JIPK 19 (1) (2025)
Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia
https://journal.unnes.ac.id/journals/JIPK

Penerapan Pendekatan *Science*, *Technology*, *Engineering*, *And Mathematic* (STEM) Berbantuan *PhET Simulation* Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMP Pada Materi Struktur Atom

Izzati Syahidah ✉ dan Yenni Kurniawati
Jurusan Tadris Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Info Artikel

Diterima: Nov 2024
Disetujui: Des 2024
Dipublikasikan: Jan 2025

Keywords:
PBL
Pembelajaran Beriferensiasi
Kemampuan Berpikir Kritis
Stoikiometr

Abstrak

Keterampilan proses sains siswa SMP di beberapa wilayah Indonesia masih tergolong rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana keterampilan proses sains siswa SMP menggunakan Pendekatan Science, Technology, Engineering, And Mathematic (STEM) berbantuan PhET Simulation. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode quasi eksperimen dengan desain nonequivalent control group design. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas IX SMP. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik purposive sampling dengan kelas IX.1 sebagai kelas eksperimen dan kelas IX.2 sebagai kelas kontrol. Pengumpulan data dilakukan melalui soal tes keterampilan proses sains dan lembar observasi. Data hasil posttest keterampilan proses sains siswa dianalisis menggunakan uji Mann Whitney dengan bantuan SPSS versi 22 sebesar 0,001. Hasil menunjukkan bahwa terdapat perbedaan keterampilan proses sains siswa yang signifikan antara siswa yang memperoleh pembelajaran dengan penerapan Pendekatan Science, Technology, Engineering, And Mathematic (STEM) Berbantuan PhET Simulation dan siswa yang memperoleh pembelajaran saintifik pada materi struktur atom di kelas IX SMPIT Madani. Uji N-gain pada kelas eksperimen menyatakan hasil sebesar 0,50 dengan kategori sedang.

Abstract

Student science process skills at Junior High School in several regions in Indonesia were still on low category. This research aimed the finding out science process skills of Junior High School students taught by using Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) approach with PhET Simulation. Quasi-Experiment method was used inthis research with nonequivalent control group design. All the ninth-grade Junior High School students were the population of this research. Purposive sampling technique was used in this research, and the samples were the ninth-grade students of class 1 as the experiment group and the students of class 2 as the control group. Collecting data was done by using science process skill test question and observation sheet. The data of student science process skill posttest result were analyzed by using Mann Whitney test with SPSS 22, and the result was 0,001. The findings showed that there was a significant difference of science process skills between students taught by using STEM approach with PhET Simulation and those who were taught by using scientific learning on atomic structure lesson at the ninth grade Junior High School students. N-gain test in the experiment group showed that the result was 0,50 with moderate category.

©2022 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:
Jl. H.R. Soebrantas KM. 15 No. 155 Kel. Tuah Madani Kec. Tuah Madani-Pekanbaru 28298
E-maill: izzatisyahidah0909@gmail.com

p-ISSN 1979-0503
e-ISSN 2503-1244

PENDAHULUAN

Di abad ke-21, pesatnya kemajuan teknologi mempengaruhi kualitas sumber daya manusia, yang dapat ditingkatkan melalui pendidikan untuk menghasilkan individu yang mampu beradaptasi dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di era globalisasi (Anisa & Astriani, 2022). Pendidikan saat ini berfokus pada melengkapi siswa dengan keterampilan berpikir ilmiah dan pemahaman proses ilmiah, dengan banyak negara memprioritaskan pengembangan keterampilan tersebut untuk melibatkan siswa dalam kegiatan ilmiah langsung dan memperkuat pemahaman mereka tentang prinsip-prinsip ilmiah (Akinbobola and Bada, 2022).

