

PENGARUH PEMBELAJARAN *PROJECT BASED LEARNING* PADA TOPIK APLIKASI METODE SOL-GEL PADA MATA KULIAH SINTESIS DAN ELUSIDASI STRUKTUR SENYAWA ANORGANIK

Nurul Pratiwi¹, Khairul Alim²
Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi^{1,2}
e-mail: nurulpratiwi@unja.ac.id¹

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*/PjBL) dalam topik aplikasi metode sol-gel dengan pembelajaran konvensional seperti ceramah dalam meningkatkan hasil belajar mahasiswa pada mata kuliah Sintesis dan Elusidasi Struktur Senyawa Anorganik. Desain yang digunakan adalah kuasi eksperimen dengan model *posttest only control group*, tanpa *pretest*. Sampel terdiri dari dua kelas paralel yang dipilih secara purposif, masing-masing sebagai kelompok eksperimen (PjBL) dan kelompok kontrol (ceramah). Tes hasil belajar diberikan setelah pembelajaran selesai. Hasil uji Shapiro-Wilk menunjukkan data tidak berdistribusi normal, sedangkan uji Levene menunjukkan data homogen. Oleh karena itu, analisis dilakukan dengan uji Mann-Whitney U. Hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara kedua kelompok, di mana mahasiswa yang mengikuti pembelajaran berbasis proyek menunjukkan skor tes yang lebih tinggi dan distribusi nilai yang lebih merata. Temuan ini mengindikasikan bahwa pendekatan PjBL efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep dan hasil belajar mahasiswa pada topik aplikasi metode sol-gel dalam mata kuliah ini.

Kata Kunci: *Project Based Learning, Hasil Belajar, Sintesis dan Elusidasi Struktur Senyawa Anorganik, Mann-Whitney U Test*

ABSTRACT

This study aims to compare the effectiveness of Project-Based Learning (PjBL), focused on the application of the sol-gel method, with conventional lecture-based instruction in improving student learning outcomes in the *Synthesis and Elucidation of Inorganic Compound Structures* course. The research employed a quasi-experimental design using a posttest-only control group model, without a pretest. The sample consisted of two parallel classes selected purposively, with one serving as the experimental group (PjBL) and the other as the control group (lecture). A learning outcome test was administered after the instructional process. The Shapiro-Wilk test indicated that the data were not normally distributed, while Levene's test confirmed homogeneity of variance. Therefore, the Mann-Whitney U test, a non-parametric statistical method, was used for data analysis. The results revealed a significant difference between the two groups, with students in the PjBL group achieving higher average test scores and more consistent value distribution. These findings indicate that the PjBL approach is more effective in enhancing conceptual understanding and academic performance of students, particularly in the sol-gel method application topic within this course.

Keywords: *Project Based Learning, Learning Outcomes, Synthesis and Structural Elucidation of Inorganic Compounds, Mann-Whitney U Test*

PENDAHULUAN

Inovasi pembelajaran menjadi salah satu fokus penting dalam peningkatan kualitas pendidikan tinggi. Salah satu pendekatan yang dinilai efektif dalam mengembangkan keterampilan mahasiswa secara holistik adalah model pembelajaran berbasis proyek atau

Copyright (c) 2025 TEACHING : Jurnal Inovasi Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Project Based Learning (PjBL). Menurut Ngalimun (2012) dan Buck Institute for Education (2001), pendekatan PjBL mendorong mahasiswa untuk menyusun kerangka kerja pembelajaran, mengidentifikasi dan merumuskan permasalahan, mengelola informasi yang dikumpulkan, serta melakukan evaluasi secara berkelanjutan. Model ini juga mendukung pembelajaran secara individu maupun kelompok dalam suasana yang adaptif dan toleran terhadap kesalahan serta perubahan. Penerapan model ini diyakini mampu mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif yang sangat dibutuhkan di dunia kerja masa kini dan masa depan. Melalui pendekatan ini, mahasiswa tidak hanya memahami teori, tetapi juga terlibat langsung dalam proses penerapan pengetahuan untuk menghasilkan solusi yang konkret dan aplikatif (Fazarini, 2024).

