



## Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Struktur Atom-Nanoteknologi

Padria Haleda<sup>1\*</sup>, Ishak Isa<sup>1</sup>, Haris Munandar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo 96554, Indonesia

\*Corresponding author: [padriahaleda23@gmail.com](mailto:padriahaleda23@gmail.com)

DOI: <https://doi.org/10.34312/je.v20i1.32542>

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi struktur atom-nanoteknologi. Permasalahan utama yang diangkat adalah rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa akibat dominasi metode ceramah dalam pembelajaran kimia. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuasi eksperimen dengan desain Non-Equivalent Control Group Design, melibatkan dua kelas sebagai sampel, dengan kelas eksperimen menggunakan model PjBL dan kelas kontrol menggunakan metode ceramah. Pengumpulan data melalui tes uraian untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan pada kemampuan berpikir kritis siswa di kelas eksperimen, dengan rata-rata nilai post-test sebesar 72%, lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Nilai N-Gain kemampuan berpikir kritis siswa pada kelas eksperimen berada pada kategori sedang. Uji statistik menunjukkan bahwa penerapan model PjBL berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. Temuan ini menunjukkan bahwa model pembelajaran Project Based Learning mampu mendorong keterlibatan aktif siswa, memperkuat pemahaman terhadap konsep abstrak, serta menumbuhkan keterampilan abad ke-21 yang esensial dalam proses pembelajaran kimia.

**Kata kunci:** Project Based Learning; berpikir kritis; struktur atom; Nanoteknologi

### Abstract

*This study aims to determine the effect of the Project Based Learning (PjBL) model on students' critical thinking skills in atomic structure and nanotechnology. The main issue addressed is the low level of critical thinking skills among students due to the dominance of lecture-based methods in chemistry education. This study employs a quasi-experimental approach using a Non-Equivalent Control Group Design, involving two 10th-grade classes at SMA Negeri 1 Suwawa as the sample, with the experimental class using the PjBL model and the control class using the lecture method. Data collection was conducted through essay tests to measure students' critical thinking skills. The results showed a significant improvement in critical thinking skills in the experimental class, with an average post-test score of 72%, higher than the control class. The N-Gain score for critical thinking skills in the experimental class was categorized as moderate. Statistical tests showed that the implementation of the PjBL model had a significant effect on improving students' critical thinking skills. These findings indicate that the Project-Based Learning model can encourage active student engagement, strengthen understanding of abstract concepts, and foster essential 21st-century skills in the chemistry learning process.*

**Keywords:** Project Based Learning; critical thinking; atomic structure; Nanotechnology

### The format cites this article in APA style:

Haleda, P., Isa, I., & Munandar, H. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Struktur Atom-Nanoteknologi. *Jurnal Entropi*, 20(1), 29-36. <https://doi.org/10.34312/je.v20i1.32542>

## PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 menuntut siswa menguasai berbagai keterampilan penting yang dikenal dengan 4C, yaitu berpikir kritis, kolaborasi, komunikasi, serta kreativitas dan inovasi (Melinda, 2023). Di antara keterampilan tersebut, berpikir kritis menjadi salah satu kemampuan utama yang harus dimiliki siswa untuk menghadapi tantangan global yang semakin kompleks. Dalam konteks pembelajaran sains, terutama kimia, berpikir kritis sangat dibutuhkan untuk menjawab pertanyaan, menyelidiki suatu fenomena, dan membuat keputusan yang logis (Xu et al., 2023). Namun, berbagai studi menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa di Indonesia masih tergolong rendah. Penelitian yang dilakukan oleh (Hassan et al., 2020) menunjukkan hasil bahwa 51,56% siswa SMA di Gorontalo memiliki kemampuan berpikir kritis yang berada pada kategori sangat rendah, khususnya pada materi hidrolisis garam.

Sejalan dengan permasalahan tersebut, pembelajaran kimia menjadi salah satu contoh yang memperlihatkan tantangan dalam pengembangan keterampilan abad 21. Kimia merupakan salah satu cabang sains yang mempelajari struktur, komposisi, sifat-sifat materi, perubahan suatu materi menjadi materi lain, serta energi yang terlibat dalam proses tersebut (Raini, 2020) Berdasarkan penelitian (Langitasari & Rogayah, 2021) sebagian besar siswa menganggap kimia sebagai mata pelajaran yang sulit untuk dipelajari. Kesulitan ini berkaitan erat dengan karakteristik materi kimia yang bersifat abstrak, konkret, kontekstual, dan berjenjang, sehingga menuntut pemahaman konseptual yang kuat.