Keterampilan proses sains, memainkan peran penting dalam meningkatkan pemahaman peserta didik selama proses pembelajaran (Darmaji et al., 2020) seperti mengamati, mengklasifikasikan, memprediksi, mengukur, menyimpulkan, dan berkomunikasi. Akibatnya, pendidik yang mengkhususkan diri dalam ilmu alam memiliki tanggung jawab untuk mendidik dan mengevaluasi keterampilan proses sains siswa, terutama karena bebereapa daerah di Indonesia menunjukkan tingkat keterampilan ini yang rendah (Muhammad Daffa Firdaus, Puji Rahayu, n.d.), sehingga memerlukan penerapan metode pengajaran yang beragam untuk mengatasi kekurangan ini. Berdasarkan temuan dari guru IPA, efektivitas upaya guru untuk meningkatkan keterampilan proses sians siswa belum optimal, karena siswa cenderung fokus pada hafalan daripada terlibat dalampemikiran kritis dan ekspresi ide. Oleh karena itu, ada kebutuhan untuk pendekatan seperti STEM (*Science, Technology, Engeenering, and Mathematic*) untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa.

Pendekatan pembelajaran berbasis STEM telah dikembangkan secara ekstensif untuk meningkatkan keterampilan proses sains, mendorong kreativitas dan inovasi dikalangan siswa untuk revolusi industry 4.0, khususnya Indonesia, melalui kombinasi strategi dan aplikasi konsep dalam pembelajaran kimia (muhammad Daffa Firdaus, 2023), (Grahito Wicaksono, 2020), (Anik, 2020). Ilmu kimia mencakup studi berbagai aspek termasuk fakta, prinsip, hukum, dan proses ilmiah. Memahami kimia sangat penting karena kehadirannya dalam kehidupan sehari-hari, meliputi komposisi, sifat, perubahan, dan dinamika zat, membutuhkan pemikiran abstrak dan media pembelajaran yang efektif bagi siswa untuk memahami konsep secara efektif (Zuliatin et al., 2022)

Guru disarankan untuk memanfaatkan media berbasis teknologi yang efektif seperti *PhET* dalam pendidikan untuk melibatkan siswa dan meningkatkan proses pembelajaran, seperti yang disarankan oleh (Rahmat et al., 2022). *PhET*, alat pembelajaran *online* interaktif yang dikembangkan di *University of Colorado USA*, menawarkan berbagai simulasi termasuk kimia, membantu siswa memahami konsep seperti struktur atom dan melayani kebutuhan pembelajaran individu dan kelompok di kelas.

Berdasarkan latar belakang diatas, peneliti melakukan penelitian dengan menerapkan pendekatan STEM berbantuan *PhET Simulation* dalam meningkatkan keterampilan proses sains siswa SMP. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan keterampilan proses sains siswa yang menggunakan pendekatan STEM berbantuan *PhET Simulation* dibandingkan dengan model pembelajaran konvensional dan untuk mengetahui peningkatan keterampilan proses sains dengan menerapkan pendekatan STEM berbantuan *PhET Simulation*.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian quasi eksperimen dengan desain yang digunakan *Nonequivalent control group design*. Penelitian ini dilakukan pada jenjang SMP semester genap tahun pelajaran 2023-2024 di Pekanbaru. Populasi pada penelitian ini adalah seluruh siswa kelas IX SMP, dengan sampel 2 kelas yakni kelas eksperimen dengan jumlah siswa 24 orang yang mendapat perlakuan dengan pendekatan STEM berbantuan *PhET Simulation* (https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_all.html) pada materi struktur atom dan kelas kontrol dengan jumlah siswa 24 orang yang mendapat perlakuan model pembelajaran konvensional pada materi struktur atom. Teknik pengambilan sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah teknik *purposive sampling*. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes keterampilan proses sains dan observasi. Sebelum diuji kelas yang digunakan dalam penelitian diuji normalitas dan homogenitasnya. Kemudian data tersebut diuji dengan menggunakan uji *statistic non parametric* yaitu uji *Mann Whitney*. Selain itu, peneliti juga melakukan uji N-gain yang telah diuraikan oleh Hake (1999) untuk mengukur peningkatan keterampilan proses sains dengan diterapkannya pendekatan STEM berbantuan *PhET Simulation*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji prasyarat ini dilakukan melalui dua tes yaitu *pretest* dan *posttest*. Setelah dilakukan tes pada kelompok kelas eksperimen dan kelas kontrol diperoleh data mengenai kemampuan keterampilan proses sains siswa dapat dilihat pada Tabel 1.

