



JURNAL RISET DAN INOVASI PENDIDIKAN SAINS (JRIPS)

Vol. 4 No. 2 (2025) pp. 100-108

<http://jurnal.umb.ac.id/index.php/JRIPS/>

p-ISSN: 2809-5200 e-ISSN: 2809-5219

## PENGARUH PEMBELAJARAN STEM TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA MATERI ASAM BASA

Karina<sup>1\*</sup>, Resti Tri Astuti<sup>2</sup>, Pandu Jati Laksono<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang

\*Corresponden Author : [pandujatiuin@radenfatah.ac.id](mailto:pandujatiuin@radenfatah.ac.id)

### ABSTRAK

Riset ini dilakukan untuk mengetahui dampak pembelajaran STEM terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi asam dan basa. Penelitian ini menggunakan metode kuasi eksperimen. Populasi yang diteliti meliputi seluruh siswa kelas XII yang belajar kimia di sekolah menengah atas di kota Palembang, dengan total 179 siswa yang dibagi menjadi 6 kelas. Dari populasi tersebut, sampel diambil dari 2 kelas menggunakan teknik pengambilan sederhana secara acak. Data diperoleh melalui tes pilihan ganda yang terdiri dari 10 soal yang mengukur berpikir kritis. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat pengaruh pembelajaran STEM terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi asam dan basa. Uji pengaruh ini dilakukan dengan menggunakan *independent sample t-test*, di mana nilai sig. (2-tailed) tercatat sebesar 0,001, yang berada di bawah 0,05 (0,001), artinya  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Hasil ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEM secara signifikan mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Peningkatan ini kemungkinan disebabkan oleh pendekatan STEM yang menekankan pada pemecahan masalah, integrasi konsep lintas disiplin, serta penerapan langsung dalam konteks kehidupan nyata. Dengan demikian, pembelajaran STEM dapat menjadi strategi efektif dalam mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, khususnya dalam memahami konsep kimia seperti asam dan basa.

**Kata Kunci:** Asam Basa, Kemampuan Berpikir Kritis, Pembelajaran STEM.

### PENDAHULUAN

Kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu keterampilan penting dalam pendidikan abad ke-21 yang harus dimiliki oleh peserta didik untuk menghadapi tantangan kehidupan nyata. Namun, berdasarkan hasil survei PISA tahun 2022, kemampuan berpikir kritis siswa Indonesia masih tergolong rendah, meskipun mengalami peningkatan dibandingkan tahun 2018. Indonesia menempati peringkat ke-71, atau sepuluh terbawah dari total peserta. Hal ini menunjukkan bahwa siswa Indonesia masih menghadapi kesulitan dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis secara optimal (Eka Sari et al., 2023). Pembelajaran abad 21 juga harus relevan dalam memenuhi tantangan dan

tuntutan dalam kehidupan nyata, termasuk berpikir kritis, kolaborasi, pemecahan masalah, literasi teknologi, manajemen diri, serta pengelolaan informasi dan pesan secara efektif (Mu'minah & Suryaningsih, 2020). Salah satu aspek krusial adalah kemampuan berpikir kritis, yang memungkinkan peserta didik untuk menganalisis informasi, mengevaluasi argumen, serta membuat keputusan berbasis bukti (Kusasi et al., 2024). Oleh karena itu, penguatan keterampilan berpikir kritis menjadi sangat penting.