Kesulitan dalam memahami materi abstrak seperti struktur atom secara tidak langsung memperkuat rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa. Struktur atom memuat konsep-konsep seperti konfigurasi elektron, model atom, dan sifat-sifat partikel subatomik yang tidak dapat diamati secara langsung, sehingga membutuhkan kemampuan berpikir

analitis dan kritis serta kerja sama untuk saling memahami antar siswa. Tanpa pendekatan pembelajaran yang tepat, siswa cenderung hanya menghafal informasi tanpa memahami makna konsep secara mendalam. Pada penelitiannya Ningsih (2020) mencatat bahwa 59,73% siswa melakukan kesalahan pada soal konsep dan 74,91% pada soal perhitungan dalam materi struktur atom, yang menunjukkan lemahnya pemahaman siswa terhadap materi tersebut.

Salah satu penyebab utama rendahnya pemahaman tersebut adalah penggunaan metode ceramah yang masih dominan dalam proses pembelajaran. Hal ini diperkuat oleh hasil wawancara dengan guru kimia di SMA Negeri 1 Suwawa, yang menyatakan bahwa pembelajaran di kelas sebagian besar masih menggunakan metode konvensional, sehingga siswa kurang dilibatkan secara aktif dalam proses berpikir. Metode konvensional ini membuat siswa menjadi pasif dan kurang terlibat dalam proses diskusi maupun pemecahan masalah. Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan model pembelajaran yang dapat mendorong siswa untuk terlibat aktif, berpikir kritis, dan bekerja sama dalam menyelesaikan masalah. Salah satu model yang dapat digunakan adalah Project Based Learning (PjBL), yaitu merupakan model pembelajaran inovatif yang menuntut peserta didik berpikir kreatif, kritis dan interaktif, menghasilkan suatu produk berdasarkan proyek yang telah diselesaikan pada akhir proses pembelajaran (Liah et al., 2024) Pembelajaran berbasis proyek (PjBL) mengajak peserta didik untuk terlibat dalam kegiatan yang mengarah pada penyelesaian suatu proyek yang melibatkan proses penyelidikan mendalam, pemikiran kritis, komunikasi yang beragam, serta kolaborasi antara peserta didik dan guru (Ihsan & Yaqutunnafis, 2024).

Meskipun telah banyak penelitian yang membahas efektivitas model PjBL, kajian yang secara khusus menguji pengaruh PjBL terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada

materi struktur atom masih sangat terbatas. Hal ini menciptakan celah penelitian yang penting untuk dikaji lebih lanjut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh penerapan model PjBL terhadap kemampuan berpikir kritis dan siswa.

## METODE PENELITIAN

### Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuasi eksperimen dengan desain *Pre-test Post-test Nonequivalent Control Group*. Desain ini digunakan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) terhadap kemampuan berpikir kritis siswa, dengan membandingkan hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2024/2025, yaitu dari bulan Februari hingga April 2025. Lokasi penelitian di SMA Negeri 1 Suwawa, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo.

### Target dan Subjek Penelitian

Target dalam penelitian ini adalah peserta didik kelas X SMA Negeri 1 Suwawa. Subjek penelitian terdiri atas dua kelas X yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*. Kelas X-F ditetapkan sebagai kelas eksperimen yang mendapatkan perlakuan model pembelajaran PjBL, sedangkan kelas X-G menjadi kelas kontrol yang menggunakan metode ceramah.

### Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dimulai dengan pemberian pre-test kepada kedua kelas untuk mengukur kemampuan awal berpikir kritis siswa. Selanjutnya, kelas eksperimen diberikan pembelajaran menggunakan model PjBL selama empat pertemuan, sedangkan kelas kontrol mengikuti pembelajaran dengan metode ceramah. Setelah perlakuan selesai, kedua kelas diberikan post-test dengan soal yang sama seperti pre-test. Seluruh proses pembelajaran dan pengumpulan data dilakukan oleh peneliti dengan bantuan guru mitra.

