Science and Education Journal
Vol 5 No 2 (2026)
E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Pengaruh Pembelajaran Berbasis *Science, Technology, Engineering, And Mathematics* (Stem) Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Laju Reaksi

Nurul Asy Syifa[1], Evi Sapinatul Bahriah[2], Rizqy Nur Sholihat[3]
[1,2,3]Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta,
evi@uinjkt.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pembelajaran berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) terhadap hasil belajar siswa pada materi laju reaksi. Materi laju reaksi merupakan materi kimia yang bersifat abstrak sehingga peserta didik sering mengalami kesulitan dalam memahami konsep, menganalisis, serta melakukan perhitungan matematis. Penelitian ini menggunakan metode quasi experiment dengan desain Nonequivalent Control Group Design. Populasi penelitian adalah seluruh peserta didik kelas XI SMA Negeri 74 Jakarta Tahun Ajaran 2025/2026. Sampel penelitian dipilih menggunakan teknik purposive sampling, yaitu kelas XI-B sebagai kelas eksperimen dan XI-C sebagai kelas kontrol, yang masing-masing berjumlah 34 peserta didik. Instrumen penelitian berupa 20 soal pilihan ganda yang telah memenuhi kriteria valid dan reliabel. Analisis data dilakukan melalui uji normalitas, uji homogenitas, dan uji hipotesis. Hasil pretest menunjukkan bahwa kemampuan awal kedua kelas tidak berbeda secara signifikan (0,86 > 0,05). Karena data posttest tidak berdistribusi normal, pengujian hipotesis dilakukan menggunakan uji Mann Whitney dan diperoleh nilai signifikansi 0,00 < 0,05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata posttest kelas eksperimen (83,53) lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol (72,21). Dengan demikian, pembelajaran berbasis STEM berpengaruh secara signifikan terhadap hasil belajar siswa pada materi laju reaksi.

Kata kunci: *pembelajaran STEM, Project Based Learning, hasil belajar, laju reaksi*

Abstract

This study aims to determine the effect of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)-based learning on student learning outcomes in the reaction rate material. The reaction rate material is an abstract chemical material so that students often experience difficulties in understanding the concept, analytical, and performing mathematical calculations. This study used a quasi-experimental method with a Nonequivalent Control Group Design. The study population was all grade XI students of SMA Negeri 74 Jakarta in the 2025/2026 academic year. The research sample was selected using a purposive sampling technique, namely class XI-B as the experimental class and XI-C as the control class, each consisting of 34 students. The research instrument was in the form of 20 multiple-choice questions that had met the criteria for validity and reliability. Data analysis was carried out through normality tests, homogeneity tests, and hypothesis tests. The pretest results showed that the initial abilities of the two classes did not differ significantly (0.86 > 0.05). Because the posttest data were not normally distributed, hypothesis testing was conducted using the Mann Whitney test and obtained a significance value of 0.00 < 0.05 so that H0 was rejected and H1 was accepted. The results showed that the average posttest of the experimental class (83.53) was higher than that of the control class (72.21). Thus, STEM-based learning has a significant effect on student learning outcomes in the reaction rate material.

Keywords: *STEM learning, Project Based Learning, learning outcomes, reaction rate*

Corresponding Author:

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Evi Sapinatul Bahriah, M.Pd.

Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, evi@uinjkt.ac.id

PENDAHULUAN

Kimia merupakan salah satu mata pelajaran sains yang menuntut kemampuan berpikir abstrak, analisis kuantitatif, dan pemahaman konsep secara mendalam. Salah satu materi yang secara konsisten dipandang sulit oleh siswa adalah laju reaksi, karena materi ini menuntut pemahaman konsep, kemampuan analisis data hasil percobaan, serta perhitungan matematis secara bersamaan (Astafani et al., 2024). Karakteristik abstrak inilah yang membuat siswa rentan mengalami miskonsepsi dan cenderung menghafal rumus tanpa memahami konsep secara mendalam (Fantiani et al., 2023).

Persoalan ini diperparah oleh pembelajaran yang masih didominasi metode ceramah dan kurangnya pengalaman praktis, sehingga siswa menjadi pasif dan kurang termotivasi (Astafani et al., 2024). Secara nasional, kondisi ini turut tercermin pada capaian sains Indonesia dalam *Programme for International Student Assessment* (PISA), yang tercatat sebesar 383 pada tahun 2022, menurun dari 389 pada tahun 2018, dan masih berada di bawah rata-rata dunia (OECD, 2023). Temuan ini menegaskan perlunya inovasi pembelajaran yang mendorong keterkaitan antara pengetahuan dan penerapannya dalam kehidupan nyata, bukan sekadar hafalan konsep.

Pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) hadir sebagai alternatif yang menjanjikan untuk menjawab persoalan tersebut. STEM adalah pendekatan interdisipliner yang mengajak siswa memanfaatkan teori sains, teknologi, rancangan rekayasa, dan matematika untuk menuntaskan persoalan nyata dalam kehidupan sehari-hari (Bybee, 2013). Pendekatan ini juga sejalan dengan arah kebijakan kurikulum nasional yang mendorong integrasi STEM dalam pembelajaran sains di Indonesia (BSKAP, 2025). Dalam penelitian ini, pendekatan STEM diimplementasikan melalui model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL), yaitu model pembelajaran yang berpusat pada pengerjaan proyek nyata, di mana siswa melakukan investigasi mandiri dalam periode waktu tertentu untuk menciptakan suatu karya (Thomas, 2000). Model PjBL diterapkan melalui enam tahap, yaitu: (1) memulai dengan pertanyaan mendasar, (2) merancang rencana proyek, (3) membuat jadwal pelaksanaan proyek, (4) memantau siswa dan perkembangan proyek, (5) menilai hasil proyek, dan (6) mengevaluasi pengalaman (Lucas, 2007).

Sejumlah penelitian terdahulu telah membuktikan efektivitas pendekatan STEM berbasis PjBL terhadap hasil belajar siswa pada berbagai materi kimia, misalnya pada materi termokimia (Amdayani et al., 2022) dan kesetimbangan kimia (Barkah & Kurniawati, 2025). Pada materi laju reaksi secara khusus, Rahayu & Sutarno (2021) melaporkan peningkatan hasil belajar melalui model *Discovery*-PjBL berbasis STEM, dan (Rahmawati & Fadhilah, 2022) menemukan bahwa pendekatan STEM efektif meningkatkan keterampilan proses sains pada topik yang sama. Meskipun demikian, penelitian yang secara spesifik menguji pengaruh STEM berbasis PjBL terhadap hasil belajar kognitif siswa pada materi laju reaksi, dengan penerapan konsep pembuatan pembersih karat ramah lingkungan dan analisis capaian per indikator pembelajaran, masih terbatas. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengisi kekosongan tersebut sekaligus memperkuat bukti empiris mengenai konsistensi pengaruh STEM lintas topik kimia yang berbeda.

Berdasarkan uraian tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh penerapan pembelajaran berbasis STEM terhadap hasil belajar siswa pada materi

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

laju reaksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pembelajaran berbasis STEM terhadap hasil belajar siswa pada materi laju reaksi. Berlandaskan tinjauan teori yang telah dipaparkan, hipotesis penelitian ini merumuskan bahwa penerapan pembelajaran berbasis STEM memberikan pengaruh yang bermakna (signifikan) terhadap hasil belajar siswa pada materi laju reaksi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *quasi experiment* dengan rancangan *nonequivalent control group design* (Sugiyono, 2013). Desain ini dipilih karena keterbatasan kondisi sekolah, sehingga peneliti menggunakan kelas yang telah terbentuk sebelumnya tanpa mengubah komposisi siswa. Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 74 Jakarta Selatan pada rentang waktu 9 Februari hingga 6 Maret 2026. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas XI SMA Negeri 74 Jakarta Selatan tahun ajaran 2025/2026. Sampel penelitian dipilih melalui teknik *purposive sampling* berdasarkan kriteria kemiripan karakteristik antar kelas dan kesiapan siswa yang telah menempuh materi prasyarat, yaitu kelas XI-B sebagai kelas eksperimen dan XI-C sebagai kelas kontrol, masing-masing berjumlah 34 siswa.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pembelajaran berbasis STEM, sedangkan variabel terikatnya adalah hasil belajar siswa pada ranah kognitif. Ranah kognitif dipilih karena secara langsung mencerminkan kemampuan siswa dalam memahami, menerapkan, dan menganalisis konsep, serta dapat diukur secara objektif melalui instrumen tes (Arikunto et al., 2021). Kedua kelas menjalani *pretest* sebelum perlakuan, kemudian diberikan perlakuan yang berbeda: kelas eksperimen mendapat model PjBL berbasis STEM melalui proyek pembuatan produk pembersih karat ramah lingkungan yang mengaitkan konsep laju reaksi dengan persoalan nyata, sedangkan kelas kontrol mendapat pembelajaran konvensional. Setelah itu, kedua kelas menjalani *posttest* dengan instrumen yang sama.

