengan penilaian mencakup tiga aspek utama, yaitu *claim*, *evidence*, dan *reasoning*. Sementara itu, teknik non-tes menggunakan instrumen berupa lembar angket dan lembar observasi. Lembar angket digunakan untuk menguji kelayakan produk berdasarkan indikator kelayakan yang dinilai oleh validator ahli dan guru kimia, sedangkan observasi digunakan untuk mengamati dan menilai keterampilan DUM peserta didik. Kisi-kisi instrumen validasi disajikan pada Tabel 1, kisi-kisi lembar angket pada Tabel 2, dan kisi-kisi lembar observasi pada Tabel 3.

Tabel 1. Kisi-kisi instrumen validasi

Aspek	Indikator
Kelayakan isi	Kesesuaian materi dengan TP, CP dan profil pelajar pancasila
Kebenaran isi	Kebenaran konsep materi Kebenaran informasi Kebenaran penulisan simbol dan keterangan
Pemahaman konsep	Terdapat permasalahan yang mendorong peserta didik untuk memahami konsep Terdapat aktivitas untuk mengembangkan aspek kognitif peserta didik
Penyajian	Bahasa yang digunakan sesuai EYD Mudah dipahami Kebermanfaatan bagi peserta didik
Tampilan	Keterbacaan teks dan penggunaan font Desain tampilan
Spesifikasi	Kesesuaian dengan framework 5E berorientasi NGSS Terdapat aktivitas DUM Terdapat aktivitas CE

Tabel 2. Kisi-kisi lembar angket

Aspek	Sub Aspek
Kelayakan isi	Kesesuaian tujuan Kebenaran substansi Kecakupan aktivitas

Aspek	Sub Aspek
Kesesuaian NGSS	Penyajian
	Karakteristik NGSS dengan materi
Penyajian kegiatan sintaks 5E	Penyajian kegiatan sesuai dengan sintaks 5E
Evaluasi	Kesesuaian evaluasi untuk keterampilan DUM
	Kesesuaian evaluasi untuk kemampuan CE
Substansi	Kelengkapan komponen LKPD
	Bahasa
Penyajian	Kejelasan informasi
	Kegrafikaan
	Tampilan
Spesifikasi	Kesesuaian dengan Framework 5E
	Kesesuaian dengan Framework NGSS

Tabel 3. Kisi-kisi lembar observasi

Aspek	Indikator DUM
Representatif	Mengembangkan, merevisi, dan/atau menggunakan model berdasarkan bukti untuk mengilustrasikan dan/atau memprediksi hubungan antar sistem atau antar komponen sistem
Konstruktif	Kembangkan dan/atau gunakan berbagai jenis model untuk memberikan perhitungan mekanistik dan/atau memprediksi fenomena, dan bergerak secara fleksibel di antara jenis model berdasarkan kelebihan dan keterbatasan.
Efektif	Mengembangkan dan/atau menggunakan model (termasuk matematika dan komputasi) untuk menghasilkan data untuk mendukung penjelasan, memprediksi fenomena, menganalisis sistem, dan/atau memecahkan masalah.

Uji kelayakan dilakukan dengan validasi media dan materi pada produk dan instrumen yang digunakan dalam penelitian baik secara teoretis maupun empiris kepada validator ahli dan peserta didik. Data untuk uji kelayakan diperoleh menggunakan persamaan berikut (Ihwanudin et al., 2018).

$$P = \frac{F}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = persentase kelayakan

F = jumlah hasil yang diperoleh responden

N = jumlah skor maksimal

Uji keterbacaan dilakukan kepada 3 guru kimia dan 31 peserta didik dengan aspek yang berbeda. Uji keterbacaan kepada guru meliputi aspek kelayakan isi, kesesuaian NGSS, penyajian kegiatan sintaks 5E, Evaluasi, substansi, penyajian dan spesifikasi. Sedangkan uji keterbacaan kepada peserta didik meliputi aspek keterbacaan, kegrafikaan dan kebermanfaatan penggunaan LKPD.

