REFLECTION JOURNAL
https://journal-center.litpam.com/index.php/RJ
reflectionjournal21@gmail.com

Juni, 2026 Vol. 6, No. 1
e-ISSN: 2808-1501
pp. 193-203

Pengaruh Model *Project Based Learning* (PjBL) Dengan Pendekatan STEM Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Laju Reaksi

***Ristin Tri Putri Daeli, Destria Roza**
[1]Prodi Pendidikan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Medan, Jalan Willem Iskandar Pasar V Medan Estate, Indonesia
*Correspondence e-mail: ristindaelyyy@gmail.com

Diterima: Maret 2026; Revisi: Maret 2026; Diterbitkan: Juni 2026

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model *Project Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan STEM terhadap hasil belajar siswa pada materi laju reaksi serta membandingkan hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya hasil belajar siswa yang disebabkan oleh pembelajaran yang masih berpusat pada guru dan kurangnya keterlibatan aktif siswa. Metode yang digunakan adalah *quasi eksperimen* dengan desain *nonequivalent control group design.* Sampel penelitian terdiri dari dua kelas, yaitu kelas eksperimen yang diberi perlakuan PjBL-STEM dan kelas kontrol yang menggunakan PjBL biasa. Instrumen penelitian berupa tes pilihan ganda yang telah memenuhi kriteria validitas dan reliabilitas. Data dianalisis menggunakan uji normalitas, homogenitas, N-Gain, dan uji *hipotesis Independent Sample t-test* dengan bantuan SPSS 22. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan nilai signifikansi 0,002 < 0,05. Rata-rata posttest kelas eksperimen (85,91) lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol (78,48) dengan nilai *effect size* sebesar 0,80 (kategori tinggi). Selain itu, nilai N-Gain kelas eksperimen (0,76) berada pada kategori tinggi, sedangkan kelas kontrol (0,66) pada kategori sedang. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penerapan model PjBL dengan pendekatan STEM berpengaruh signifikan dan lebih efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa pada materi laju reaksi.

Kata Kunci: Project Based Learning, STEM, hasil belajar, laju reaksi, pembelajaran kimia

The Effect of the Project-Based Learning (PjBL) Model with a STEM Approach on Students' Learning Outcomes in Reaction Rate Material

Abstract

This study aims to determine the effect of the Project Based Learning (PjBL) model integrated with the STEM approach on students' learning outcomes in reaction rate material and to compare the learning outcomes between the experimental and control classes. This research is motivated by the low student learning outcomes caused by teacher-centered learning and limited student engagement. The method used was a quasi-experimental design with a nonequivalent control group design. The sample consisted of two classes: the experimental class treated with PjBL-STEM and the control class taught using conventional PjBL. The research instrument was a multiple-choice test that met validity and reliability criteria. Data were analyzed using normality, homogeneity, N-Gain, and Independent Sample t-test with SPSS 22. The results showed a significant difference between the experimental and control classes with a significance value of 0.002 < 0.05. The mean posttest score of the experimental class (85.91) was higher than that of the control class (78.48), with an effect size of 0.80 (high category). In addition, the N-Gain score of the experimental class (0.76) was categorized as high, while the control class (0.66) was categorized as moderate. Therefore, it can be concluded that the implementation of the PjBL model integrated with STEM has a significant and more effective impact on improving students' learning outcomes in reaction rate material.

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

How to *Cite:* Daeli, R. T. P., & Roza , D. . (2026). Pengaruh Model Project Based Learning (PjBL) Dengan Pendekatan STEM Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi laju Reaksi. *Reflection Journal*, *6*(1), 193-203. https://doi.org/10.36312/62m58y92

https://doi.org/10.36312/62m58y92

Copyright© 2026, Daeli & Roza
This is an open-access article under the CC-BY-SA License.

PENDAHULUAN

Pendidikan memiliki peran yang sangat penting dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia serta mendorong kemajuan suatu bangsa. Melalui pendidikan yang berkualitas, peserta didik diharapkan tidak hanya memperoleh pengetahuan, tetapi juga mampu mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, serta memiliki kemampuan dalam memecahkan berbagai permasalahan kehidupan. Oleh karena itu, proses pembelajaran di sekolah seharusnya tidak hanya berorientasi pada penyampaian materi semata, melainkan juga mampu menciptakan pengalaman belajar yang bermakna, interaktif, dan mendorong keterlibatan aktif siswa dalam setiap kegiatan pembelajaran (Alfitria dkk., 2025).