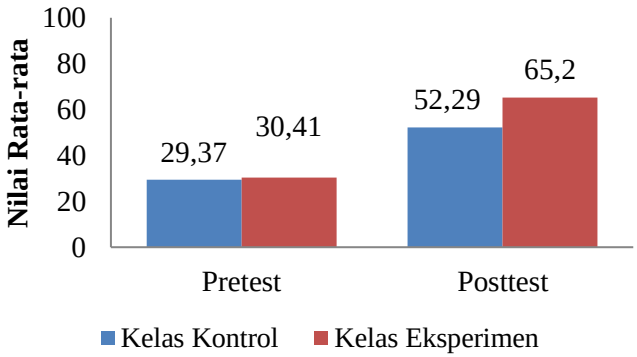
Tabel 1. Data Keterampilan Proses Sains Siswa

		N	Min.	Max.	Mean
Kontrol	Pretest	24	15	45	29.37
	Posttest	24	35	70	52.29
Eksperimen	Pretest	24	10	45	30.41
	Posttest	24	50	80	65.20

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai rata-rata *posttest* pada kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol yaitu dengan nilai rata-rata *posttest* sebesar 65.20, sedangkan kontrol sebesar 52.29. Jika dilihat dari selisih nilai rata-rata kedua kelas menunjukkan adanya pengaruh dari perbedaan perlakuan pada proses pembelajaran, sehingga nilai rata-rata pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan nilai rata-rata kelas kontrol. Dengan demikian dapat dikatan bahwa terdapat perbedaan rata-rata keterampilan proses sains siswa antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol.

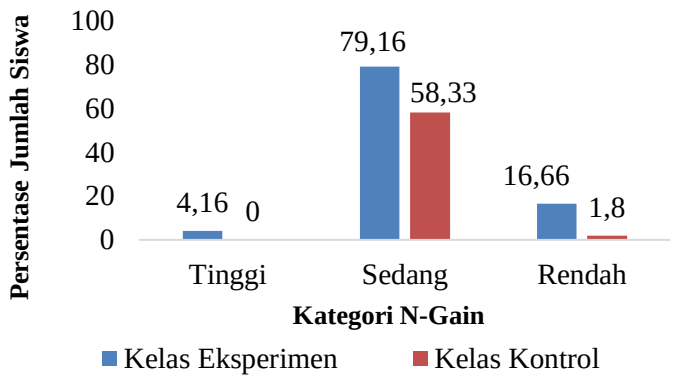
Dalam hal ini Firdaus & Puji Rahayu (2023) menyatakan bahwa keterampilan proses sains siswa yang belajar dengan pendekatan STEM lebih baik daripada siswa yang belajar dengan pendekatan saintifik. Pernyataan tersebut didukung oleh peneliti lain yang sudah dilakukan sebelumnya, menurut Suryanti *et al*. (2018) keterampilan proses sains mempunyai peran penting dalam pembelajaran IPA karena dapat meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa dengan konsep-konsep ilmiah.

Perbedaan nilai rata-rata keterampilan proses sains siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol yang diukur melalui soal pilihan ganda yang berjumlah 20 soal dan dikembangkan berdasarkan indikator keterampilan proses sains yang mencakup 6 yaitu observasi, klasifikasi, interpretasi, berhipotesis, menerapkan konsep, dan berkomunikasi. Soal keterampilan proses sains yang diujikan ke siswa menghasilkan nilai yang berbeda pada kedua kelas. Perbedaan perolehan nilai menunjukkan bahwa kelas yang diterapkan pendekatan STEM berbantuan *PhET Simulation* memiliki peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol.