Tujuan pembelajaran abad 21 mampu mendorong peserta didik mempunyai pengetahuan dasar yang komprehensif dan pemahaman besar serta mendapatkan dan menguasai keterampilan abad 21 untuk menghadapi persaingan global (Iffiani et al., 2024). Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan salah satu guru kimia di SMA Palembang untuk kurikulum merdeka di kelas XII baru digunakan dan kemampuan berpikir kritis rendah masih dimiliki oleh sebagian besar siswa. Hal tersebut diakibatkan karena dalam konsep kimia yang diberikan guru, peserta didik tidak bisa memecahkan permasalahan serta dalam proses pembelajaran guru jarang untuk menstimulasi masalah erat kaitannya pada kehidupan sehari-hari mereka alami. Kegiatan praktikum yang biasa juga dilakukan pada materi asam basa itu hanya mengetahui sifat-sifat asam dan basanya saja. Adapun penyebab lain berdasarkan wawancara dengan beberapa peserta didik kelas XII dalam pembelajaran lebih berpusat pada pendidik, dan kegiatan praktikum yang dilakukan pun terbatas, misalnya hanya untuk mengenali sifat asam dan basa tanpa eksplorasi konsep lebih dalam. Akibatnya, peserta didik mengalami kesulitan memahami konsep kimia yang kompleks dan abstrak.

Materi kimia yang diajarkan di kelas XII salah satunya merupakan asam basa. Pada pembelajaran kimia, materi yang memiliki karakteristik dengan tingkat kesulitan yang tinggi (Azizah et al., 2022). Kesulitan yang dialami siswa dalam belajar ilmu kimia kemungkinan besar disebabkan oleh kurangnya pemahaman mereka terhadap konsep-konsep dasar yang ada (Tri Astuti & Marzuki, 2018). Berpikir kritis sangat berarti bila dihadapkan dengan materi asam basa. Sebab asam basa dalam kimia erat kaitannya pada kehidupan dari menghubungkan konsep dengan realitas yang ditemui di kehidupan. Oleh karena itu, untuk menciptakan pembelajaran yang mampu mengoptimalkan kemampuan berpikir kritis siswa, diperlukan pendekatan yang menekankan pada pemecahan masalah dalam konteks kehidupan nyata. Salah satu materi yang relevan untuk diterapkan adalah asam basa, di mana asam merupakan zat yang dapat menghasilkan ion hidrogen ( $H^+$ ) ketika dilarutkan dalam air. Sebaliknya basa ialah zat yang bisa menciptakan ion hidroksida ( $OH^-$ ) jika dicampurkan dengan air. Banyak siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep dasar asam dan basa yang bersifat abstrak, terutama jika tidak dikaitkan dengan fenomena kehidupan sehari-hari (Astuti & Marzuki, 2017). Padahal, konsep asam basa sangat relevan dengan

berbagai peristiwa nyata seperti keasaman makanan, pembersih rumah tangga, hingga lingkungan.

Salah satu strategi menanggulangi permasalahan ini dengan mempraktikkan pendidikan yang bisa mendorong siswa buat berpikir kritis. Pembelajaran yang mendorong pemikiran kritis hendak menolong peserta didik dalam mengalami bermacam tantangan dalam pembelajaran abad 21. Salah satu pendekatan yang diyakini dapat menjadi solusi adalah pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) (Laksono et al., 2024). Pendidikan STEM memberikan pengalaman belajar integratif dan pendekatan pedagogis yang inovatif. Pembelajaran STEM dapat menolong siswa menekuni materi serta melaksanakan sesuatu perihal dalam belajar di kehidupan (Laksono & Efriani, 2025). Pembelajaran STEM juga dikenal mampu meningkatkan rasa ingin tahu, kepercayaan diri, dan kemampuan menghasilkan produk kreatif (Margot & Kettler, 2019; Pratiwi et al., 2019). Keunggulan STEM dapat memperoleh pendidikan aktif berbasis permasalahan sehingga mereka bisa berpikir kritis, menganalisis, serta fokus dalam pemecahan permasalahan (Pademi, 2023). Pembelajaran STEM sanggup meningkatkan rasa percaya diri peserta didik terhadap keahlian serta minatnya dibidang yang dipilihnya.