## Instrumen Penelitian

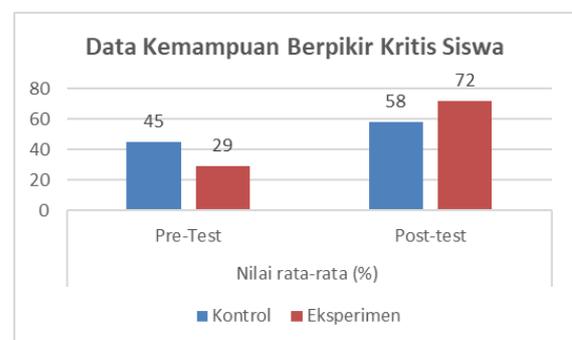
Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes uraian berbentuk soal esai sebanyak 10 butir soal yang dikembangkan berdasarkan indikator kemampuan berpikir kritis. Soal telah divalidasi oleh ahli untuk memastikan kesesuaian dengan materi dan tujuan pembelajaran. Selain itu, instrumen telah diuji validitas dan reliabilitasnya menggunakan teknik korelasi Pearson dan uji Alpha Cronbach.

## Teknik Analisis Data

Data dianalisis secara kuantitatif. mencakup, uji normalitas data, uji homogenitas, untuk menguji hipotesis dengan uji independent sample t-test, uji paired sample t-test, dan uji N-gain score.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

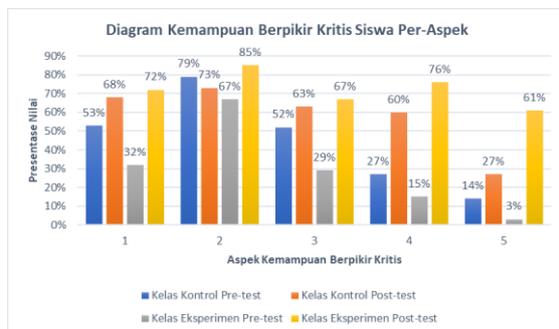
Hasil kemampuan berpikir kritis diperoleh melalui tes uraian yang diberikan sebelum (pre-test) dan sesudah (post-test) perlakuan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Rata-rata nilai pre-test dan post-test dari kedua kelas disajikan dalam Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Hasil Pretest dan Posttest

Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa persentase nilai rata-rata pre-test kelas kontrol yaitu sebesar 45%, sedangkan persentase nilai rata-rata pretest kelas eksperimen yaitu sebesar 29%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase nilai rata-rata pre-test kelas kontrol lebih tinggi dibandingkan dengan persentase nilai rata-rata pre-test kelas eksperimen. Namun hal ini berbalik setelah

diberi perlakuan. Setelah diberi perlakuan, pada kelas eksperimen dengan menerapkan model pembelajaran Project Based Learning dihasilkan bahwa persentase nilai rata-rata post-test kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Persentase nilai rata-rata post-test kelas eksperimen yaitu sebesar 72%, sedangkan presentase nilai rata-rata post-test kelas kontrol yaitu sebesar 58%. Hal ini pun menunjukkan adanya peningkatan secara signifikan dari nilai Pre-test ke nilai Post-test kedua kelas. Adapun hasil presentase nilai pada tiap aspek berpikir kritis disajikan pada Gambar 2.



Keterangan:

1. Memberikan Penjelasan Sederhana (elementary clarification)
2. Membangun keterampilan dasar (basic support)
3. Menyimpulkan (inference)
4. Memberikan penjelasan lanjut (Advanced clarification)
5. Mengatur strategi dan taktik (strategy and tactics)

Gambar 2. Hasil Pretest dan Postest Per-Aspek

Berdasarkan Gambar 2 dapat diketahui bahwa terdapat peningkatan signifikan pada nilai kelas eksperimen pada tiap aspek berpikir kritis siswa. Hal tersebut menunjukkan bahwa adanya pengaruh dari Model Pembelajaran Project Based Learning untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa di SMA Negeri 1 Suwawa.

#### a. Memberi Penjelasan Sederhana (*Elementary Clarification*)

Aspek memberi penjelasan sederhana terdiri dari tiga indikator yaitu memfokuskan pertanyaan, menganalisis argumen dan bertanya serta menjawab suatu penjelasan. Pada kelas kontrol hasil pre-test pada aspek memberi penjelasan sederhana menunjukkan

hasil rata-rata 53% dan pada hasil post-test 68% sedangkan pada kelas eksperimen hasil dari pre-test menunjukkan rata-rata 32% dan pada hasil post-test 72%. Peningkatan ini menandakan bahwa siswa telah cukup mampu dalam memfokuskan pertanyaan dengan cara mengidentifikasi dan merumuskan masalah dalam bentuk pertanyaan serta menentukan jawaban yang mungkin, menganalisis argumen dengan cara mengidentifikasi alasan yang tidak dikemukakan dan menjawab pertanyaan berdasarkan permasalahan yang diberikan.