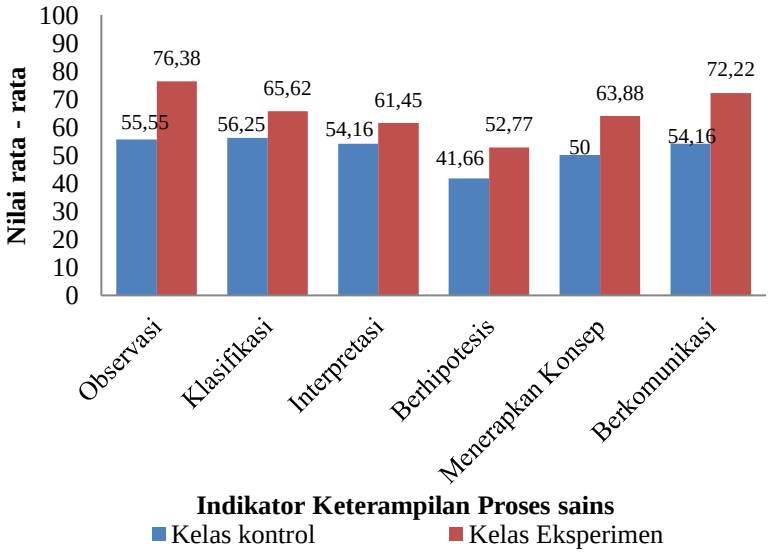
Gambar 1 . Grafik Nilai *Pretes Posttest* Keterampilan Proses Sains Siswa

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa terdapat peningkatan terhadap keterampilan proses sains siswa. Peningkatan tersebut terjadi pada kelas eksperimen yang diterapkan pendekatan STEM berbantuan *PhET Simulation*. Kedua kelas tersebut nilainya tergolong dalam kategori sedang. Hasil dari tes yang telah dilakukan oleh peneliti selama penelitian berlangsung, didapatkan bahwa siswa yang diterapkan pendekatan STEM berbantuan *PhET Simulation* jauh lebih aktif untuk belajar dibandingkan dengan kelas kontrol.



Gambar 2. Grafik Kategori Nilai N-Gain

Dari Gambar 2 menunjukkan hasil presentase nilai N-gain kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol pada kategori sedang dengan nilai presentase yaitu 79,16%. Peningkatan keterampilan proses sains siswa yang mendapatkan nilai lebih tinggi terdapat di kelas eksperimen. Penyebabnya karena pembelajaran yang berbasis STEM dapat menciptakan suasana belajar yang menarik dan menyenangkan, sehingga memudahkan siswa untuk memahami dan menerapkan konsep (Rahmawati *et al.*, 2022). STEM juga dapat meningkatkan kemampuan hasil belajar siswa (Aprianty *et al.*, 2020) dan minat belajar siswa (Barry *et al.*, 2019).



Gambar 3 . Grafik Persentase Keterampilan Proses Sains Siswa

Dari Gambar 3 menunjukkan hasil analisis data bahwa secara keseluruhan keterampilan proses sains siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol dalam setiap indikator. Pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM berbantuan *PhET Simulation* sangat efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains siswa. Ini membuktikan bahwa proses pembelajaran menggunakan *PhET Simulation* dapat membuat keterampilan proses sains siswa lebih baik.