*National Science Foundation* (NSF) Amerika Serikat memperkenalkan STEM di tahun 1990. Saat ini, STEM ialah suatu pergerakan global praktik pada bidang pendidikan yang menggabungkan bermacam model integratif sains, teknologi, teknik, dan matematika agar menumbuhkan kualitas sumber daya manusia sesuai kebutuhan keterampilan abad ke-21 (Elviana & Sandika, 2023). Pembelajaran STEM melibatkan siswa secara langsung terkait dengan kegiatan secara efektif yang dapat mendorong pengembangan keterampilan dalam sains, teknologi, rekayasa, dan matematika (Laksono et al., 2025). Adapun kelebihan menggunakan pembelajaran STEM yaitu mampu mendorong memecahkan (Singer et al., 2020), dan mampu berpikir kritis, imajinasi kreatif siswa dalam menghasilkan suatu produk serta dapat menumbukan rasa keingin tahunya siswa (Margot & Kettler, 2019).

Manfaat yang diharapkan dalam riset ini ialah pembelajaran STEM pada materi asam basa diharapkan mampu menjadi alternatif strategis untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, karena pendekatan ini menekankan pemecahan masalah berbasis konteks nyata, eksplorasi konsep secara praktis, serta mendorong siswa aktif dalam proses pembelajaran sehingga meningkatkan mutu pendidikan sains. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah membuktikan pengaruh pembelajaran STEM terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi asam basa. Tujuan penelitian ini adalah Untuk mengetahui pengaruh pembelajaran STEM terhadap kemampuan berpikir kritis siswa dalam mempelajari materi asam basa di kelas XII SMA. Lebih jauh, pembelajaran STEM dan kemampuan berpikir kritis memiliki keterkaitan yang

erat secara teoritis maupun praktis. STEM tidak hanya memfasilitasi transfer pengetahuan lintas disiplin, tetapi juga mendorong aktivitas berpikir tingkat tinggi seperti analisis, evaluasi, dan sintesis informasi yang merupakan inti dari keterampilan berpikir kritis. Integrasi STEM memungkinkan siswa untuk menghadapi masalah yang kompleks secara sistematis, menggunakan pendekatan ilmiah dan rekayasa untuk menemukan solusi yang rasional.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuasi eksperimen, yaitu suatu bentuk eksperimen yang melibatkan kelompok kontrol, namun tidak sepenuhnya mampu mengontrol semua variabel luar yang mungkin mempengaruhi hasil perlakuan (Sugiyono, 2013). Bentuk desain kuasi eksperimen pada studi ini yakni *posttest only control group desain* yang terdiri dari dua kelas: satu kelas sebagai kelompok eksperimen yang diberikan perlakuan pembelajaran STEM, dan satu kelas sebagai kelompok kontrol yang mendapatkan pembelajaran konvensional. Pemilihan desain ini didasarkan pada pertimbangan bahwa penelitian hanya berfokus pada pengaruh pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kritis siswa setelah diberikan perlakuan, tanpa dilakukan pretest.

**Tabel 1.** Desain Penelitian

Kelas	Kelompok	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	A	X	O <sub>1</sub>
Kontrol	B	-	O <sub>2</sub>

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XII di salah satu SMA negeri di Kota Palembang. Sampel diambil menggunakan teknik simple random sampling, dan terpilih dua kelas: kelas XII.2 sebagai kelompok eksperimen dan kelas XII.4 sebagai kelompok kontrol. Instrumen pengumpulan data berupa tes pilihan ganda sebanyak 10 soal, yang disusun untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa berdasarkan kerangka yang dikembangkan oleh Facione (1990). Indikator kemampuan berpikir kritis dalam instrumen ini meliputi:

1. *Interpretation* – kemampuan memahami dan menjelaskan makna informasi,
2. *Analysis* – kemampuan mengidentifikasi argumen dan menguji ide,
3. *Evaluation* – kemampuan menilai kredibilitas sumber dan kekuatan argumen,
4. *Inference* – kemampuan menarik kesimpulan logis berdasarkan bukti.

Soal-soal disusun mengacu pada taksonomi kognitif Bloom revisi dengan tingkat kesulitan pada level C3 (mengaplikasikan), C4 (menganalisis), dan C5 (mengevaluasi), untuk menyesuaikan dengan berpikir kritis (Anderson

& Krathwohl, 2001). Instrumen divalidasi oleh ahli materi dan pendidikan kimia sebelum digunakan dalam pengambilan data.