Salah satu bidang dalam pendidikan kimia yang sangat membutuhkan integrasi antara teori dan praktik adalah mata kuliah *Sintesis dan Elusidasi Struktur Senyawa Anorganik*. Mata kuliah ini tidak hanya menuntut pemahaman terhadap prinsip-prinsip sintesis, tetapi juga kemampuan dalam menganalisis dan menginterpretasi struktur senyawa yang dihasilkan. Namun, dalam praktiknya, mahasiswa sering menghadapi kesulitan dalam memahami konsep-konsep tersebut karena pendekatan pembelajaran yang digunakan masih bersifat teoritis dan kurang aplikatif. Hal ini menunjukkan perlunya transformasi metode pembelajaran yang lebih kontekstual dan berpusat pada mahasiswa. Perubahan paradigma pembelajaran menempatkan dosen sebagai fasilitator yang tidak hanya menyampaikan materi, tetapi juga merancang pengalaman belajar yang bermakna, sesuai dengan kebutuhan zaman (Alfina et al., 2023). Dalam konteks ini, model PjBL menjadi pendekatan yang relevan karena memungkinkan mahasiswa belajar melalui keterlibatan langsung dalam penyelesaian proyek nyata, mulai dari perancangan hingga evaluasi hasil, sehingga diharapkan dapat meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan praktik secara seimbang.

Salah satu topik penting dalam mata kuliah tersebut adalah aplikasi metode sol-gel, yaitu teknik sintesis berbasis larutan untuk menghasilkan material anorganik seperti silika, alumina, dan berbagai senyawa kompleks lainnya. Metode sol-gel memiliki sejumlah keunggulan, seperti kemurnian produk yang tinggi, homogenitas yang baik, serta fleksibilitas dalam desain struktur material. Topik ini sangat relevan dengan perkembangan riset dan kebutuhan industri saat ini, namun belum sepenuhnya dioptimalkan sebagai bagian dari pembelajaran berbasis proyek. Dengan mengintegrasikan metode sol-gel ke dalam PjBL, mahasiswa diharapkan tidak hanya memahami prinsip dasar sintesis, tetapi juga mampu mengembangkan keterampilan laboratorium, berpikir kritis, serta kemampuan problem solving melalui keterlibatan langsung dalam setiap tahapan proses.

Untuk mendukung penerapan model PjBL secara efektif, dibutuhkan perangkat pembelajaran yang terstruktur dan menarik, salah satunya berupa modul pembelajaran yang dirancang khusus mengikuti tahapan pembelajaran berbasis proyek. Modul ini harus memuat materi, petunjuk kegiatan, batasan proyek, serta metode evaluasi yang sistematis dan aplikatif. Modul semacam ini dapat membantu dosen dalam mengarahkan proses pembelajaran secara lebih terencana, sekaligus mendorong mahasiswa untuk belajar mandiri dan aktif dalam menyelesaikan tugas proyek secara bertahap.

Penelitian terdahulu oleh Alim et al. (2025) menunjukkan bahwa penggunaan modul berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) dapat memberikan dampak positif terhadap pengembangan kreativitas dan kemampuan berpikir sistematis mahasiswa, khususnya dalam konteks pembelajaran mata kuliah Geometri. Modul yang dirancang dengan pendekatan proyek mendorong mahasiswa untuk terlibat secara aktif dalam proses eksplorasi dan pemecahan masalah, sehingga mereka tidak hanya memahami konsep secara teoritis tetapi juga mampu mengaplikasikannya dalam situasi nyata. Temuan serupa juga dikemukakan oleh Hapsari et al.

(2019), yang menyatakan bahwa penerapan model pembelajaran berbasis proyek dapat meningkatkan motivasi belajar siswa, terutama karena pendekatan ini menempatkan siswa sebagai subjek aktif dalam proses pembelajaran melalui kegiatan yang kontekstual, kolaboratif, dan menantang. Keterlibatan aktif ini memungkinkan peserta didik untuk lebih bertanggung jawab terhadap pembelajarannya sendiri, sehingga hasil belajar cenderung lebih optimal baik dari sisi kognitif maupun afektif.