Uji pengaruh dilakukan dengan menguji hipotesis bahwa terdapat pengaruh penggunaan LKPD kimia dengan learning cycle 5E berorientasi NGSS terhadap keterampilan DUM dan CE dengan peserta didik yang menggunakan

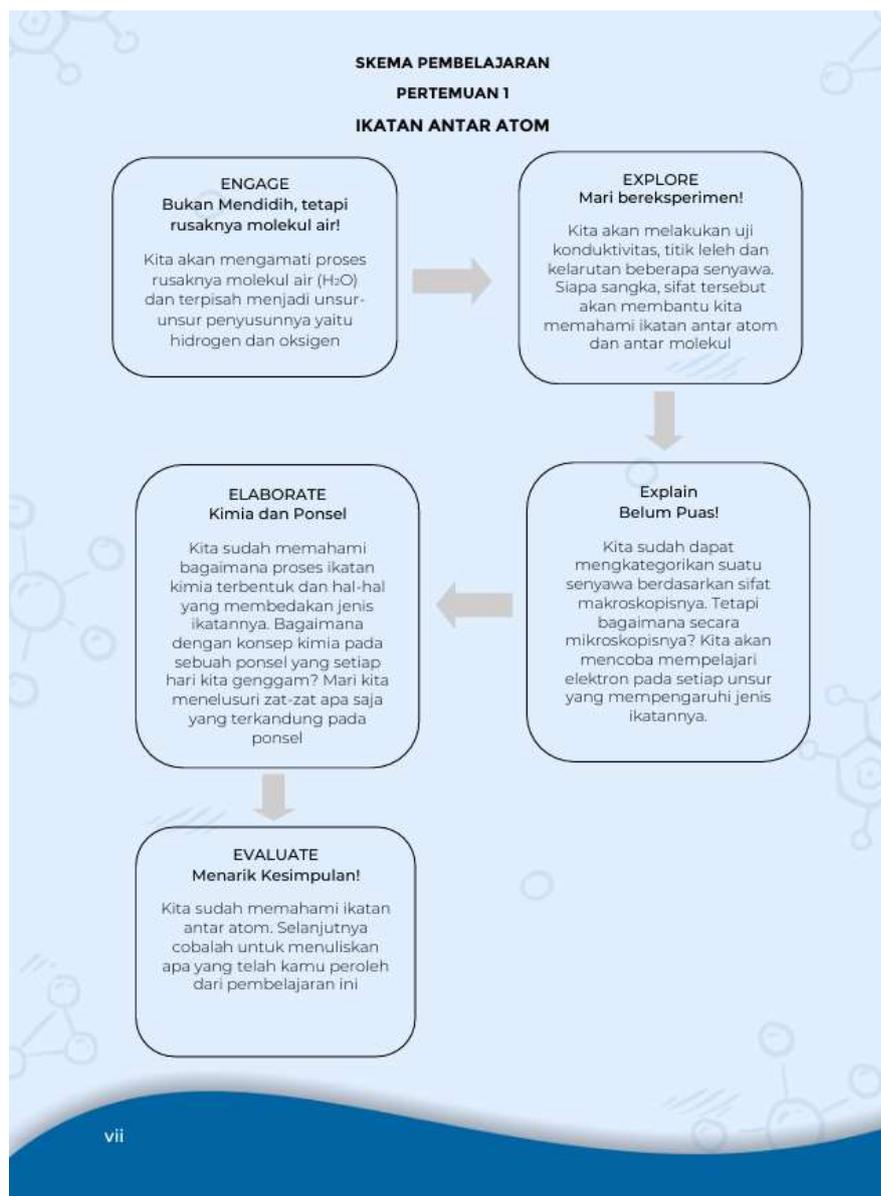
LKPD konvensional pada materi ikatan kimia. Hipotesis tersebut diuji menggunakan uji multivariat dengan *Hotteling's Trace Effect* dengan taraf signifikansi 5% untuk menilai perbedaan yang signifikan secara simultan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Produk

Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah LKPD kimia dengan model *learning cycle 5E* berorientasi NGSS yang diharapkan dapat meningkatkan keterampilan DUM dan kemampuan CE peserta didik. LKPD kimia yang dikembangkan dengan model *learning cycle 5E* diorientasikan dengan *framework* NGSS seperti *Science and Engineering Practices*, *Crosscutting Concept* dan *Core Idea*.