Namun demikian, mutu pendidikan di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan, khususnya jika dilihat dalam konteks persaingan global. Salah satu indikator yang mencerminkan kondisi tersebut adalah rendahnya hasil belajar siswa. Permasalahan ini juga tampak pada pembelajaran sains, terutama kimia, yang sering dianggap sebagai mata pelajaran yang sulit oleh sebagian besar siswa. Kesulitan tersebut muncul karena karakteristik ilmu kimia yang banyak memuat konsep abstrak, memerlukan kemampuan analitis yang tinggi, serta melibatkan proses perhitungan matematis yang kompleks (Mellyzar & Muliaman, 2020; Ginting, Muliaman, Lukman, & Mellyzar, 2020). Akibatnya, siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep secara menyeluruh, yang pada akhirnya berdampak pada rendahnya hasil belajar.

Salah satu materi kimia yang diketahui memiliki tingkat kesulitan tinggi adalah laju reaksi. Materi ini menuntut pemahaman yang mendalam terhadap berbagai konsep seperti faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi, teori tumbukan, energi aktivasi, serta kemampuan dalam menginterpretasikan grafik hubungan antara konsentrasi dan waktu. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa siswa sering mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep tersebut, sehingga mereka kesulitan dalam mengaitkan antar konsep dan menerapkannya pada konteks yang berbeda (Sakti dkk., 2020). Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran kimia masih memerlukan pendekatan yang lebih efektif untuk membantu siswa memahami konsep secara lebih mendalam.

Permasalahan rendahnya hasil belajar pada materi laju reaksi juga ditemukan dalam praktik pembelajaran di sekolah. Berdasarkan hasil observasi awal serta wawancara dengan guru kimia di SMA Negeri 15 Medan, diketahui bahwa sebagian besar siswa kelas XI belum mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang telah ditetapkan, yaitu sebesar 75. Sekitar 65% siswa masih berada di bawah standar tersebut, yang menunjukkan bahwa pembelajaran yang berlangsung belum optimal dalam meningkatkan pemahaman siswa.

Rendahnya hasil belajar tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor. Pertama, proses pembelajaran masih cenderung berpusat pada guru, di mana metode ceramah lebih dominan digunakan. Pendekatan ini menyebabkan siswa kurang aktif dalam proses pembelajaran dan cenderung hanya menerima informasi secara pasif. Kedua, kurangnya kegiatan praktikum atau eksperimen membuat siswa tidak memperoleh pengalaman langsung dalam memahami konsep kimia, sehingga konsep yang bersifat abstrak menjadi sulit dipahami. Padahal, keterlibatan langsung dalam eksperimen sangat penting untuk membantu siswa mengkonstruksi pengetahuan secara mandiri.

Selain itu, siswa juga mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal-soal perhitungan, membaca dan menafsirkan grafik laju reaksi, serta menghubungkan konsep teoritis dengan fenomena yang terjadi dalam kehidupan nyata. Hal ini

menunjukkan bahwa pembelajaran yang berlangsung belum sepenuhnya mampu mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa. Dengan demikian, diperlukan suatu inovasi pembelajaran yang mampu meningkatkan keterlibatan siswa sekaligus membantu mereka memahami konsep kimia secara lebih kontekstual dan aplikatif.

Sebagai upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan model pembelajaran yang mampu mendorong keterlibatan aktif siswa serta memberikan pengalaman belajar yang bermakna. Salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan adalah Project Based Learning (PjBL). Model ini memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar melalui proyek, yang melibatkan proses investigasi, perancangan solusi, serta pembuatan produk sebagai hasil akhir pembelajaran. Dengan demikian, siswa tidak hanya berperan sebagai penerima informasi, tetapi juga sebagai pelaku aktif dalam proses pembelajaran.