Efektivitas model PjBL dalam meningkatkan kualitas pembelajaran juga didukung oleh penelitian lain yang menyoroti pentingnya keterlibatan aktif mahasiswa dalam konteks pembelajaran berbasis proyek. Studi oleh Wulandari dan Widodo (2021) menunjukkan bahwa implementasi modul PjBL dalam pembelajaran kimia mampu meningkatkan pemahaman konsep serta kemampuan berpikir tingkat tinggi mahasiswa secara signifikan, terutama ketika proyek yang diberikan relevan dengan kehidupan nyata dan kebutuhan industri. Selain itu, Putri dan Arofah (2020) menekankan bahwa desain modul yang sesuai dengan karakteristik mahasiswa dan struktur proyek yang sistematis dapat meningkatkan kemandirian belajar, kolaborasi, dan ketekunan dalam menyelesaikan tugas. Hal ini menunjukkan bahwa keberhasilan penerapan PjBL tidak hanya bergantung pada modelnya, tetapi juga pada perangkat ajar yang dirancang dengan matang dan kontekstual. Oleh karena itu, dalam pengembangan modul pembelajaran berbasis proyek dengan topik aplikasi metode sol-gel, penting untuk memperhatikan kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran, serta penyusunan aktivitas yang memfasilitasi penguatan kompetensi baik di bidang konseptual maupun praktis.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menerapkan modul berbasis proyek dengan topik aplikasi metode sol-gel pada mata kuliah *Sintesis dan Elusidasi Struktur Senyawa Anorganik*. Diharapkan, pendekatan ini mampu meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan praktis mahasiswa Program Studi Kimia Universitas Jambi secara signifikan. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan inovasi pembelajaran di pendidikan tinggi, khususnya dalam merancang model pembelajaran yang kontekstual, aplikatif, dan sesuai dengan kebutuhan zaman.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk dalam jenis kuasi-eksperimen dan ditujukan untuk mengevaluasi dampak penerapan model PjBL yang mengintegrasikan metode sol-gel terhadap capaian belajar mahasiswa pada mata kuliah *Sintesis dan Elusidasi Struktur Senyawa Anorganik*. Desain penelitian yang digunakan adalah *posttest-only control group design*, di mana mahasiswa dibagi menjadi dua kelompok: kelompok eksperimen yang menjalani pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan sintesis sol-gel, serta kelompok kontrol yang mengikuti metode pengajaran konvensional berupa ceramah dan praktikum laboratorium standar.

Kegiatan penelitian dilaksanakan pada semester genap tahun akademik 2023/2024 di Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi. Subjek penelitian terdiri dari dua kelas paralel yang dipilih secara purposif, yakni Kelas A sebagai kelompok eksperimen dengan jumlah peserta 26 orang, dan Kelas B sebagai kelompok kontrol yang terdiri atas 25 mahasiswa.

Data dikumpulkan melalui pelaksanaan *posttest* setelah seluruh rangkaian pembelajaran dan proyek diselesaikan, guna mengukur pemahaman mahasiswa terhadap konsep sintesis menggunakan metode sol-gel serta kemampuan dalam menjelaskan struktur senyawa anorganik hasil sintesis. Dalam penelitian ini, *pretest* tidak digunakan. Data yang diperoleh dianalisis secara kuantitatif, dan jika asumsi distribusi normal tidak terpenuhi, maka pengujian hipotesis

dilakukan menggunakan uji Mann-Whitney U, yaitu salah satu teknik statistik non-parametrik yang sesuai untuk membandingkan dua kelompok independen.

Teknik Analisis Data **Analisis Deskriptif**

Langkah awal dalam menganalisis data hasil pembelajaran dilakukan melalui pendekatan deskriptif. Analisis ini bertujuan memberikan gambaran umum mengenai karakteristik data dari masing-masing kelompok pembelajaran, baik yang menggunakan model PjBL maupun metode konvensional. Parameter statistik seperti nilai rata-rata digunakan untuk menggambarkan tingkat pencapaian pembelajaran secara keseluruhan, sementara standar deviasi menunjukkan sebaran data antar mahasiswa. Selain itu, nilai minimum dan maksimum turut dianalisis untuk mengetahui rentang capaian nilai mahasiswa. Hasil dari tahap ini menjadi landasan awal dalam interpretasi data dan dasar untuk melakukan analisis lanjutan secara inferensial.