Instrumen penelitian berupa tes pilihan ganda yang disusun berdasarkan lima indikator pembelajaran materi laju reaksi. Sebanyak 31 soal awal divalidasi oleh ahli materi, kemudian diuji validitas empiris dengan bantuan SPSS, dan diperoleh 21 soal valid. Selanjutnya dipilih 20 soal yang representatif terhadap kelima indikator pembelajaran sebagai instrumen final, dengan koefisien reliabilitas sebesar 0,87 (Anwar, 2009).

Teknik analisis data dilakukan secara bertahap. Pertama, statistik deskriptif digunakan untuk menghitung rata-rata, standar deviasi, dan persentase capaian per indikator. Kedua, dilakukan uji prasyarat berupa uji normalitas *Shapiro Wilk* (karena jumlah sampel $n < 50$) dan uji homogenitas untuk menentukan jenis uji hipotesis yang sesuai. Ketiga, uji hipotesis dilakukan menggunakan uji-t independen apabila data berdistribusi normal dan homogen, atau uji non-parametrik *Mann Whitney* apabila salah satu asumsi tersebut tidak terpenuhi. Seluruh pengujian statistik dilakukan pada taraf signifikansi $\alpha = 0{,}05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Belajar Pretest dan Posttest

Data hasil *pretest* dan *posttest* kelas kontrol dan kelas eksperimen disajikan pada Tabel 1.

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

Data	*Pretest* Kontrol	*Pretest* Eksperimen	*Posttest* Kontrol	*Posttest* Eksperimen
Jumlah siswa	34	34	34	34
Nilai terendah	15	15	55	55
Nilai tertinggi	65	60	95	100
Rata-rata	38,09	37,50	72,21	83,53

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Data	*Pretest* Kontrol	*Pretest* Eksperimen	*Posttest* Kontrol	*Posttest* Eksperimen
Standar deviasi	2,49	2,08	1,86	3,01

Kemampuan awal (*pretest*) kedua kelompok relatif sama, dengan rata-rata kelas kontrol sebesar 38,09 dan kelas eksperimen sebesar 37,50. Hasil uji-t terhadap data *pretest* menunjukkan nilai signifikansi 0,86 (> 0,05), yang berarti tidak terdapat perbedaan kemampuan awal yang signifikan antara kedua kelas, sehingga kedua kelompok berangkat dari titik yang sama sebelum perlakuan diberikan. Setelah perlakuan diberikan, hasil *posttest* menunjukkan perubahan yang signifikan: kelas kontrol memperoleh rata-rata 72,21, sedangkan kelas eksperimen mencapai 83,53. Standar deviasi *posttest* kelas eksperimen (3,01) yang lebih besar dibandingkan kelas kontrol (1,86) mengindikasikan keragaman capaian individu yang lebih tinggi pada kelas eksperimen, sejalan dengan sifat data *posttest* kelas eksperimen yang tidak berdistribusi normal.

Uji hipotesis terhadap data *posttest* dilakukan dengan uji *Mann-Whitney* karena data *posttest* kelas eksperimen tidak berdistribusi normal. Hasil pengujian menunjukkan nilai Asymp. Sig. (2-tailed) sebesar 0,00 (< 0,05), sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Dengan demikian, terdapat perbedaan hasil belajar yang signifikan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen, yang mengindikasikan bahwa pembelajaran berbasis STEM berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar siswa pada materi laju reaksi.