LKPD kimia yang dikembangkan memuat materi ikatan kimia dengan beberapa aktivitas untuk 2 subbab materi yakni subbab ikatan antar atom dan subbab bentuk molekul dan gaya antar molekul. Setiap subbab yang akan dipelajari oleh peserta didik termuat dalam 5 aktivitas dari model *learning cycle 5E* (dapat dilihat pada Gambar 1).



Gambar 1. Aktivitas 5E pada LKPD

Uji coba terhadap produk yang dikembangkan dilakukan untuk mengetahui kelayakan, keterbacaan serta pengaruh perbedaan pembelajaran pada materi ikatan kimia terhadap keterampilan DUM dan CE peserta didik dengan perlakuan kepada kelompok eksperimen menggunakan LKPD Kimia dengan model *learning cycle 5E* berorientasi NGSS dan kelompok kontrol menggunakan LKPD Kimia konvensional dengan model PBL di SMA N 2 Playen.

Kelayakan Produk

Uji kelayakan dilakukan dengan validasi produk dan instrumen yang digunakan secara teoretis kepada validator ahli dan juga secara

empiris. Validasi ahli dilakukan terhadap materi dan media yang dikembangkan dengan memperhatikan beberapa aspek penilaian seperti didaktik, kontruksi dan teknis (Rahayuningsih et al., 2018). Hasil validasi ahli pada Tabel 4 menunjukkan bahwa materi dan media yang dikembangkan sudah valid dengan kategori sangat baik.

Tabel 4. Hasil validasi teoretis

Validasi	Persentase	Kategori
Materi	100%	Sangat Baik
Media	100%	Sangat Baik

Uji validasi juga dilakukan secara empiris terhadap butir soal tes yang akan diberikan. Hasil validasi empiris menyatakan butir soal yang

diujikan valid dan reliabel, hal tersebut dikarenakan nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$ dan nilai koefisien *Cronbach's Alpha* sebesar $0,751 > 0,7$ sehingga soal yang digunakan dapat dinyatakan valid dan reliabel dan layak digunakan dalam penelitian.

Keterbacaan Produk

Produk yang dikembangkan kemudian diuji keterbacaannya setelah divalidasi. Hasil yang diperoleh adalah sangat baik dengan persentase mencapai 96,72%. Hasil uji keterbacaan kepada peserta didik dilaksanakan kepada 31 peserta didik dengan persentase 97,5% yang terkategori sangat baik. Produk yang dinilai sangat baik pada uji keterbacaan artinya memuat informasi yang jelas dan mudah dipahami serta dapat memudahkan proses pembelajaran (Riefani, 2019; Sarip et al., 2022).

Pengaruh Produk

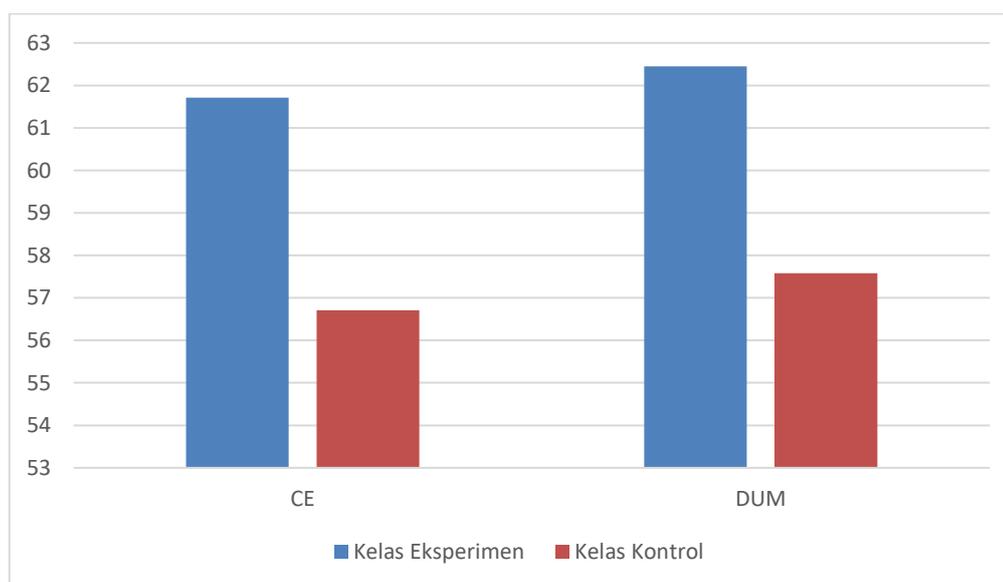
Uji pengaruh LKPD kimia dengan model *learning cycle 5E* berorientasi NGSS terhadap keterampilan DUM dan CE dilaksanakan pada uji coba skala besar dengan menggunakan desain *posttest only control group*. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai rata-rata antara kelompok eksperimen dengan kelompok kontrol. Uji hipotesis dilakukan dengan menggunakan uji multivariat dengan *Hotteling's Trace Effect* dengan taraf signifikansi 5% diperoleh nilai signifikansi 0,000. Hasil analisis uji multivariat dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil uji multivariat