Analisis Inferensial

Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data hasil penelitian berdistribusi normal atau tidak, yang merupakan salah satu prasyarat dalam analisis statistik parametrik. Dalam penelitian ini, uji normalitas dilakukan menggunakan uji Shapiro-Wilk, yang direkomendasikan untuk ukuran sampel kecil hingga menengah (Dalimunthe & Daulay, 2024). Uji ini menggunakan tingkat signifikansi (α) sebesar 0,05 atau 5%.

Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

- H_0 : Data berasal dari populasi yang berdistribusi normal
- H_1 : Data tidak berasal dari populasi yang berdistribusi normal

Kriteria pengambilan keputusan:

- Jika nilai $p > 0,05$, maka H_0 diterima, artinya data berdistribusi normal
- Jika nilai $p \leq 0,05$, maka H_0 ditolak, artinya data tidak berdistribusi normal

Uji normalitas ini penting untuk menentukan jenis uji komparatif yang sesuai, apakah uji parametrik (seperti uji-t) atau non-parametrik (seperti Mann-Whitney U).

Uji Homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk mengetahui apakah dua kelompok data berasal dari populasi yang memiliki varians (keragaman) yang sama atau tidak. Dalam penelitian ini, uji homogenitas dilakukan menggunakan Levene's Test, karena metode ini tidak terlalu sensitif terhadap penyimpangan dari distribusi normal (Usmadi, 2020). Pengujian dilakukan dengan tingkat signifikansi (α) sebesar 0,05 (5%).

Hipotesis yang digunakan adalah:

- H_0 : Varians antar kelompok adalah sama (data bersifat homogen)
- H_1 : Varians antar kelompok berbeda (data tidak homogen)

Kriteria pengambilan keputusan:

- Jika nilai $p > 0,05$, maka H_0 diterima, artinya data bersifat homogen
- Jika nilai $p \leq 0,05$, maka H_0 ditolak, artinya data tidak homogen

Pengujian homogenitas ini membantu menentukan apakah analisis perbandingan antara dua kelompok dapat dilakukan dengan metode parametrik atau perlu menggunakan metode non-parametrik.

Uji Mann-Whitney U test

Setelah dilakukan uji prasyarat yang meliputi uji normalitas dan diperoleh bahwa data tidak berdistribusi normal, maka pengujian hipotesis dilakukan menggunakan metode statistik non-parametrik, yaitu uji Mann-Whitney U. Uji ini digunakan untuk membandingkan apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara dua kelompok independen, dalam hal ini adalah kelompok yang menggunakan metode ceramah dan kelompok yang menggunakan metode PjBL (Susilawati et al., 2025).

Uji Mann-Whitney U dilakukan menggunakan taraf signifikansi sebesar (α) sebesar 0,05 (5%). Uji ini tidak memerlukan asumsi distribusi normal dan sangat tepat digunakan saat data berskala ordinal atau tidak memenuhi syarat parametrik.

Hipotesis yang diuji:

- $H_0: \mu_1 = \mu_2$ (tidak terdapat perbedaan antara kedua kelompok)
- $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ (terdapat perbedaan antara kedua kelompok)

Kriteria pengambilan keputusan:

- Jika nilai signifikansi (*Asymp. Sig. 2-tailed*) $> 0,05$, maka H_0 diterima (tidak terdapat perbedaan yang signifikan).
- Jika nilai signifikansi $\leq 0,05$, maka H_0 ditolak (terdapat perbedaan yang signifikan antara dua kelompok).