Agar lebih optimal, penerapan model PjBL dapat diintegrasikan dengan pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics), yang menekankan keterpaduan berbagai disiplin ilmu dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Pendekatan ini memungkinkan siswa untuk mengaitkan konsep-konsep yang dipelajari dengan konteks kehidupan nyata, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan relevan (Oktaviani dkk., 2022; Muliaman & Mellyzar, 2020; Oktaviani & Mellyzar, 2020). Dalam pembelajaran materi laju reaksi, integrasi PjBL dan STEM dapat diwujudkan melalui kegiatan eksperimen sederhana, analisis data, penyajian dalam bentuk grafik, serta perancangan proyek yang berkaitan dengan fenomena kimia sehari-hari (Atifah & Sari, 2025).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan PjBL berbasis STEM dapat meningkatkan keterlibatan siswa, pemahaman konsep, serta hasil belajar. Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada materi kimia yang berbeda atau mengkaji PjBL dan STEM secara terpisah. Hal ini menunjukkan bahwa kajian mengenai integrasi kedua pendekatan tersebut secara komprehensif masih terbatas. Selain itu, penelitian yang secara khusus mengkaji pengaruh penerapan model PjBL berbasis STEM terhadap hasil belajar siswa pada materi laju reaksi masih relatif sedikit, terutama pada jenjang sekolah menengah atas.

Dalam konteks yang lebih spesifik, belum ditemukan penelitian yang mengkaji penerapan model PjBL dengan pendekatan STEM pada materi laju reaksi di SMA Negeri 15 Medan. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian (research gap) yang perlu diisi melalui kajian empiris. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan kebaruan (novelty) berupa penerapan model Project Based Learning yang diintegrasikan secara sistematis dengan pendekatan STEM dalam pembelajaran kimia, serta menguji pengaruhnya terhadap hasil belajar siswa pada materi laju reaksi di tingkat sekolah menengah atas.

Berdasarkan uraian latar belakang dan kesenjangan penelitian yang telah dijelaskan, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penerapan model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) yang diintegrasikan dengan pendekatan STEM terhadap hasil belajar siswa pada materi laju reaksi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai efektivitas model pembelajaran tersebut dalam meningkatkan pemahaman konsep serta kemampuan analitis siswa.

Ruang lingkup penelitian ini mencakup implementasi model PjBL berbasis STEM pada siswa kelas XI di SMA Negeri 15 Medan dengan fokus pada materi laju reaksi.

Variabel yang dikaji dalam penelitian ini adalah model pembelajaran sebagai variabel bebas dan hasil belajar siswa sebagai variabel terikat. Melalui penelitian ini diharapkan dapat diperoleh kontribusi ilmiah dalam pengembangan inovasi pembelajaran kimia yang lebih efektif, serta menjadi referensi bagi guru dalam meningkatkan kualitas proses pembelajaran di sekolah.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian eksperimen semu (*quasi experimental design*) yang bertujuan untuk mengkaji pengaruh penerapan model Project Based Learning (PjBL) yang diintegrasikan dengan pendekatan STEM terhadap hasil belajar siswa pada materi laju reaksi. Desain penelitian yang digunakan adalah *Nonequivalent Control Group Design*, yang melibatkan dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Desain ini dipilih karena peneliti tidak melakukan pengacakan secara penuh terhadap subjek penelitian, namun tetap memungkinkan untuk membandingkan efektivitas perlakuan yang diberikan pada kedua kelompok.

Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 15 Medan yang berlokasi di Jalan Sekolah Pembangunan No. 7, Kelurahan Sunggal, Kecamatan Medan Sunggal, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara. Kegiatan penelitian berlangsung dalam rentang waktu selama enam bulan, yaitu mulai bulan September 2025 hingga Februari 2026. Selama periode tersebut, peneliti melaksanakan seluruh tahapan penelitian yang meliputi persiapan instrumen, pelaksanaan pembelajaran, hingga analisis data.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI SMA Negeri 15 Medan yang berjumlah 426 siswa. Sampel penelitian ditentukan menggunakan teknik purposive sampling dengan mempertimbangkan kesetaraan karakteristik akademik antar kelas. Berdasarkan teknik tersebut, diperoleh dua kelas sebagai sampel penelitian, yaitu kelas XI-2 sebagai kelas eksperimen dan kelas XI-8 sebagai kelas kontrol. Kelas eksperimen diberikan perlakuan berupa pembelajaran menggunakan model Project Based Learning (PjBL) yang dipadukan dengan pendekatan STEM, sedangkan kelas kontrol diberikan pembelajaran menggunakan model Project Based Learning (PjBL) tanpa integrasi pendekatan STEM.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan instrumen tes hasil belajar yang disusun dalam bentuk soal pilihan ganda. Tes diberikan dalam dua tahap, yaitu pretest dan posttest. Pretest bertujuan untuk mengetahui kemampuan awal siswa sebelum diberikan perlakuan, sedangkan posttest digunakan untuk mengukur peningkatan hasil belajar setelah proses pembelajaran berlangsung. Sebelum digunakan dalam penelitian, instrumen tes terlebih dahulu melalui tahap uji kualitas, meliputi uji validitas, uji reliabilitas, analisis tingkat kesukaran, serta daya pembeda soal. Hasil uji instrumen menunjukkan bahwa dari keseluruhan butir soal yang disusun, diperoleh sebanyak 20 butir soal yang memenuhi kriteria valid dan layak digunakan sebagai alat ukur dalam penelitian.