<i>Effect</i>	<i>Sig.</i>	<i>Partial Eta Squared</i>
Kelas <i>Hotteling's Trace</i>	0,000	0,420

Nilai signifikansi dibawah 0,05 menunjukkan terdapat perbedaan antara DUM dan CE peserta didik secara simultan pada kelompok eksperimen dengan kelompok kontrol. Peserta didik kelompok eksperimen memiliki skor lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol pada DUM dan CE. Hal tersebut didukung oleh besarnya sumbangan efektif pada *partial eta square* sebesar 0,420 yang artinya LKPD dengan model *learning cycle 5E* berbasis NGSS ini mempengaruhi keterampilan DUM dan CE sebesar 42%.

DUM merupakan keterampilan esensial yang harus dimiliki peserta didik dengan melibatkan pengembangan dan penggunaan suatu model atau simulasi dalam membangun suatu penjelasan mengenai fenomena (NRC 2012). Berdasarkan grafik pada gambar 1, rata-rata nilai keterampilan DUM yang menggunakan LKPD model 5E berbasis NGSS memiliki nilai rata-rata lebih tinggi dibandingkan yang tidak menggunakan dengan selisih 4,87. sedangkan untuk rata-rata nilai keterampilan CE yang menggunakan LKPD model 5E berbasis NGSS juga memiliki nilai rata-rata lebih tinggi dibandingkan yang tidak menggunakan dengan selisih 5.



Gambar 2. Perbedaan skor dua kelompok

Pengujian dilanjutkan dengan melihat hasil *test of between subject effect* pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil *Test of Between-Subjects Effects*

Source	Dependent Variable	df	Sig.	Partial Eta Squared
Kelas	DUM	1	0,000	0,247
	CE	1	0,000	0,368

Hasil uji lanjut pada tabel *test of between subject effect* menunjukkan hasil nilai signifikansi sebesar 0.000 dimana nilai sig < 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan keterampilan DUM pada peserta didik yang menggunakan LKPD dengan model *learning cycle 5E* berbasis NGSS dibandingkan dengan yang tidak menggunakan. Hal ini diperkuat dengan nilai sumbangan efektif sebesar 0.247 atau sebesar 24.7%. Hal ini menunjukkan bahwa peserta didik memiliki ketertarikan terhadap visualisasi konsep kimia dengan menggunakan pemodelan. Keterampilan DUM juga dapat mendukung pengembangan serta pemahaman konsep peserta didik terhadap suatu fenomena (Lazenby et al., 2019; Ke & Schwarz., 2021; Grooms et al., 2021). Mengembangkan dan menggunakan suatu model atau melakukan simulasi memberikan proses pembelajaran yang aktif, kreatif, efektif dan menyenangkan. Hal ini akan mengaktifkan memori peserta didik secara optimal dengan memberikan pengalaman belajar bermakna, sehingga pengalaman tersebut dapat menghubungkan pengetahuan ilmiah dengan fakta dan diperoleh argumentasi ilmiah yang bersifat membangun dan mengembangkan pengetahuan (Indayatmi, 2017; Ke et al., 2020).