2. Capaian Hasil Belajar Berdasarkan Indikator Pembelajaran

Analisis capaian hasil belajar berdasarkan lima indikator pembelajaran disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil *Pretest* dan *Posttest* Berdasarkan Indikator Pembelajaran (%)

Indikator Pembelajaran	*Pretest* Kontrol	*Pretest* Eksperimen	*Posttest* Kontrol	*Posttest* Eksperimen
1	66,18	63,24	80,15	91,91
2	20,59	33,82	48,53	60,29
3	38,82	38,82	74,12	77,65
4	36,03	30,88	76,47	87,50
5	23,53	22,35	70,00	88,83
Rata-rata:	**37,03**	**37,82**	**69,85**	**81,24**

Keterangan indikator: *(1) menyebutkan pengertian laju reaksi dan teori tumbukan; (2) menentukan pengukuran laju reaksi; (3) menganalisis data percobaan untuk menentukan persamaan laju reaksi; (4) mengaitkan faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi dengan teori tumbukan; (5) merancang percobaan ilmiah berdasarkan teori tumbukan dan faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi.*

Pada tahap *pretest*, capaian kedua kelas relatif homogen dan cenderung rendah pada seluruh indikator. Setelah pembelajaran berlangsung, capaian pada tiap indikator meningkat di kedua kelas, namun peningkatan pada kelas eksperimen jauh melampaui kelas kontrol. Selisih paling mencolok terlihat pada indikator kelima, yaitu kemampuan merancang percobaan ilmiah berdasarkan teori tumbukan, di mana kelas eksperimen mencapai 88,83% berbanding 70,00% pada kelas kontrol. Temuan ini sejalan dengan karakteristik indikator tersebut yang paling merepresentasikan keterpaduan aspek *Science*, *Technology*, dan *Engineering*, sehingga paling terbantu oleh pengalaman proyek nyata yang dijalani kelas eksperimen.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

3. Pembahasan

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEM melalui model PjBL memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil belajar siswa pada materi laju reaksi. Terdapat beberapa faktor yang menjelaskan temuan ini. Pertama, kesetaraan kemampuan awal kedua kelompok memastikan bahwa perbedaan hasil akhir yang diperoleh murni disebabkan oleh perbedaan perlakuan pembelajaran, bukan oleh perbedaan kemampuan awal siswa. Kedua, proyek nyata pembuatan produk pembersih karat ramah lingkungan menjadi pembelajaran berbasis proyek yang mengaitkan konsep laju reaksi dengan persoalan kehidupan sehari-hari, sehingga siswa tidak sekadar menghafal rumus, melainkan memahami penerapannya secara konkret. Ketiga, keenam tahap PjBL yang diterapkan secara sistematis yang mulai dari perumusan pertanyaan mendasar hingga evaluasi pengalaman, lalu memberi ruang bagi siswa untuk terlibat aktif dalam proses eksplorasi, perancangan, dan pengujian solusi, sesuai dengan prinsip pembelajaran aktif yang dianjurkan dalam pendekatan STEM (Bybee, 2013).

Temuan ini konsisten dengan sejumlah penelitian terdahulu yang menunjukkan efektivitas STEM berbasis PjBL pada berbagai materi kimia dan sains, seperti pada materi termokimia (Amdayani et al., 2022), kesetimbangan kimia (Barkah & Kurniawati, 2025), maupun pada mata pelajaran IPA dan matematika (Harahap et al., 2022). Secara khusus pada materi laju reaksi, hasil penelitian ini memperkuat temuan Rahayu & Sutarno (2021) dan (Rahmawati & Fadhilah, 2022) yang juga melaporkan peningkatan hasil belajar dan keterampilan proses sains melalui pendekatan STEM. Konsistensi temuan lintas topik dan lintas jenjang ini menunjukkan bahwa pengaruh positif STEM terhadap hasil belajar bukan merupakan fenomena kebetulan pada satu konteks tertentu, melainkan pola yang relatif stabil ketika pembelajaran dirancang berdasarkan proyek dan persoalan nyata.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki sejumlah keterbatasan. Pertama, sampel penelitian terbatas pada dua kelas di satu sekolah yang dipilih melalui purposive sampling, sehingga generalisasi hasil ke populasi yang lebih luas perlu dilakukan secara hati-hati. Kedua, hasil belajar yang diukur terbatas pada ranah kognitif, belum mencakup ranah afektif dan psikomotorik. Ketiga, sebagai penelitian *quasi experiment*, tidak semua variabel luar dapat dikendalikan misalnya motivasi individual atau dukungan belajar di luar kelas.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran berbasis STEM melalui model *Project Based Learning* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil belajar siswa pada materi laju reaksi, sebagaimana dibuktikan melalui uji *Mann-Whitney* dengan nilai signifikan (2-tailed) sebesar 0,00 (< 0,05). Kelas eksperimen memperoleh rata-rata *posttest* sebesar 83,53, lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang memperoleh rata-rata 72,21, dengan peningkatan tertinggi pada indikator kemampuan merancang percobaan ilmiah berdasarkan teori tumbukan.