Data yang diperoleh dari hasil pretest dan posttest kemudian dianalisis menggunakan teknik statistik inferensial dengan bantuan perangkat lunak SPSS versi 22.0. Tahap analisis data diawali dengan uji prasyarat yang meliputi uji normalitas untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal, serta uji homogenitas untuk memastikan kesamaan varians antara kedua kelompok. Selanjutnya, dilakukan perhitungan nilai *N-Gain* untuk mengetahui tingkat peningkatan hasil belajar siswa setelah diberikan perlakuan.

Untuk menguji hipotesis penelitian, digunakan uji *Independent Sample t-test* dengan taraf signifikansi sebesar 0,05. Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Dengan demikian, hasil analisis statistik tersebut diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai efektivitas penerapan model Project Based Learning (PjBL) berbasis STEM dalam meningkatkan hasil belajar siswa pada materi laju reaksi.

HASIL DAN DISKUSI

Analisis Instrumen Data Penelitian

Sebelum digunakan dalam proses pengumpulan data, instrumen penelitian berupa tes hasil belajar terlebih dahulu dianalisis untuk memastikan kualitasnya. Instrumen awal terdiri atas 40 butir soal pilihan ganda dengan lima opsi jawaban yang dirancang untuk mengukur pemahaman siswa pada materi laju reaksi. Analisis instrumen meliputi uji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda.

Berdasarkan hasil uji validitas dengan jumlah responden (N = 47) dan taraf signifikansi α = 0,05, diperoleh nilai r tabel sebesar 0,294. Suatu butir soal dinyatakan valid apabila nilai r hitung lebih besar dari r tabel. Hasil analisis menunjukkan bahwa dari 40 butir soal, sebanyak 27 soal dinyatakan valid, sedangkan 13 soal lainnya tidak memenuhi kriteria validitas. Dari 27 soal yang valid tersebut, dipilih 20 soal terbaik untuk digunakan sebagai instrumen penelitian.

Selanjutnya, uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui konsistensi instrumen. Hasil pengujian menunjukkan nilai r hitung sebesar 0,8442, yang lebih besar dari r tabel (0,294), sehingga instrumen dinyatakan reliabel dan layak digunakan dalam penelitian.

Analisis tingkat kesukaran menunjukkan bahwa dari 40 soal yang diuji, terdapat 26 soal dalam kategori mudah, 10 soal kategori sedang, dan 4 soal kategori sukar. Sementara itu, berdasarkan uji daya pembeda, hanya 16 soal yang memenuhi kriteria (D antara +0,20 sampai +1,00), sedangkan 24 soal lainnya tidak memenuhi syarat. Hasil lengkap analisis instrumen dapat disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Ringkasan Analisis Instrumen Tes

Aspek Analisis	**Hasil**
Jumlah soal awal	40 butir
Soal valid	27 butir
Soal tidak valid	13 butir
Soal digunakan	20 butir
Reliabilitas (r hitung)	0,8442 (reliabel)
Tingkat kesukaran	26 mudah, 10 sedang, 4 sukar
Daya pembeda memenuhi	16 butir
Daya pembeda tidak memenuhi	24 butir

Analisis Data Hasil Penelitian

1. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data hasil belajar siswa berdistribusi normal. Pengujian dilakukan menggunakan uji Shapiro-Wilk dengan bantuan SPSS versi 22 pada taraf signifikansi α = 0,05. Data dikatakan berdistribusi normal apabila nilai signifikansi (Sig.) lebih besar dari 0,05.

Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa seluruh data pretest dan posttest baik pada kelas kontrol maupun kelas eksperimen memiliki nilai signifikansi lebih besar dari 0,05. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas (Shapiro-Wilk)

Kelas	Statistic	df	Sig.
Pretest (Kontrol)	0,959	33	0,235
Posttest (Kontrol)	0,949	33	0,128
Pretest (Eksperimen)	0,936	33	0,052
Posttest (Eksperimen)	0,936	33	0,053

Berdasarkan tabel tersebut, seluruh nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, sehingga dapat dinyatakan bahwa data hasil belajar pada kedua kelompok memenuhi asumsi normalitas.