HASIL DAN PEMBAHASAN

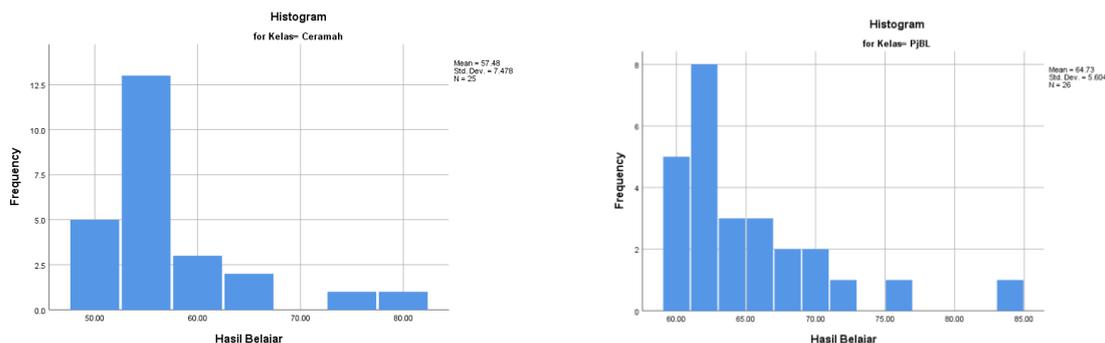
Hasil

Pelaksanaan pembelajaran pada mata kuliah Sintesis dan Elusidasi Struktur Senyawa Anorganik dilakukan dengan penerapan dua pendekatan yang berbeda pada dua kelas, yaitu pembelajaran konvensional (ceramah) dan pendekatan berbasis proyek dengan topik yang berfokus pada aplikasi metode sol-gel. Perbedaan model ini dimaksudkan untuk membandingkan efektivitas masing-masing pendekatan dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap konsep sintesis anorganik. Kelas pertama yang menggunakan metode ceramah diikuti oleh 25 mahasiswa, sedangkan kelas kedua yang menerapkan pembelajaran berbasis proyek berjumlah 26 mahasiswa. Analisis deskriptif terhadap hasil evaluasi pembelajaran dari kedua kelompok ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Deskriptif Data

	Ceramah	PjBL
N	25	26
Mean	57.48	64.73
Std. Dev.	7.33	5.50
Minimum	50	60
Maximum	80	83

Hasil analisis deskriptif yang disajikan pada Tabel 1 menunjukkan adanya perbedaan skor evaluasi antara dua kelas. Pada kelas yang menggunakan pendekatan ceramah, rata-rata nilai yang diperoleh mahasiswa adalah 57,48 dengan standar deviasi sebesar 7,33. Sebaliknya, kelas yang menerapkan pembelajaran berbasis proyek menunjukkan rata-rata nilai yang lebih tinggi, yaitu 64,73, disertai dengan standar deviasi yang lebih rendah, yakni 5,50. Distribusi nilai dari kedua kelompok mahasiswa tersebut divisualisasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Distribusi Nilai Kelompok Ceramah dan PjBL

Berdasarkan Gambar 1, distribusi nilai pada kelas dengan pendekatan ceramah menunjukkan konsentrasi skor dalam rentang 50–60. Pola distribusi ini tampak miring ke kanan, mengindikasikan bahwa sebagian besar mahasiswa memperoleh nilai rendah, dengan hanya sedikit yang mencapai skor tinggi. Sebaliknya, pada kelas yang menerapkan model pembelajaran berbasis proyek (PjBL), skor mahasiswa umumnya berada pada kisaran 60–65. Meskipun distribusinya juga condong ke kanan, nilai yang diperoleh lebih merata di tingkat yang lebih tinggi. Temuan ini mengisyaratkan bahwa pendekatan PjBL cenderung lebih efektif dalam meningkatkan capaian hasil belajar dibandingkan metode ceramah konvensional.

Hasil Analisis Inferensial

Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk melihat distribusi masing-masing data dengan menggunakan Uji Shapiro Wilk. Jika nilai p-value (*Asymp. Sig.*) suatu variabel lebih besar dari *level of significant* 5% ($> 0,05$) berarti variabel tersebut berdistribusi normal.

Tabel 2. Uji Normalitas Nilai Tes Kelas Ceramah dan PjBL

Kelas		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil Belajar	Ceramah	.246	25	.000	.779	25	.000
	PjBL	.199	26	.009	.800	26	.000

a. Lilliefors Significance Correction

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh bahwa untuk tingkat signifikansi 5%, nilai p-value dari kedua model pembelajaran memiliki nilai kurang dari 0,05, yang berakibat H_0 ditolak atau dengan kata lain, kedua data tidak berdistribusi normal.