SARAN

Berdasarkan temuan ini, disarankan agar guru mempertimbangkan penerapan pembelajaran aktif dan kontekstual berbasis STEM sebagai alternatif model pengajaran materi laju reaksi maupun materi kimia lain yang bersifat abstrak. Pihak sekolah disarankan memfasilitasi sarana laboratorium serta pelatihan guru terkait penerapan STEM. Penelitian selanjutnya disarankan memperluas cakupan sampel penelitian serta mencakup pengukuran pada ranah afektif, psikomotorik, dan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis dan kolaborasi.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

DAFTAR PUSTAKA

Amdayani, S., Dalimunthe, M., & Nasution, H. A. (2022). Pengaruh Modul Termokimia Berbasis STEM terhadap Hasil Belajar dan Motivasi Belajar Mahasiswa pada Mata Kuliah Kapita Selekta Kimia. SCHOOL EDUCATION JOURNAL PGSD FIP UNIMED, 12(2), 95–101. https://doi.org/10.24114/sejpgsd.v12i2.34343

Anwar, A. (2009). Statistika untuk Penelitian Pendidikan dan Aplikasinya dengan SPSS dan Excel (Pertama). IAIT Press.

Arikunto, S., Suhardjono, & Supardi. (2021). Penelitian Tindakan Kelas (Suryani, Ed.; Revisi). PT. Bumi Aksara.

Astafani, A., Fenti Resmawati, R., Muhammad Eden Luqmanul Hakim JurusanPendidikan Kimia, dan, Sains Dan Teknologi, F., Islam Negeri Walisongo Semarang Jalan Hamka, U., Semarang, K., & Tengah, J. (2024). Systematic Review: Faktor-Faktor Kesulitan Belajar Materi Kimia. In JIPK (Vol. 18, Number 2). http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JIPK

Barkah, F. A., & Kurniawati, D. (2025). Efektivitas Modul PBL Terintegrasi STEM Materi Kesetimbangan Kimia Terhadap Hasil Belajar Siswa. BIOCHEPHY: Journal of Science Education, 5(1), 188–194. https://doi.org/10.52562/biochephy.v5i1.1597

BSKAP. (2025). STEM Sains Teknologi Enjinering Matematika. Pusat Kurikulum dan Pembelajaran Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementrian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia.

Bybee, R. W. (2013). Challenges and Opportunities The Case for Education (W. T. Jr., Ed.). David Beacom. www.nsta.org/permissions.

Fantiani, C., Afgani, M. W., & Astuti, R. T. (2023). Analisis Miskonsepsi Siswa Berbantuan Certainty of Response Index (CRI) pada Materi Pembelajaran Laju dan Orde reaksi. Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia, 17(1), 36–40. https://doi.org/10.15294/jipk.v17i1.34946

Harahap, R., Ahmad, N. Q., & Fiteri, R. (2022). Peningkatan Kemampuan Kreativitas Matematis Siswa melalui Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) berbasis Project Based Learning (PjBL). EDUKATIF : JURNAL ILMU PENDIDIKAN, 4(3), 3479–3488. https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i3.2621

Lucas. (2007). Rigorous Project-Based Learning An Inquiry-Based Educational Approach.

OECD. (2023). PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/53f23881-en

Rahayu, A. S., & Sutarno, J. (2021). Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Konsep Laju Reaksi dengan Model Discovery PjBL Berbasis STEM di SMAN 1 Lemahabang Cirebon. Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains (JPFS), 4(1), 17–23. https://doi.org/10.52188/jpfs.v4i1.104

Rahmawati, D. F., & Fadhilah, R. (2022). The Effectiveness of The STEM Approach on Science Process Skills in Studying Reaction Rate. European Journal of Mathematics and Science Education, volume-3-2022(volume-3-issue-2-december-2022), 135–143. https://doi.org/10.12973/ejmse.3.2.135

Sugiyono. (2013). Metode Penelitian Kuantitatif. CV. Alfabeta.

Thomas, J. W. (2000). A Review Of Research On Project-Based Learning. http://www.bie.org/index.php/site/RE/pbl_research/29