2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui kesamaan varians antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pengujian menggunakan uji Levene dengan taraf signifikansi α = 0,05. Data dinyatakan homogen apabila nilai signifikansi lebih besar dari 0,05.

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai signifikansi berdasarkan mean sebesar 0,692 (>0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa varians data kedua kelompok adalah homogen.

Tabel 3. Hasil Uji Homogenitas (Levene Test)

Dasar Perhitungan	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Based on Mean	0,159	1	64	0,692
Based on Median	0,043	1	64	0,836
Adjusted Median	0,043	1	63,173	0,836
Based on Trimmed Mean	0,132	1	64	0,718

3. Uji N-Gain

Uji N-Gain digunakan untuk mengetahui peningkatan hasil belajar siswa setelah diberikan perlakuan pembelajaran. Nilai N-Gain diperoleh dari selisih antara nilai pretest dan posttest yang dinormalisasi.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kelas kontrol memiliki nilai N-Gain sebesar 0,66 dengan persentase 65,60% yang termasuk dalam kategori sedang. Sementara itu, kelas eksperimen memiliki nilai N-Gain sebesar 0,76 dengan persentase 75,56% yang termasuk dalam kategori tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan hasil belajar siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol.

Tabel 4. Hasil Uji N-Gain

Kelas	Gain	% Gain	Kategori
Kontrol	0,66	65,60%	Sedang
Eksperimen	0,76	75,56%	Tinggi

4. Uji Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan menggunakan *Independent Sample t-test* setelah data dinyatakan memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas. Pengujian dilakukan pada taraf signifikansi 0,05 untuk mengetahui perbedaan hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar 0,002, yang lebih kecil dari 0,05. Dengan demikian, hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_a) diterima. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar siswa yang diajar menggunakan model PjBL berbasis STEM dengan siswa yang diajar menggunakan PjBL tanpa pendekatan STEM.

Secara deskriptif, rata-rata nilai posttest pada kelas eksperimen sebesar 85,91, lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang sebesar 78,48. Selain itu, hasil perhitungan *effect size* menggunakan Cohen's d menunjukkan nilai sebesar 0,80 yang termasuk dalam

kategori tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa penerapan model Project Based Learning yang diintegrasikan dengan pendekatan STEM memiliki pengaruh yang kuat dalam meningkatkan hasil belajar siswa.

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 15 Medan yang berlokasi di Jalan Sekolah Pembangunan No. 7, Kelurahan Sunggal, Kecamatan Medan Sunggal, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara. Kegiatan penelitian berlangsung pada semester genap Tahun Ajaran 2025/2026, tepatnya dalam rentang waktu November 2025 hingga Januari 2026. Subjek penelitian berasal dari siswa kelas XI program IPA yang terdiri atas delapan kelas dengan jumlah rata-rata sekitar 30 siswa per kelas. Dari populasi tersebut, dipilih sampel sebanyak 66 siswa yang terbagi ke dalam dua kelas, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *random sampling*, yang memberikan peluang yang sama bagi seluruh anggota populasi untuk terpilih sebagai sampel. Pemilihan teknik ini didasarkan pada kondisi bahwa tidak terdapat kelas unggulan, sehingga diasumsikan seluruh kelas memiliki karakteristik yang relatif homogen.

Dua kelas yang terpilih sebagai sampel adalah kelas XI-MIA 2 dan XI-MIA 8. Kedua kelas tersebut diberikan perlakuan pembelajaran yang berbeda, di mana kelas eksperimen menerapkan model Project Based Learning (PjBL) yang diintegrasikan dengan pendekatan STEM, sedangkan kelas kontrol menggunakan model Project Based Learning tanpa integrasi STEM. Untuk mengukur efektivitas perlakuan yang diberikan, penelitian ini menggunakan desain pretest-posttest, sehingga memungkinkan peneliti untuk membandingkan kondisi awal dan akhir kemampuan siswa setelah pembelajaran berlangsung.