Uji Homogenitas

Uji homogenitas varians dilakukan dengan menggunakan Levene Test, yaitu jika nilai *p-value* lebih besar dari *level of significant* 5% ($> 0,05$) maka variabel-variabel tersebut homogen, sebaliknya jika lebih kecil dari 5% ($< 0,05$) maka tidak homogen.

Tabel 3. Uji Homogenitas Nilai Tes Kelas Ceramah dan PjBL
Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil Belajar	Based on Mean	.667	1	49	.418
	Based on Median	.298	1	49	.587
	Based on Median and with adjusted df	.298	1	44.810	.588
	Based on trimmed mean	.458	1	49	.502

Berdasarkan Tabel 3, diperoleh bahwa untuk Tingkat signifikansi 5%, nilai *p-value* dari Levene Test adalah 0,418 lebih besar dari 0,05, yang berakibat varians nilai tes kedua kelompok sama atau homogen.

Uji Hipotesis

Pengujian hipotesis dalam penelitian ini menggunakan Uji Mann-Whitney yang merupakan uji non parametrik dengan prasyarat data yang tidak berdistribusi normal. Hasil analisis dengan hipotesis nilai rata-rata kelas dengan model pembelajaran ceramah lebih rendah daripada kelas dengan model pembelajaran PjBL.

Tabel 4. Hasil Uji Mann Whitney U Test Mean Rank
Ranks

		Kelas	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Hasil Belajar	Ceramah		25	16.84	421.00
	PjBL		26	34.81	905.00
	Total		51		

Tabel 4 menunjukkan *mean rank* atau rata-rata peringkat tiap kelompok, yaitu pada kelompok dengan model pembelajaran ceramah rata-rata peringkatnya 16,84 lebih rendah dari pada rata-rata peringkat kedua, yaitu 34,81. Selanjutnya, untuk melihat apakah perbedaan rerata peringkat kedua kelompok bermakna secara statistik digunakan nilai U.

Tabel 5. Hasil Uji Mann Whitney U Test
Test Statistics^a

		Hasil Belajar
Mann-Whitney U		96.000
Wilcoxon W		421.000
Z		-4.324
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

a. Grouping Variable: Kelas

Tabel 5 menunjukkan nilai p-value dari Mann Whitney U Test adalah kurang dari tingkat signifikansi 0,05. Hal ini berarti terdapat perbedaan bermakna antara kelas dengan model pembelajaran ceramah dan PjBL.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dalam capaian hasil belajar mahasiswa antara kelas yang menggunakan pendekatan ceramah dan kelas yang menerapkan model *Project-Based Learning* (PjBL) dengan topik aplikasi metode sol-gel. Berdasarkan analisis deskriptif, mahasiswa pada kelas PjBL memperoleh rata-rata nilai sebesar 64,73 dengan standar deviasi 5,50, sedangkan kelas ceramah hanya mencapai rata-rata 57,48 dengan standar deviasi 7,33. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa pendekatan PjBL tidak hanya mampu menghasilkan skor yang lebih tinggi, tetapi juga menciptakan distribusi hasil belajar yang lebih merata dan konsisten di antara mahasiswa. Visualisasi distribusi nilai (Gambar 1) menunjukkan bahwa pada kelas ceramah, sebagian besar mahasiswa memperoleh nilai dalam kisaran 50–60, yang menandakan dominasi hasil rendah, sedangkan pada kelas PjBL, mayoritas mahasiswa memperoleh nilai pada rentang yang lebih tinggi, yaitu 60–65. Dengan demikian, pendekatan PjBL menunjukkan efektivitas yang lebih besar dalam meningkatkan pemahaman dan keterlibatan mahasiswa, yang tercermin dalam peningkatan capaian nilai secara keseluruhan. Hal ini mempertegas bahwa metode pembelajaran yang mengedepankan partisipasi aktif, eksplorasi mandiri, dan penyelesaian masalah nyata seperti dalam PjBL, lebih berhasil dalam mendorong mahasiswa mencapai hasil belajar yang optimal.