Tabel 2. Analisis Hasil Uji

Kelas	Normalitas		Homogenitas		Uji *Mann Whitney*
	Pretest	*Posttest*	*Pretest*	*Posttest*	
Kontrol	0.249	0.192	0.727	0.673	0.001
Eksperimen	0.60	0.009			

Dari hasil data menggunakan program SPSS, dilakukan uji prasyarat dengan melakukan uji normalitas menggunakan uji *Shapiro Wilk*, pada kelas eksperimen dengan menggunakan pendekatan STEM berbantuan *PhET Simulation*, nilai signifikansi *pretest* sebesar 0,60 dan *posttest* sebesar 0,009 maka ditemukan nilai signifikansi *pretest* > dari signifikansi *alpha* 0,05 tetapi pada nilai signifikansi *posttest* < dari signifikansi *alpha* 0,05 yang artinya beristribusi tidak normal. Pada kelas kontrol menggunakan model pembelajaran konvensional, dilakukan uji normalitas *pretest* dengan nilai signifikansi sebesar 0,249 dan *posttest* sebesar 0,192 ditemukan bahwa nilai signifikansi > dari signifikansi *alpha* 0,05 yangartinya berdistribusi normal. Maka dapat simpulkan bahwa dilakukan uji *Mann Whitney* karena salah satu kelas berdistribusi tidak normal. Kemudian, dilakukan uji homogenitas melakukan uji *Levene Test (Test Homogenity Of Varience)* pada data *pretest* kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan signifikansi sebesar 0,727 ditemukan bahwa nilai signifikansi > dari signifikansi *alpha* 0,05 maka dapat disimpulkan bahawa kemampuan awal keterampilan proses sains siswa memiliki varian yang sama (homogen).

Selanjutnya untuk melihat uji hipotesis dilakukan setelah uji prasyarat dilakukan. Berdasarkan hasil analisis uji prasyarat diketahui bahwa data posttest eksperimen tidak terdistribusi normal sehingga untuk uji hipotesis dilakukan dengan cara uji hipotesis non parametrik yaitu uji *Mann Whitney*. Pengujian hipotesis dengan uji *Mann Whitney* dilakukan untuk melihat hasil kebenaran atau tidak hipotesis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa skor *posttest* pada kedua kelas diperoleh 0,001 < 0,05, maka dapat dikatakan H_1 diterima dan H_0 ditolak. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Pernyataan tersebut sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh Firdaus *et al.* (2023) yang menyebutkan bahwa salah satu pendekatan pembelajaran yang telah banyak dikembangkan saat ini untuk membantu meningkatkan keterampilan proses sains adalah pendekatan STEM. Hal ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Mahjatia *et al*. (2021) yang menyatakan bahwa pembelajaran dengan berbasis STEM praktis dan efektif serta teruji valid dengan pencapaian keterampilan proses sains yang diperoleh sangat baik ketika digunakan pada saat pembelajaran. Pernyataan tersebut juga diperkuat oleh Jatmika *et al*. (2020) bahwa model pembelajaran yang terintegrasi STEM mampu meningkatkan disemua indikator keterampilan proses sains yang diujikan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematic* (STEM) berbantuan *PhET Simulation* yang diberikan pada kelas eksperimen terdapat perbedaan keterampilan proses sains siswa dan dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan keterampilan proses sains yang signifikan antara kelas eksperimen yang menerapkan pendekatan STEM berbantuan *PhET Simulation* dengan kelas kontrol yang menerapkan model pembelajaran konvensional pada materi struktur atom. Dan penerapan dari pendekatan STEM berbantuan *PhET Simulation* juga dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa. Hal tersebut dibuktikan dengan adanya peningkatan dan perbedaan N-gain. Besarnya pengaruh *treatment* tersebut dibuktikan berdasarkan nilai N-gain siswa pada kelas eksperimen lebih banyak daripada kelas kontrol pada kategori sedang dan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Akinbobola, A. O., & Bada, A. A. (2022). The acquisition of science process skills through entrepreneurial physics education in senior secondary schools. *Research and Evaluation in Education*, *8*(2), 181–192. https://doi.org/10.21831/reid.v8i2.48787

Anik, P. (2020). Penerapan Pendekatan STEAM Pada Materi Struktur Atom Terhadap Pemahaman Konsep Kimia. *Sinasis*, *1*(1), 258–261.