Pengukuran hasil belajar dilakukan melalui tes objektif berbentuk pilihan ganda yang disusun berdasarkan indikator pembelajaran pada materi laju reaksi. Sebelum digunakan dalam penelitian, instrumen tes terlebih dahulu divalidasi oleh ahli dan diuji cobakan kepada 47 siswa di luar sampel penelitian. Proses analisis instrumen dilakukan menggunakan program Anates untuk menguji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda soal. Hasil analisis menunjukkan bahwa dari 40 butir soal yang diuji, sebanyak 27 soal dinyatakan valid, sedangkan sisanya tidak memenuhi kriteria. Selain itu, instrumen juga memiliki tingkat reliabilitas yang tinggi, serta tingkat kesukaran yang bervariasi dari kategori mudah hingga sukar. Dari segi daya pembeda, sebagian besar soal berada pada kategori cukup. Dengan demikian, instrumen yang digunakan dalam penelitian ini dapat dinyatakan layak sebagai alat ukur hasil belajar siswa. Temuan ini sejalan dengan pendapat Ardianti, Surahman, dan Sujarwanto (2022) yang menyatakan bahwa instrumen yang valid dan reliabel merupakan syarat utama untuk memperoleh data penelitian yang akurat.

Sebelum perlakuan diberikan, kedua kelompok sampel terlebih dahulu mengikuti pretest untuk mengetahui kemampuan awal siswa. Hasil pretest menunjukkan bahwa rata-rata nilai pada kelas kontrol sebesar 37,58, sedangkan pada kelas eksperimen sebesar 40,91. Selisih nilai rata-rata tersebut relatif kecil, sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua kelompok memiliki kemampuan awal yang setara. Kondisi ini penting untuk memastikan bahwa perbedaan hasil belajar yang terjadi setelah perlakuan benar-benar disebabkan oleh perbedaan model pembelajaran yang diterapkan, bukan karena perbedaan kemampuan awal siswa.

Setelah proses pembelajaran berlangsung, siswa diberikan posttest untuk mengukur hasil belajar akhir. Sebelum dilakukan pengujian hipotesis, terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat analisis yang meliputi uji normalitas dan uji homogenitas. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa seluruh data berdistribusi normal, sedangkan uji homogenitas menunjukkan bahwa varians kedua kelompok bersifat homogen. Dengan

terpenuhinya kedua syarat tersebut, maka pengujian hipotesis dapat dilakukan menggunakan uji *Independent Sample t-test*.

Hasil uji hipotesis menunjukkan bahwa nilai signifikansi sebesar 0,002 lebih kecil dari 0,05, sehingga hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_a) diterima. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Secara deskriptif, rata-rata nilai posttest pada kelas eksperimen sebesar 85,91, sedangkan pada kelas kontrol sebesar 78,48. Perbedaan ini menunjukkan bahwa pembelajaran dengan model PjBL berbasis STEM memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan PjBL tanpa pendekatan STEM.

Selain itu, hasil perhitungan *effect size* menggunakan Cohen's d menunjukkan nilai sebesar 0,80 yang termasuk dalam kategori tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa pengaruh penerapan model PjBL berbasis STEM terhadap peningkatan hasil belajar siswa tergolong kuat. Dengan demikian, hasil penelitian ini memberikan bukti empiris bahwa integrasi pendekatan STEM dalam model Project Based Learning mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran kimia, khususnya pada materi laju reaksi.

Peningkatan hasil belajar yang lebih tinggi pada kelas eksperimen tidak terlepas dari karakteristik pembelajaran PjBL-STEM yang menekankan keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran. Dalam implementasinya, pembelajaran diawali dengan penyajian masalah kontekstual yang berkaitan dengan fenomena sehari-hari, yaitu proses fermentasi dalam pembuatan tape sebagai representasi konsep laju reaksi. Permasalahan tersebut kemudian menjadi dasar bagi siswa untuk melakukan eksplorasi dan investigasi melalui kegiatan proyek.

Selanjutnya, siswa bekerja secara berkelompok untuk merancang dan melaksanakan proyek melalui beberapa tahapan, yaitu identifikasi masalah, perancangan solusi, penyusunan jadwal kegiatan, pelaksanaan eksperimen, serta evaluasi hasil. Dalam proses ini, integrasi pendekatan STEM terlihat secara jelas. Aspek *science* tercermin dalam pemahaman konsep kimia yang mendasari laju reaksi, aspek *technology* tampak dalam pemanfaatan berbagai sumber informasi dan alat bantu pembelajaran, aspek *engineering* terlihat dalam proses perancangan solusi dan eksperimen, sedangkan aspek *mathematics* muncul dalam kegiatan analisis data dan interpretasi grafik.