Hal ini terjadi karena pada tahap awal sintak PjBL, yaitu penentuan pertanyaan dasar, siswa dibiasakan untuk mengidentifikasi serta merumuskan masalah dalam bentuk pertanyaan yang berkaitan dengan topik atom dan nanoteknologi. Kemampuan dalam memberikan penjelasan sederhana (*elementary clarification*) juga dikembangkan dalam tahap kedua, yakni perencanaan proyek. Pada tahap ini, siswa berkolaborasi dengan anggota kelompok untuk merancang proyek, termasuk pemilihan alat dan bahan, prosedur pelaksanaan, penentuan aktivitas yang diperlukan dalam penyelesaian proyek, serta pembagian tugas antar anggota kelompok.

Pernyataan ini didukung oleh hasil penelitian dari (Sagala et al., 2020) yang menunjukkan bahwa dalam proses perancangan proyek, dibutuhkan kerjasama efektif antar anggota kelompok untuk mengamati dan menganalisis argumen, sehingga dapat menyusun rancangan proyek yang sesuai.

#### b. Membangun Keterampilan Dasar (*Basic Support*)

Aspek membangun keterampilan dasar (*basic support*) terdiri dari dua indikator yaitu mempertimbangkan kredibilitas sumber dan mengobservasi serta mempertimbangkan hasil observasi. Pada aspek ini hasil pre-test kelas kontrol menunjukkan hasil rata-rata 79% dan pada hasil post-test 73% terjadi penurunan nilai, sedangkan pada kelas eksperimen hasil dari pre-test menunjukkan rata-rata 67% dan

pada hasil post-test 85%. Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa terdapat peningkatan nilai pada kelas eksperimen. Hal ini menunjukkan bahwa siswa di kelas eksperimen sudah memiliki kemampuan dalam menyajikan bukti yang kuat untuk membangun keterampilan dasar, khususnya dalam menjelaskan atom-atom yang merupakan isotop serta menuliskan konfigurasi elektron secara tepat. Keterampilan dasar tersebut juga diasah melalui sintak kedua, yaitu tahap perencanaan proyek. Pada tahap ini, siswa diharapkan mampu mempertimbangkan pemilihan alat dan bahan, prosedur yang digunakan, merancang aktivitas penyelesaian proyek, serta membagi peran antar anggota kelompok. Selain itu, pada sintak kelima yaitu tahap pengujian hasil proyek, kemampuan membangun keterampilan dasar juga terus dilatih. Dalam tahap ini, setiap kelompok mempresentasikan hasil proyek di hadapan kelas, yang sekaligus menjadi ajang melatih kemampuan menjelaskan proyek dengan didukung bukti valid dari sumber terpercaya serta uraian prosedur pelaksanaan proyek yang dilakukan.

#### c. Menyimpulkan (Inference)

Aspek menyimpulkan (inference) terdiri dari tiga indikator yaitu mendeduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi, menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi, dan membuat serta menentukan hasil pertimbangan. Pada aspek ini hasil pre-test kelas kontrol menunjukkan hasil rata-rata 52% dan pada hasil post-test 63%, sedangkan pada kelas eksperimen hasil dari pre-test menunjukkan rata-rata 29% dan pada hasil post-test 67%. Peningkatan yang terjadi menunjukkan bahwa siswa telah mampu dalam menyimpulkan unsur yang berada pada periode dan golongan yang benar berdasarkan konfigurasi elektron, menyimpulkan hubungan konfigurasi elektron dengan letak golongan dan periode serta memberikan hasil pertimbangan terkait manfaat nanoteknologi berdasarkan suatu berita.