Data hasil posttest dari kedua kelas dianalisis menggunakan uji independent sample t-test untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan dalam kemampuan berpikir kritis antara kelas eksperimen dan kontrol. Pengambilan keputusan berdasarkan nilai signifikansi (sig. 2-tailed) dengan kriteria sebagai berikut:

1. Jika nilai sig (2-tailed) < 0,05, maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima, yang menunjukkan adanya pengaruh.
2. Jika nilai sig (2-tailed) > 0,05, maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak, yang menunjukkan tidak ada pengaruh.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sehabis riset berakhir, didapat informasi berbentuk nilai berpikir kritis siswa di kelas eksperimen serta kontrol. Informasi ditampilkan pada tabel 2 berikut:

**Tabel 2.** Analisis Deskriptif

Kelas	Mean
	Berpikir Kritis
Kelas Eksperimen	60,00
Kelas Kontrol	43,33

Hasil riset menciptakan ada perbandingan nilai mean antara kelas eksperimen dan kontrol. Siswa dikelas eksperimen yang diberikan perlakuan mendapatkan nilai mean lebih besar ialah 60,00. Kebalikannya di kelas kontrol didapat nilai mean 43,33. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh pembelajaran STEM pada kelas eksperimen. Penerapan pembelajaran berbasis STEM juga dapat meningkatkan serta memberikan pengaruh atas pencapaian hasil kemampuan berpikir kritis (Wijayanto et al., 2020).

Pengambilan informasi sudah didapat, periset menggunakan uji *independent sederhana t-test* buat pengaruh berpikir kritis. Uji *independent sederhana t-test* tersebut ditampilkan pada tabel 3 berikut:

**Tabel 3.** Hasil Uji *Independent Simple T-test*

<i>Independent Samples Test</i>	<i>Equal variances assumed</i>	<i>Equal variances not assumed</i>
<i>F</i>	0,787	
<i>Sig.</i>	0,379	
<i>T</i>	3,637	3,637

<i>Sig. (2-tailed)</i>		0,001	0,001
<i>Mean Difference</i>		16,667	16,667
<i>Std. Error Difference</i>		4,582	4,582
<i>95% Confidence Interval of the Difference</i>	<i>Lower</i>	7,494	7,491
	<i>Upper</i>	25,839	25,842

Dari hasil analisis informasi, diperoleh nilai sig sebesar 0,001 ( $<0,05$ ) menunjukkan terdapatnya pengaruh yang signifikan terhadap keahlian berpikir kritis siswa. Jadi, bila dengan diberikan perlakuan pembelajaran STEM kemampuan berpikir kritis partisipan didik jadi bagus besar.

Riset ini meyakinkan kalau pembelajaran STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Prihal ini nampak pada nilai *mean* kedua aspek tersebut lebih besar kelas eksperimen dibandingkan kelas kontrol. Penemuan diperkuat oleh riset lebih dahulu menunjukkan kalau pelaksanaan pendidikan berbasis STEM pula bisa meningkatkan dan memiliki pengaruh atas pencapaian hasil keahlian berpikir kritis (Wijayanto et al., 2020).

Bersumber pada hasil Uji *independent sample t-test* memakai SPSS 25 menampilkan nilai probabilitas signifikansi ialah sebesar 0,001 dimana pengambilan keputusan uji hipotesis yakni bila nilai signifikansi lebih dari 0,05,  $H_0$  diterima serta  $H_a$  ditolak, namun bila nilai signifikansi kurang dari 0,05,  $H_0$  diterima serta  $H_a$  ditolak. Hasil uji-t menampilkan nilai signifikansi 0,001. Hasilnya menampilkan kalau pembelajaran STEM mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap keahlian berpikir kritis siswa.