Keterlibatan aktif siswa dalam berbagai kegiatan tersebut memberikan pengalaman belajar yang bermakna, sehingga siswa tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga mampu mengaplikasikannya dalam konteks nyata. Hal ini sesuai dengan teori konstruktivisme yang menyatakan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif oleh individu melalui pengalaman langsung. Piaget menekankan bahwa proses belajar terjadi melalui interaksi antara individu dengan lingkungannya, sedangkan Vygotsky menyoroti pentingnya interaksi sosial dalam membentuk pemahaman konsep. Selain itu, konsep *experiential learning* yang dikemukakan oleh Kolb juga mendukung temuan ini, di mana pembelajaran akan lebih efektif apabila siswa terlibat secara langsung dalam pengalaman belajar (Rizki dkk., 2025).

Jika dibandingkan dengan pembelajaran pada kelas kontrol, perbedaan utama terletak pada tingkat integrasi konsep lintas disiplin. Pada kelas kontrol, pembelajaran berbasis proyek tetap dilakukan, namun tidak secara eksplisit mengintegrasikan aspek STEM. Akibatnya, pembelajaran cenderung kurang sistematis dalam menghubungkan konsep-konsep yang dipelajari dengan aplikasi nyata. Sementara itu, pada kelas eksperimen, integrasi STEM mendorong siswa untuk berpikir secara lebih analitis, sistematis, dan aplikatif. Siswa tidak hanya menyelesaikan proyek, tetapi juga memahami keterkaitan antara konsep kimia dengan teknologi, rekayasa, dan matematika.

Hal ini berdampak pada kemampuan siswa dalam menghubungkan konsep laju reaksi dengan fenomena kehidupan sehari-hari. Siswa pada kelas eksperimen menunjukkan pemahaman yang lebih baik dalam menjelaskan faktor-faktor yang

memengaruhi laju reaksi, menganalisis data hasil percobaan, serta menginterpretasikan grafik. Dengan demikian, pembelajaran PjBL berbasis STEM tidak hanya meningkatkan hasil belajar, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah.

Temuan penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa penerapan PjBL berbasis STEM mampu meningkatkan hasil belajar siswa secara signifikan. Ardianti, Surahman, dan Sujarwanto (2022) menyatakan bahwa pendekatan STEM dapat meningkatkan kualitas pembelajaran karena mampu mengintegrasikan berbagai aspek pengetahuan dan keterampilan secara holistik. Selain itu, penelitian lain juga menunjukkan bahwa PjBL-STEM dapat meningkatkan aktivitas belajar siswa, keterampilan berpikir kritis, serta pemahaman konsep pada pembelajaran sains, termasuk kimia.

Meskipun demikian, penelitian ini juga memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pertama, penelitian hanya dilakukan pada satu sekolah dengan jumlah sampel yang relatif terbatas, sehingga hasil penelitian belum dapat digeneralisasikan secara luas. Kedua, penelitian ini hanya berfokus pada hasil belajar ranah kognitif, sehingga belum mencakup aspek afektif dan psikomotorik secara menyeluruh. Padahal, kedua aspek tersebut juga penting dalam pembelajaran berbasis proyek. Ketiga, penerapan model PjBL berbasis STEM membutuhkan waktu yang relatif lebih lama serta kesiapan sarana dan prasarana yang memadai, sehingga menjadi tantangan dalam implementasinya di sekolah.

Dengan mempertimbangkan keterbatasan tersebut, penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan sampel yang lebih luas, mengkaji berbagai aspek hasil belajar, serta mengembangkan strategi implementasi PjBL-STEM yang lebih efektif dan efisien. Meskipun demikian, secara keseluruhan, hasil penelitian ini memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan inovasi pembelajaran kimia, khususnya dalam meningkatkan hasil belajar siswa melalui integrasi model Project Based Learning dengan pendekatan STEM.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa penerapan model Project Based Learning (PjBL) yang diintegrasikan dengan pendekatan STEM memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan hasil belajar siswa pada materi laju reaksi. Hal ini ditunjukkan oleh perbedaan nilai rata-rata posttest antara kelas eksperimen (85,91) dan kelas kontrol (78,48), serta hasil uji hipotesis yang menunjukkan nilai signifikansi 0,002 < 0,05. Selain itu, nilai *effect size* sebesar 0,80 mengindikasikan bahwa pengaruh yang diberikan termasuk dalam kategori tinggi. Peningkatan hasil belajar tersebut dipengaruhi oleh keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran berbasis proyek yang terintegrasi dengan aspek sains, teknologi, rekayasa, dan matematika. Dengan demikian, model PjBL berbasis STEM terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan analitis siswa, sehingga dapat dijadikan sebagai alternatif inovatif dalam pembelajaran kimia di sekolah menengah atas.

REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, terdapat beberapa rekomendasi yang dapat diajukan. Pertama, bagi guru kimia, disarankan untuk menerapkan model Project Based Learning (PjBL) yang diintegrasikan dengan pendekatan STEM sebagai alternatif strategi pembelajaran, khususnya pada materi yang bersifat abstrak seperti laju reaksi, karena terbukti mampu meningkatkan hasil belajar dan keterlibatan siswa.

Kedua, bagi pihak sekolah, perlu memberikan dukungan berupa penyediaan fasilitas, media pembelajaran, serta pelatihan bagi guru agar implementasi pembelajaran berbasis proyek dan STEM dapat berjalan secara optimal. Ketiga, bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk mengembangkan penelitian dengan cakupan yang lebih luas, baik dari segi jumlah sampel, materi pembelajaran, maupun aspek hasil belajar yang dikaji, termasuk ranah afektif dan psikomotorik. Selain itu, penelitian lebih lanjut juga dapat mengeksplorasi strategi implementasi PjBL-STEM yang lebih efisien dalam keterbatasan waktu pembelajaran di kelas.

ACKNOWLEDGMENT

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak sekolah SMAN 15 Medan yang telah memberikan izin dan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada guru mata pelajaran kimia serta seluruh siswa yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini. Selain itu, penulis mengapresiasi semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian penelitian ini.

KONTRIBUSI PENULIS

Kontribusi penulis dalam penelitian ini meliputi konseptualisasi, pelaksanaan penelitian, analisis data, dan penulisan naskah yang dilakukan oleh RTPD. Sementara itu, peninjauan dan revisi naskah dilakukan oleh DR. Seluruh penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir naskah.

DAFTAR PUSTAKA

Alfitria, G. (2024). Implementasi model pembelajaran project based learning berbasis science, technology, religion, engineering, art, mathematics terhadap hasil belajar siswa pada materi laju reaksi. *Konfigurasi: Jurnal Pendidikan Kimia dan Terapan*, 9(2), 46–56.

Alfitria, G., Refelita, F., Lazulva, & Miterianifa. (2025). Implementasi model pembelajaran project based learning berbasis science, technology, religion, engineering, art, mathematics terhadap hasil belajar siswa pada materi laju reaksi. *Konfigurasi: Jurnal Pendidikan Kimia dan Terapan*, 9(2), 46–56.

Ardianti, R., Surahman, E., & Sujarwanto, E. (2022). Pengembangan instrumen penilaian literasi sains pada bahasan usaha dan energi di madrasah aliyah. *DIFFRACTION: Journal for Physics Education and Applied Physics*, 4(1), 9–14.

Atifah, A., & Sari, R. L. P. (2025). The effect of STEM-project-based learning on self-efficacy in high school chemistry learning. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 13(1), 151–161.

Ginting, F. W., Muliaman, A., Lukman, I. R., & Mellyzar, M. (2020). Analysis of the readiness of education study program students to become pre-service teacher based on teacher competency standards. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(2), 120–127.

Mellyzar, M., & Muliaman, A. (2020). Analisis kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal ikatan kimia. *Lantanida Journal*, 8(1), 40–52.

Oktaviani, C., Muliaman, A., & Listiani, E. (2022). Implementasi model PjBL berbasis STEM terhadap kreativitas siswa pada materi larutan elektrolit dan nonelektrolit di MAN Kota Lhokseumawe. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(12), 42–50.

Riskayanti, Y. (2023). Penerapan pendekatan STEM project based learning untuk meningkatkan hasil belajar kimia. *Prosiding Temu Ilmiah Nasional Guru*, 15(1), 466–474.

Rizki, S. A., Bik, M. T. N., & Susanti, E. (2025). Teori belajar konstruktivisme. *Jurnal Pendidikan Sosial dan Humaniora*, 4(4), 6867–6882.

Sakti, S., Fatah, A. H., & Anggraeni, M. E. (2020). Analisis materi ajar konsep laju reaksi pada buku teks kimia SMA/MA. *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang*, 11(1), 78–91.