Pernyataan ini sejalan dengan temuan dari (Robbani, 2025) yang mengungkapkan bahwa keterampilan menyimpulkan merupakan bagian penting dari proses berpikir kritis, di mana peserta didik perlu mampu merumuskan kesimpulan secara logis berdasarkan data yang tersedia. Kegiatan belajar yang bersifat interaktif dapat mendorong siswa untuk lebih terampil dalam menarik kesimpulan. Kemampuan berpikir kritis melibatkan proses menelaah suatu kondisi berdasarkan fakta dan bukti yang diperoleh guna menghasilkan sebuah konklusi. Selain itu, berpikir kritis juga mencakup kemampuan menyusun dan menguraikan argumen yang berasal dari informasi yang diorganisasi menjadi keputusan atau gagasan yang kompleks (Nuzalifa & Putri, 2021). Dalam pendekatan pembelajaran berbasis proyek (PjBL), aspek menyimpulkan ini dapat diasah melalui langkah-langkah seperti merancang rencana proyek, membuat jadwal, dan memantau aktivitas siswa. Pada ketiga tahapan tersebut, kemampuan membuat inferensi muncul saat peserta didik mampu menarik kesimpulan dari analisis berbagai pendapat dalam kelompok, hingga tercapai kesepakatan terhadap proyek yang akan dijalankan.

Tahap evaluasi pengalaman juga berperan dalam mengembangkan keterampilan menyimpulkan (inference). Pada fase ini, peserta didik bersama pendidik meninjau kembali proses serta hasil dari proyek yang telah dilaksanakan. Siswa diberi kesempatan untuk merefleksikan pengalaman pembelajaran mereka, mengevaluasi pilihan yang telah dibuat, serta mengenali aspek-aspek yang masih perlu disempurnakan.

Temuan ini sejalan dengan hasil studi yang dilakukan oleh (Permata et al., 2019), yang menunjukkan bahwa kemampuan dalam mengambil keputusan serta menentukan hasil dari pertimbangan logis pada aspek inference dapat ditingkatkan melalui proses evaluasi pengalaman.

d. Memberikan Penjelasan Lebih Lanjut  
(Advance Clarification)

Aspek memberikan penjelasan lebih lanjut (advance clarification) terdiri dari dua indikator yaitu mendefinisikan istilah dan menilai definisi dan mengidentifikasi asumsi. Pada aspek ini hasil pre-test kelas kontrol menunjukkan hasil rata-rata 27% dan pada hasil post-test 60%, sedangkan pada kelas eksperimen hasil dari pre-test menunjukkan rata-rata 15% dan pada hasil post-test 76%. Peningkatan ini menandakan bahwa siswa telah mampu memberikan penjelasan lebih lanjut dalam menentukan neutron suatu unsur, dan mengidentifikasi unsur yang memiliki jari-jari atom paling kecil.

Dalam model pembelajaran PjBL, aspek menyimpulkan dapat dilatih pada sintak menguji hasil proyek. Pada sintak ini, masing-masing kelompok mempresentasikan hasil proyek yang telah dibuatnya di depan kelas secara bergantian, lalu beberapa siswa diperkenankan untuk memberikan pertanyaan atau tanggapan terhadap proyek yang dipresentasikan. Aspek advance clarification terlatih ketika siswa memberikan penjelasan secara lengkap terkait hasil proyek dengan caranya sendiri. Hal ini sejalan dengan (Nurjanah & Purwantoyo, 2021) yang berpendapat bahwa aspek yang berkembang pada langkah menguji hasil adalah aspek memberikan penjelasan lebih lanjut mengenai hasil proyek yang telah dilakukan.

e. Strategi dan Taktik (*Strategy and Tactics*)

Aspek Strategi dan Taktik (*Strategy and Tactics*) terdiri dari dua indikator yaitu menentukan suatu tindakan dan berinteraksi dengan orang lain. Pada aspek ini hasil pre-test kelas kontrol menunjukkan hasil rata-rata 14% dan pada hasil post-test 27%, sedangkan pada kelas eksperimen hasil dari pre-test menunjukkan rata-rata 3% dan pada hasil post-test 61%. Peningkatan ini menunjukkan bahwa siswa telah mampu dalam menentukan suatu tindakan yang harus dilakukan ketika dihadapkan dengan permasalahan terkait

pembuatan proyek serta mempresentasikan proyek yang telah dibuatnya.