Keterampilan CE merupakan keterampilan esensial yang harus dimiliki peserta didik dalam membangun suatu penjelasan dengan menghubungkan pemahaman kuantitatif dan kualitatif berdasarkan bukti yang diperoleh dari suatu percobaan ataupun data (NGSS Lead States, 2013). Menurut Pitaloka et al., (2021) dan Atkinson et al., (2020) Keterampilan CE dapat memberikan dampak terhadap pemahaman ilmiah peserta didik dalam membangun penjelasan fenomena ilmiah.. Keterampilan ini mencerminkan bagaimana peserta didik membangun pemahaman melalui argumen yang logis berdasarkan pada bukti serta mampu menghubungkan konsep-konsep kimia secara runtut. Peserta didik yang memiliki keterampilan tersebut dengan baik cenderung lebih mampu menyusun penjelasan ilmiah yang akurat dan bermakna, juga mampu menginterpretasi,

mengevaluasi dan mengintegrasikan informasi untuk menjelaskan fenomena kimia secara komprehensif (Kararo et al. 2019; Laliyo et al, 2023; Prasajo, 2016).

Hasil uji pengaruh keterampilan CE pada tabel 3 menunjukkan hasil nilai signifikansi sebesar 0,000 dimana nilai sig < 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan keterampilan CE pada peserta didik yang menggunakan LKPD dengan model *learning cycle 5E* berbasis NGSS dibandingkan dengan yang menggunakan LKPD konvensional. Hal ini diperkuat dengan nilai sumbangan efektif sebesar 0.368 atau sebesar 36,8% LKPD dengan model *learning cycle 5E* berbasis NGSS mempengaruhi keterampilan CE peserta didik. Dengan begitu, penggunaan LKPD kimia dengan model *learning cycle 5E* berorientasi NGSS ini memberikan pengaruh yang signifikan terhadap keterampilan DUM dan CE peserta didik dibandingkan dengan peserta didik yang hanya menggunakan LKPD konvensional dengan model PBL. Hal ini memberikan implikasi terhadap tujuan 4 SDGs bahwa peserta didik akan memiliki kesempatan belajar yang lebih bermakna dengan pendidikan yang berkualitas, terutama dalam bidang kimia yang sering dianggap sulit.

SIMPULAN

Penelitian pengembangan yang dilakukan menghasilkan produk LKPD kimia dengan model *learning cycle 5E* berorientasi NGSS yang telah diuji pengaruhnya terhadap keterampilan *developing and using model* dan *constructing explanation* peserta didik. LKPD kimia dengan model *learning cycle 5E* berorientasi NGSS telah divalidasi dan layak untuk digunakan. LKPD ini memiliki kualitas sangat baik berdasarkan hasil uji kepraktisan yang dilakukan. Terdapat perbedaan yang signifikan terhadap keterampilan *developing and using model* dan *constructing explanation* peserta didik yang menggunakan LKPD dengan model *learning cycle 5E* berorientasi NGSS berdasarkan hasil uji MANOVA dengan nilai signifikansi 0,000. Sumbangan efektif penerapan LKPD dengan model *learning cycle 5E* berorientasi NGSS terhadap keterampilan *developing and using model* dan *constructing explanation* peserta didik sebesar 42% secara simultan, sumbangan efektif sebesar 24,7% terhadap keterampilan *developing and using model* dan 36,8% terhadap keterampilan *constructing explanation*. Penerapan LKPD berorientasi NGSS ini tidak hanya berdampak pada peningkatan keterampilan