Hal ini sesuai antara antara kelas eksperimen serta kontrol kalau dengan anggapan terdapatnya perbandingan nilai partisipan didik yang dicermati serta diperkirakan selaku data lewat pengalamn pembelajaran ataupun pemakaian strategi, hingga hendak terus menjadi meningkatkan berpikir kritis (Widana & Septiari, 2021). Secara tidak langsung proses pembelajara STEM dapat mempersiapkan peserta didik untuk menghadapi permasalahan kompleks melalui kegiatan yang menuntut mereka merancang, mencipta, dan memecahkan masalah secara inovatif. Hal ini terlihat siswa lebih bersemangat karena langsung terhubung dengan keadaan sebenarnya atau keadaanya saat ini.

Beberapa studi mendukung bahwa pembelajaran STEM meningkatkan partisipasi aktif siswa, memfasilitasi pemikiran tingkat tinggi, serta mengembangkan kompetensi untuk memahami dan memecahkan masalah sehari-hari secara logis dan sistematis (Ntemngwa & Oliver, 2018; Pangestika & Yamtinah, 2020). Selain mendorong kemampuan berpikir kritis, pendekatan ini juga memupuk keterampilan kolaboratif, kreativitas, serta kemampuan reflektif dalam mengambil keputusan berdasarkan data dan fakta Pembelajaran STEM

tidak hanya efisien buat keahlian berpikir kritis tetapi pemakaian pendidikan STEM sanggup mendesak siswa buat menciptakan pemecahan kreatif, berpikir logis menganalisis, serta membongkar permasalahan yang dapat melatih peserta didik dalam menghadapi masalah, penting untuk menjadi seorang penemu dan inovator yang peka terhadap perkembangan teknologi. Menurut Han et al., (2016), siswa yang terlibat dalam pembelajaran STEM menunjukkan peningkatan signifikan dalam aspek analytical reasoning, inferensi, dan evaluasi argumen, yang merupakan komponen inti dalam berpikir kritis.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data, penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara penerapan pembelajaran STEM terhadap kemampuan berpikir kritis siswa kelas XII pada materi asam basa di salah satu SMA di Kota Palembang. Hal ini dibuktikan melalui hasil uji independent sample t-test yang menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0,001 ( $p < 0,05$ ), yang berarti hipotesis nol ( $H_0$ ) ditolak dan hipotesis alternatif ( $H_a$ ) diterima. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan pembelajaran STEM secara efektif mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Hasil ini memperkuat temuan sebelumnya bahwa pendekatan STEM memberikan kontribusi positif terhadap pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi, terutama dalam konteks pembelajaran sains yang kontekstual dan berbasis pemecahan masalah. Oleh karena itu, integrasi pembelajaran STEM dalam materi kimia, khususnya asam basa, dapat menjadi strategi pedagogis yang relevan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan kesiapan siswa menghadapi tantangan abad ke-21.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives: complete edition*. Addison Wesley Longman, Inc. <https://eduq.info/xmlui/handle/11515/1882>
- Astuti, R. T., & Marzuki, H. (2017). Analisis kesulitan pemahaman konsep pada materi titrasi asam basa siswa SMA. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 1(1), 22–27.
- Azizah, N. L., Mahardiani, L., & Yamtinah, D. S. (2022). Analisis Miskonsepsi dengan Tes Diagnostik Two-Tier Multiple Choice dan In-Depth Interview pada Materi Asam Basa. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 11(2), 168–177.
- Eka Sari, L., Syahril, & Risdalina. (2023). Penerapan Pembelajaran Steam Untuk Meningkatkan Minat Belajar Dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sd. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti*, 10(3), 530–543. <https://doi.org/10.38048/jipcb.v10i3.1652>