Kondisi ini muncul karena pada tahapan perencanaan proyek dan pengujian hasil proyek dalam kelas eksperimen, peserta didik diarahkan untuk berdiskusi serta berkolaborasi dalam menyusun proyek sesuai dengan topik yang diberikan. Hal ini sejalan dengan temuan (Isro et al., 2021) yang menyatakan bahwa dalam proses merancang proyek, siswa dilatih untuk bekerja sama dan menentukan langkah yang tepat dalam menyelesaikan permasalahan. Kemampuan dalam strategi dan taktik juga terasah pada tahap pengujian hasil proyek. Pada tahap ini, siswa diminta mempresentasikan hasil kerja kelompoknya di hadapan kelas, sehingga mereka mampu menyampaikan dan menjelaskan pemahaman konsep yang telah diperoleh kepada orang lain. Pernyataan ini didukung oleh (Haerullah & Hasan, 2017) yang menyebutkan bahwa pendekatan PjBL mendorong siswa untuk menggali informasi, menampilkan pengetahuan yang telah dimiliki, dan mengaplikasikannya dalam konteks kehidupan nyata.

Penelitian ini menggunakan dua jenis uji hipotesis, yaitu Paired-Samples t-test (uji berpasangan) dan Independent Samples t-test (uji beda dua kelompok). Hasil uji hipotesis (uji t) pada Uji Paired-Sampel t-test, menunjukkan nilai sig. (2-tailed) sebesar 0,000 dengan taraf signifikan ( $\alpha$ ) yaitu 0,05. Dengan demikian, nilai sig. (2-tailed) lebih kecil daripada taraf signifikan ( $\alpha$ ) ( $0,000 < 0,05$ ). Artinya,  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata antara kemampuan berpikir kritis siswa yang dibelajarkan menggunakan model Project Based Learning. Adapun hasil uji hipotesis (uji t) Independent Samples t-test pada tabel 10 menunjukkan nilai sig. (2-tailed) sebesar 0,007 dengan taraf signifikan ( $\alpha$ ) yaitu 0,05. Dengan demikian, nilai sig. (2-tailed) lebih kecil daripada taraf signifikan ( $\alpha$ ) ( $0,007 < 0,05$ ). Artinya,  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh

penerapan Model Pembelajaran project based learning terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi struktur atom-nanoteknologi. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Hamidah, 2021), (Isnaini, 2022), (Kasmi, 2023) dan (Fadhilah, 2024) yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh penerapan model *Project Based Learning* (PjBL) terhadap kemampuan berpikir kritis siswa.

Uji N-Gain menjadi uji yang dilakukan untuk yaitu mengetahui seberapa efektif pengaruh dari penerapan model pembelajaran project based learning terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Nilai N-Gain yang dimiliki oleh kelas eksperimen berada pada kategori sedang (0,60). Selain itu, pada 4 aspek berpikir kritis yaitu (memberikan penjelasan sederhana, membangun keterampilan dasar, menyimpulkan, serta strategi dan taktik) menunjukkan nilai N-Gain dalam kategori sedang, sedangkan pada aspek memberikan penjelasan lebih lanjut nilai N-Gain berada pada kategori tinggi. Berdasarkan data hasil uji N-Gain tersebut maka terbukti bahwa model pembelajaran project based learning cukup efektif dalam memberikan pengaruh berupa peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh model pembelajaran Project Based Learning terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi struktur atom-nanoteknologi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai postes di kelas eksperimen dengan rata-rata yang mencapai 72%, sementara rata-rata kelas kontrol hanya 58%. Selain itu berdasarkan hasil uji t menunjukkan nilai signifikansi  $< 0,05$ , Artinya,  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima.

Namun Penerapan model pembelajaran project based learning (PjBL) memiliki keterbatasan yaitu membutuhkan waktu yang relatif lama, maka dari itu sebagai

guru harus mampu merencanakan pembelajaran dengan baik dan menggunakan waktu secara efektif. Selain itu disarankan model pembelajaran project based learning (PjBL) dapat diimplementasikan pada materi kimia lain selain materi struktur atom-nanoteknologi untuk mengukur lebih luas sejauh mana pengaruh model pembelajaran project based learning (PjBL) Terintegrasi STEM untuk dikembangkan dalam proses pembelajaran.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada para dosen pembimbing atas bimbingannya selama penelitian ini, serta kepada guru dan siswa di SMA Negeri 1 Suwawa yang telah memberikan kesempatan untuk menyelesaikan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Fadhilah, N. (2024). *Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Struktur Atom-Nanoteknologi*. Jakarta.
- Haerullah, A., & Hasan, S. (2017). *Model & Pendekatan Pembelajaran Inovatif (Teori dan Aplikasi)*. Lintas Nalar.
- Hamidah. (2021). *Analisis Berpikir Kritis Dan Hasil Belajar Pada Model Project Based Learning Dengan Pendekatan Science Technology Engineering And Mathematics (STEM) Pada Materi Sel Volta SMK Negeri 2 Banjarmasin*. Universitas Lambung Mangkurat.
- Hassan, P., Abdul Rauf Laliyo, L., Natalia Botutihe, D., Abdullah, R., Kunci, K., Berfikir Kritis, K., & Garam, H. (2020). *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia Identifikasi Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dengan Menggunakan Five-Tier Multiple Choice pada Materi Hidrolisis Garam*. 8(2). <http://ojs.ikipmataram.ac.id/index.php/hydrogen/>
- Hidayanti, R., & Alim Syahri, A. (2020). *SIGMA (Suara Intelektual Gaya Matematika) Analisis Kemampuan Berpikir Kritis*