ilmiah peserta didik, tetapi juga sejalan dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) poin 4, yaitu menjamin pendidikan yang inklusif dan berkualitas serta mendukung kesempatan belajar sepanjang hayat untuk semua. Produk ini berkontribusi dalam menciptakan pembelajaran sains yang aktif, bermakna, dan berpusat pada peserta didik, sehingga mendorong kemampuan praktik ilmiah peserta didik dalam pembelajaran kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- Arini, S., Haryono, H., & Saputro, S. (2017). Upaya peningkatan kemampuan berpikir kritis dan prestasi belajar peserta didik dengan menggunakan model pembelajaran learning cycle 5e pada materi pokok hidrolisis garam kelas XI MIA 1 SMA negeri 1 Banyudono semester genap tahun pelajaran 2015/2016. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 6(2), 161-170.
- Atkinson, M. B., Krishnan, S., McNeil, L. A., Luft, J. A., & Pienta, N. J. (2020). *Constructing explanations* in an active learning preparatory chemistry course. *Journal of Chemical Education*, 97(3), 626-634. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00901>
- Cooper, M. M., & Stowe, R. L. (2018). Chemistry education research—From personal empiricism to evidence, theory, and informed practice. *Chemical reviews*, 118(12), 6053-6087. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.8b00020>
- Erduran, S., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2007). *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*. Springer Science & Business Media.
- Fahmi & Irhasyuarna, Y. (2017). The misconceptions of senior high school students in banjarmasin on chemical bonding. *Journal of Education and Practice*, 8(17):32-39
- Gilbert, J. K., & Justi, R. (2016). The contribution of visualisation to modelling-based teaching. In *Modelling-based teaching in science education* (pp. 121-148). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-29039-3_7
- Grooms, J., Fleming, K., Berkowitz, A. R., & Caplan, B. (2021). Exploring modeling as a context to support content integration for chemistry and earth science. *Journal of Chemical Education*, 98(7), 2167-2175. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00319>
- Hidayat, J., Firman, H., Sunarya, Y., & Redjeki, S. (2019, April). The profile of high school student's mental model on chemical bonding concept. In *1st International Seminar STEMEIF (Science, Technology, Engineering and Mathematics Learning International Forum)* (pp. 432-442).
- Ihwanudin, M., Astuti, B., & Yulianto, A. (2018). Bahan ajar IPA terpadu tipe integrated berbasis komplementasi ayat-ayat Al-Quran. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 7(3), 36-42.
- Indayatmi (2017). Peningkatan Hasil Belajar Analisis Proksimat Melalui Model Research pada Peserta Didik Kelas XIII Kimia Analisis SMK. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 5(2), 135-141. <https://doi.org/10.21831/jpms.v5i2.15231>
- Kararo, A. T., Colvin, R. A., Cooper, M. M., & Underwood, S. M. (2019). Predictions and constructing explanations: an investigation into introductory chemistry students' understanding of structure-property relationships. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(1), 316-328. <https://doi.org/10.1039/C8RP00195B>
- Ke, L., & Schwarz, C (2021). Supporting students' meaningful engagement in scientific modeling through epistemological messages: A case study of contrasting teaching approaches. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(3), 335-365. <https://doi.org/10.1002/tea.21662>
- Ke, L., Sadler, T. D., Zangori, L., & Friedrichsen, P. (2020). Students' perceptions of engagement in socioscientific issue-based learning and their appropriation of epistemic tools for systems thinking. *International Journal of Science Education*, 42(8), 1339-1361. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1759843>
- Kuncahyono, K., Suwandayani, B. I., & Muzakki, A. (2020). Aplikasi E-Test "That Quiz" sebagai Digitalisasi Keterampilan Pembelajaran Abad 21 di Sekolah Indonesia Bangkok. *Lectura: Jurnal Pendidikan*, 11(2), 153-166.