Anisa, V. M., & Astriani, D. (2022). Implementation of PhET simulation with discovery learning model to improve understanding of dynamic electricity concepts. *Jurnal Pijar Mipa*, *17*(3), 292–301. https://doi.org/10.29303/jpm.v17i3.3438

Aprianty, H., Gani, A., & Pada, A. U. T. (2020). Implementation of Project-Based Learning Through Stem Approach To Improve Students' Science Process Skills and Learning Outcomes. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, *5*(2), 144–152. https://doi.org/10.15575/jtk.v5i2.8370

Azhar, A., Irianti, M., & Rahmadhani, M. (2023). The Effectiveness of The Virtual Lab-Assisted Guided Discovery Learning Model on Students' Science Process Skills. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, *9*(1), 35–40. https://doi.org/10.21009/1.09104

Barry, D. M., Kanematsu, H., Ogawa, N., Nakahira, K., Banavar, M., & Rivera, S. (2019). STEM activities for exploring Mars using innovative e-learning. *Procedia Computer Science*, *159*, 1126–1134. https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.281

Darmaji, D., Kurniawan, D. A., Astalini, A., & Heldalia, H. (2020). Analisis Keterampilan Proses Sains Siswa Pada Materi Pemantulan Pada Cermin Datar. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, *5*(7), 1013. https://doi.org/10.17977/jptpp.v5i7.13804

Grahito Wicaksono, A. (2020). Penyelenggaraan Pembelajaran Ipa Berbasis Pendekatan Stem Dalam Menyongsong Era Revolusi Industri 4.0. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, *10*(1), 54–62. https://doi.org/10.24929/lensa.v10i1.98

Hake, R. R. (1999). Analyzing change/gain scores. *Unpublished.[Online] URL: Http://Www. Physics. Indiana. Edu/\~ Sdi/AnalyzingChange-Gain. Pdf*, *16*(7), 1073–1080. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22025883%5Cnhttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:ANALYZING+CHANGE/GAIN+SCORES#0%5Cnhttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Analyzing+change/gain+scores#0

Jatmika, S., Lestari, S., Rahmatullah, R., Pujianto, P., & Dwandaru, W. S. B. (2020). Integrasi Project Based Learning dalam Science Technology Engineering and Mathematics untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dalam Pembelajaran Fisika. In *Jurnal Pendidikan Fisika dan Keilmuan (JPFK)* (Vol. 6, Issue 2, p. 107). Universitas PGRI Madiun. https://doi.org/10.25273/jpfk.v6i2.8688

Mahjatia, N., Susilowati, E., & Miriam, S. (2021). Pengembangan LKPD Berbasis STEM untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Siswa Melalui Inkuiri Terbimbing. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, *4*(3), 139. https://doi.org/10.20527/jipf.v4i3.2055

Muhammad Daffa Firdaus, Puji Rahayu, F. N. (n.d.). *Pengaruh Pendekatan Sciene, Technology, Engineering, and Mathematic (STEM) Terhadap Keterampilan Proses Sains*. *7*(September 2023), 720–730.

Rahmat, A. D., Kuswanto, H., & Wilujeng, I. (2022). *The Advantages and Applications of Augmented Reality in Science Education*. 1–7. https://doi.org/10.11594/nstp.2022.2501

Rahmawati, L., Juandi, D., & Nurlaelah, E. (2022). Implementasi Stem Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Kreatif Matematis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, *11*(3), 2002. https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i3.5490

Suryanti, Ibrahim, M., & Lede, N. S. (2018). Process skills approach to develop primary students' scientific literacy: A case study with low achieving students on water cycle. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *296*(1), 0–6. https://doi.org/10.1088/1757-899X/296/1/012030

Zuliatin, Q., Fatayah, F., Ika, D., & Yuliana, F. (2022). Pengembangan E-Lkpd Berbasis Stem (Science, Technology, Engineering, and Mathematic) Pada Materi Struktur Atom Development of Stem-Based E-Lkpd (Science, Technology, Engineering, and Mathematic) on Materials Atomic Structure. *UNESA Journal of Chemical Education*, *11*(3), 195–202.