Temuan ini sejalan dengan hasil meta-analisis oleh Desyafrianti dan Aini (2024) yang melaporkan bahwa efek rata-rata PjBL dalam pembelajaran kimia tergolong tinggi (effect size $\approx 1,18$), menunjukkan konsistensi peningkatan hasil belajar di berbagai topik seperti asam basa, koloid, kesetimbangan kimia, dan termokimia. Selain itu, penelitian oleh Nurdiana et al. (2024) yang mengintegrasikan PjBL berbasis STEM melalui lesson study pada materi laju reaksi menunjukkan peningkatan signifikan dalam keterampilan berpikir kritis siswa, dengan interaksi kolaboratif yang kuat selama proses perancangan dan refleksi proyek. Oleh karena itu, penerapan PjBL dalam konteks mata kuliah Sintesis dan Elusidasi Struktur Senyawa Anorganik dengan modul berbasis metode sol-gel bukan hanya memperkuat pemahaman konseptual dan keterampilan praktis mahasiswa, tetapi juga memfasilitasi pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi, kolaborasi, dan kreativitas—hal yang sudah terbukti dalam berbagai kajian empiris terbaru.

Analisis inferensial lebih lanjut mendukung temuan deskriptif ini. Uji normalitas menunjukkan bahwa data dari kedua kelompok tidak berdistribusi normal, sehingga digunakan uji non-parametrik Mann-Whitney. Hasil uji Mann-Whitney (Tabel 5) memperlihatkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik ($p < 0,05$) antara kedua kelompok. Dengan nilai mean rank PjBL sebesar 34,81 yang jauh lebih tinggi daripada ceramah (16,84), dapat disimpulkan bahwa pendekatan berbasis proyek secara signifikan lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap sintesis dan elusidasi struktur senyawa anorganik.

Temuan ini selaras dengan penelitian oleh Wulandari dan Widodo (2021), yang menunjukkan bahwa pendekatan PjBL mampu meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi mahasiswa pada pembelajaran kimia. Dalam penelitian lain, Octaviani et al. (2023) juga menemukan bahwa mahasiswa yang belajar dengan pendekatan PjBL menunjukkan keterampilan laboratorium yang lebih baik, termasuk dalam hal interpretasi data dan penerapan konsep teoretis dalam praktik. Efektivitas PjBL dalam penelitian ini didukung oleh struktur

pembelajaran yang memfasilitasi eksplorasi, kolaborasi, dan penyelesaian masalah nyata, yang menjadikan mahasiswa lebih terlibat secara aktif dan reflektif dalam proses belajar.

Selain itu, faktor keberhasilan PjBL juga didukung oleh relevansi topik proyek dengan kebutuhan industri dan perkembangan ilmu pengetahuan, sebagaimana ditekankan oleh Rahmawati dan Prasetyo (2022), yang menyoroti pentingnya keterkaitan antara proyek akademik dan konteks dunia nyata dalam meningkatkan motivasi dan hasil belajar. Dengan demikian, hasil penelitian ini memperkuat bukti empiris bahwa penerapan modul PjBL, khususnya dalam konteks sintesis anorganik menggunakan metode sol-gel, mampu mengatasi keterbatasan pendekatan konvensional dan memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna dan aplikatif.