- <https://doi.org/10.31849/lectura.v11i2.4687>
- Laliyo, L. A. R., Utina, R., Husain, R., Umar, M. K., Katili, M. R., & Panigoro, C. (2023). Evaluating students' ability in constructing scientific explanations on chemical phenomena. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(9). <https://doi.org/10.29333/ejmste/13524>
- Lazenby, K., Rupp, C. A., Brandriet, A., Mauger-Sonnek, K., & Becker, N. M. (2019). Undergraduate chemistry students' conceptualization of models in general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 96(3), 455-468. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00813>
- Mardhiyah, R. H., Aldriani, S. N. F., Chitta, F., & Zulfikar, M. R. (2021). Pentingnya keterampilan belajar di abad 21 sebagai tuntutan dalam pengembangan sumber daya manusia. *Lectura: Jurnal Pendidikan*, 12(1), 29-40. <https://doi.org/10.31849/lectura.v12i1.5813>
- Mulyani, D., Ghufron, S., & Kasiyun, S. (2020). Peningkatan karakter gotong royong di sekolah dasar. *Lectura: Jurnal Pendidikan*, 11(2), 225-238. ISSN 2086-4876
- NGSS Lead States. (2013). Next Generation Science Standards: For states, by states. The National Academies Press.
- Nugraheni, N. C., Paidi, D., & Triatmanto, T. (2017). Kemampuan literasi sains kelas x SMA negeri mata pelajaran biologi berdasarkan topografi wilayah gunungkidul. *Jurnal Prodi Pendidikan Biologi*, 6(5), 261-272.
- Osborne, J. F., & Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: A necessary distinction?. *Science Education*, 95(4), 627-638. <https://doi.org/10.1002/sce.20438>
- Pitaloka, N., Suyanta, S., & Huda, K. (2021, August). Improving constructing explanations and designing solutions skills based on NGSS through project-based learning: A systematic review. In *AECon 2020: Proceedings of The 6th Asia-Pacific Education And Science Conference, AECon 2020, 19-20 December 2020, Purwokerto, Indonesia* (p. 334). European Alliance for Innovation.
- Prasojo, P. (2016). Pengembangan perangkat pembelajaran IPA berbasis inkuiri terbimbing untuk meningkatkan KPS dan berpikir kritis. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 4(2), 130-141. <https://doi.org/10.21831/jpms.v4i2.12944>
- Pratama, F. I., Rohaeti, E., & Laksono, E. W. (2025). Building Sustainable Education with the Literacy and Research-oriented Cooperative Problem-based Learning: A Bridge in the Activeness of Chemistry Education Students. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 13(Special_issue), 61-68. https://doi.org/10.21831/jpms.v13iSpecial_issue.88392
- Riefani, M. K. (2019). Validitas dan kepraktisan panduan lapangan "keragaman burung" dikawasan pantai desa sungai bakau. *Jurnal Vidya Karya*, 34(2), 194-204.
- Safitri, A. F., Widarti, H. R., & Sukarianingsih, D. (2018). Identifikasi pemahaman konsep ikatan kimia. *Jurnal Pembelajaran Kimia*, 3(1), 41-50.
- Sarip, M., Amintarti, S., & Utami, N. H. (2022). Validitas Dan Keterbacaan Media AjarE-Booklet Untuk Peserta didik SMA/MA Materi Keanekaragaman Hayati. *JUPEIS: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*, 1(1), 43-59. <https://doi.org/10.57218/jupeis.Vol1.Iss1.30>
- Shofiah, S., Lukito, A., & Siswono, T. Y. E. (2018). Pembelajaran *Learning cycle 5e* berbasis pengajuan masalah untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik kelas X pada topik trigonometri. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 9(1), 54-62.
- Shoimin, A. (2016). *Model Pembelajaran Kreatif*. Ar-Ruzz Media
- Simorangkir, A., & Raidil, M. (2025). High School Chemistry Learning: The Correlation Between Students' Critical Thinking and Self-Efficacy. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 13(Special_issue), 143-153. https://doi.org/10.21831/jpms.v13iSpecial_issue.88280
- Thiagarajan, S., Semmel, D.S. & Semmel, M.I. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. Minneapolis, Minnesota: *Leadirship Training Institute/Special Education*, University of Minnesota

Yuliati, Y. (2015). Penerapan Model Learning Cycle 5e Untuk Meningkatkan Pembelajaran IPA. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 1(1).

PROFIL SINGKAT

Cipto Arbain merupakan seorang mahasiswa magister program studi pendidikan kimia di Universitas Negeri Yogyakarta. Cipto

dapat dihubungi melalui email: ciptoarbain@gmail.com

Retno Arianingrum merupakan seorang dosen di Universitas Negeri Yogyakarta yang ahli di bidang biokimia. Beliau dapat dihubungi melalui email: arianingrum@uny.ac.id