- Dalam Memecahkan Masalah Matematika Ditinjau Dari Perbedaan Gender Pada Siswa Kelas VIII.1 SMP Negeri 2 Labakkang (Vol. 12).
- Hikmawati, F. (2017). Metodologi Penelitian. PT Rajagrafindo Persada.
- Ihsan, & Yaqutunnafis, L. (2024). Pengaruh Model PjBL Terintegrasi STEM. *Jurnal Pendidikan Ekonomi Dan Kewirausahaan*, 8(Agustus), 720–728. <https://doi.org/10.29408/jpek.v8i2.25780>
- Isnaini, A. L. (2022). *Pengaruh Model Project Based Learning (PjBL) Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Materi Pencemaran Lingkungan Di MAN 1 Tanggamus*. Universitas Islam Negeri Raden Intan.
- Isro, A. L., Anggraito, Y. U., & Bintari, S. H. (2021). Description of Students' Critical Thinking Skills in Integrated PjBL STEM Learning Environmental Change Material. *Journal of Innovative Science Education*, 10(3), 237–243. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jise>
- Kasmi P, F. (2023). *Pengaruh Model Pembelajaran PjBL Berbasis STEAM Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Koloid*. Universitas Negeri Syarif Hidayatullah.
- Langitasari, I., & Rogayah, T. (2021). Problem Based Learning Pada Topik Struktur Atom : Keaktifan, Kreativitas Dan Prestasi Belajar Siswa. In *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia* (Vol. 15, Issue 2).
- Liah, N., Maria, H. T., Oktaviany, E., Keguruan, F., & Pendidikan, I. (2024). *Jurnal Education and development Institut Pendidikan Tapanuli Selatan Hal. 12(3)*, 114. <https://doi.org/10.37081/ed.v12i3.5926>
- Melinda Elin. (2023). *Implementasi Model Pembelajaran Problem Based Learning Dengan Pendekatan STEM Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Gelombang Bunyi*. Universitas Lampung.
- Nurjanah, & Purwantoyo, E. (2021). Efektivitas Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis Steam Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Keterampilan Proses Pada Materi Perubahan Lingkungan. *Prosiding Semnas Biologi*, 11, 211–217.
- Nuzalifa, Y. U., & Putri, S. A. (2021). Efektivitas handout kingdom protista berbasis siklus belajar 5e pada kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Riset Teknologi Dan Inovasi Pendidikan (Jartika)*, 4(1), 137–144.
- Permata, M. D., Koto, I., & Sakti, I. (2019). Pengaruh Model Project Based Learning terhadap Minat Belajar Fisika dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Negeri 1 Kota Bengkulu. *Jurnal Kumpanan Fisika*, 1(1), 30–39.
- Raini, Y. (2020). *Pengaruh Media Laboratorium Virtual (PhET) Terhadap Kemampuan Praktikum Kimia Siswa SMK Taruna Terpadu Bogor*. 5(2), 77–85. <https://doi.org/10.32832/educate.v5i2.3373>
- Robbani, H. (2025). Pengembangan keterampilan berpikir kritis melalui pembelajaran berbasis masalah. *ABDUSSALAM: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan Islam*, 1(1), 79–85.
- Sagala, Y. D. A., Simanjuntak, M. P., Bukit, N., & Motlan. (2020). *Penerapan Project Based Learning Berbasis LKS terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa*. 8(2), 85–90.
- Xu, E., Wang, W., & Wang, Q. (2023). The effectiveness of collaborative problem solving in promoting students' critical thinking: A meta-analysis based on empirical literature. In *Humanities and Social Sciences Communications* (Vol. 10, Issue 1). Springer Nature. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01508-1>