- Elviana, V., & Sandika, B. (2023). *Peningkatan Hasil Belajar Siswa Melalui Pendekatan STEM Pada Materi Sel Kelas XI MIPA SMA Negeri Ambulu Jember Universitas Islam Negeri Kiai Haji Achmad Siddiq Jember*. 05.
- Facione, P. (1990). *Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction (The Delphi Report)*. <https://philarchive.org/archive/faccta>
- Han, S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2016). How science, technology, engineering, and mathematics project based learning affects high-need students in the US. *Learning and Individual Differences*, 51, 157–166.
- Iffiani, Z., Chaerunnisa, Surudin, Y., Rosdianto, Ngabidin, & Ika Kartika. (2024). Pengembangan Kurikulum Berbasis STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) untuk Meningkatkan Kreativitas dan Kemampuan Berfikir Kritis. *Reslaj: Religion Education Social Laa Roiba Journal*, 6(4), 2103–2116. <https://doi.org/10.47467/reslaj.v6i4.1217>
- Kusasi, M., Bakti, I., & Astuti, R. T. (2024). *Development of E-modules of Reaction Rate Problem-Based Learning Model to Improve Students' Critical Thinking Skills and Wasaka Character*. 9(2), 219–238. <https://doi.org/10.30870/educhemia.v9i2.27504>
- Laksono, P. J., & Efriani, A. (2025). *Unveiling STEM Education Conceptions: Insights from Pre-Service Mathematics and Science Teachers*. 6(1), 54–61. <https://doi.org/10.37251/isej.v6i1.1387>
- Laksono, P. J., Patriot, E. A., Safarwati, L., & Alinda, O. L. (2025). *Water Quality Modeling: A Project Based Learning in STEM*. 2024.
- Laksono, P. J., Shidiq, A. S., Yuniyanto, I., & Patriot, E. A. (2024). Developing Chemistry Lesson Plan Design: Integrating Scientific Explanation by CER Framework in STEM Learning. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 8(1), 27–38.
- Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>
- Mu'minah, I. H., & Suryaningsih, Y.-. (2020). Implementasi STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) Dalam Pembelajaran Abad 21. *BIO EDUCATIO: (The Journal of Science and Biology Education)*, 5(1), 65–73. <https://doi.org/10.31949/be.v5i1.2105>
- Ntemngwa, C., & Oliver, J. S. (2018). The Implementation of Integrated Science Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Instruction Using Robotics in the Middle School Science Classroom. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 6(1), 12–40.
- Pademi, B. S. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Melior: Jurnal Riset Pendidikan Dan*

- Pangestika, I. D., & Yamtinah, S. (2020). *Pengaruh Penggunaan Model Project Based Learning Terintegrasi Science , Technology , Engineering & Mathematics ( PjBL-STEM) Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Kelas XI MIPA SMA Negeri 3 Surakarta Pada Materi Larutan Asam Basa*. 9(1), 105–110.
- Pratiwi, S. N., Cari, C., & Aminah, N. S. (2019). Pembelajaran IPA abad 21 dengan literasi sains siswa. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika*, 9(1), 34–42.
- Singer, A., Montgomery, G., & Schmoll, S. (2020). How to foster the formation of STEM identity: Studying diversity in an authentic learning environment. *International Journal of STEM Education*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00254-z>
- Sugiyono, D. (2013). *Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D*. [https://digilib.unigres.ac.id/index.php?p=show\\_detail&id=43](https://digilib.unigres.ac.id/index.php?p=show_detail&id=43)
- Tri Astuti, R., & Marzuki, H. (2018). Analisis Kesulitan Pemahaman Konsep Pada Materi Titrasi Asam Basa Siswa Sma. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 1(1), 22–27. <https://doi.org/10.19109/ojpk.v1i1.1862>
- Widana, I. W., & Septiari, K. L. (2021). Kemampuan berpikir kreatif dan hasil belajar matematika siswa menggunakan model pembelajaran Project-Based Learning berbasis pendekatan STEM. *Jurnal Elemen*, 7(1), 209–220.
- Wijayanto, T., Supriadi, B., & Nuraini, L. (2020). Pengaruh model pembelajaran project based learning dengan pendekatan STEM terhadap hasil belajar siswa sma. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 9(3), 113–120.