KESIMPULAN

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan desain quasi-eksperimen, yakni dengan hanya melakukan *posttest* tanpa *pretest*. Berdasarkan hasil tes pemahaman konsep peserta didik, diketahui bahwa data yang diperoleh tidak berdistribusi normal, meskipun uji homogenitas menunjukkan bahwa data bersifat homogen. Oleh karena itu, untuk menganalisis perbedaan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, digunakan uji non-parametrik Mann-Whitney U Test. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara kelompok yang mendapatkan pembelajaran menggunakan model PjBL dan kelompok yang menggunakan metode ceramah. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan model PjBL, yang menekankan pada keterlibatan aktif mahasiswa, kolaborasi, dan pemecahan masalah nyata, lebih mampu mendorong pencapaian hasil belajar yang optimal dibandingkan pendekatan yang bersifat instruksional dan berpusat pada dosen.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfina, Usni Kurnia, U., & Novita, R. (2023). Efektivitas Dosen Sebagai Fasilitator Pada Metode Pembelajaran Student Center Learning. *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi (J-Diteksi)*, 2(2), 24–27. <https://doi.org/10.30604/diteksi.v2i1.1124>
- Alim, K., Multahadah, C., Ramalisa, Y., Safitri, Y., & Arisha, B. (2025). E-Modul Topik Geometri Transformasi Menggunakan Model Project Base Learning (PjBL) untuk Meningkatkan Pemahaman Matematis Mahasiswa Mata Kuliah Geometri. *JURNAL ARMADA PENDIDIKAN*, 3(1), 11–17. <https://doi.org/10.60041/jap.v3i1.154>
- Buck Institute for Education. (2001). Project Based Learning Overview: Differences from traditional instruction. Retrieved from <http://www.bie.org/pbl/overview/diffstraditional.html>
- Dalimunthe, S. I., & Daulay, A. A. (2024). Perbedaan Strategi Coping Mahasiswa Akhir Dalam Menghadapi Stres Akademik Ditinjau Dari Jenis Kelamin. *Ganaya : Jurnal Ilmu Sosial Dan Humaniora*, 7(4), 91–102. <https://doi.org/10.37329/ganaya.v7i4.3474>
- Desyafrianti, V., & Qurrata Aini, F. (2024). Meta-analysis: The effect of project-based learning on students' learning outcomes in chemistry learning. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 12(4).
- Fazarini, P. F. A. (2024). *Pengembangan project based learning beraktivitas gamifikasi pada mata kuliah media grafis dan visual* (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Malang).
- Hapsari, D. I., Airlanda, G. S., & Susiani, S. (2019). Penerapan project based learning untuk meningkatkan motivasi belajar matematika. *Jurnal Riset Teknologi dan Inovasi Pendidikan (JARTIKA)*, 2(1), 102-112.
- Ngalimun. (2012). *Strategi dan Model Pembelajaran*. Yogyakarta: Aswaja Pressindo.

- Nurdiana, L., Winaryati, E., Maharani, E. T. W., Ikhsan, Z. H., Rauf, R. A. A., & Salaffudin, A. (2024). Implementation of STEM-Integrated PjBL based on lesson study: Improving students' critical thinking skills. *Journal of Educational Chemistry*, 6(2), 71–84. <https://doi.org/10.21580/jec.2024.6.2.22640>
- Octaviani, I., Fatimah, S., & Wibowo, B. E. (2023). Penerapan project-based learning dalam meningkatkan keterampilan laboratorium mahasiswa kimia. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 11(1), 55–64. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v11i1.28544>
- Putri, N. S., & Arofah, M. (2020). Pengembangan modul project-based learning untuk meningkatkan kemandirian dan hasil belajar siswa. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa*, 9(1), 1–11. <https://doi.org/10.26418/jppk.v9i1.38523>
- Rahmawati, D., & Prasetyo, Z. K. (2022). Pengaruh penerapan project-based learning berbasis konteks industri terhadap hasil belajar dan motivasi siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 8(3), 375–385. <https://doi.org/10.21831/jipi.v8i3.48765>
- Susilawati, M., Deltha Selpia, M. Fathurrahman, Nurlaela Pratiwi, & Rini Purnami. (2025). Penerapan Uji Mann-Whitney Dalam Perbandingan Prestasi Akademik Mahasiswa Statistika Universitas Hamzanwadi Angkatan 2022 Dan 2023. *Jurnal Eksbar*, 1(2), 19–28. <https://doi.org/10.29408/eksbar.v1i2.28811>
- Usmadi, U. (2020). Pengujian Persyaratan Analisis (Uji Homogenitas Dan Uji Normalitas). *Inovasi Pendidikan*, 7(1). <https://doi.org/10.31869/ip.v7i1.2281>
- Wulandari, T., & Widodo, A. (2021). Efektivitas model project-based learning terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi pada pembelajaran kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 7(2), 185–194. <https://doi.org/10.21831/jipi.v7i2.40221>